



**PERÚ**

**Ministerio  
de Agricultura**

**Autoridad Nacional  
del Agua**



**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES**

## **TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RIO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACION Y EROSION FLUVIAL**



**VOLUMEN I: MEMORIA**

**Lima, Diciembre 2013**



## **"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

### **PERSONAL PARTICIPANTE**

#### **PERSONAL DIRECTIVO:**

Ing. Jorge Luis Montenegro Chavesta  
Ing. Wilfredo Echevarría Suarez

Jefe Autoridad Nacional del Agua  
Director de Estudios de Proyectos  
Hidráulicos Multisectoriales

#### **PERSONAL EJECUTOR:**

Ing. Carlos Antonio Perleche Fuentes

Formulador del Estudio

Ing. Tomás Alfaro Abanto

Caudales Máximos y Parámetros

Ing. Irma Martínez Carrillo

Geología

Ing. Liz Karina Cieza De Los Santos

Gestión del Riesgo

Ing. Oscar Darío Vargas Cerón

Propuesta de Zonas para Extraer  
Material de acarreo

Ing. Jeanne Susan Quiñonez Rojas

Impactos Mapas Temático y SIG

#### **PERSONAL DE APOYO:**

Tec. Inf. Mavi Anicama Agurto

Edición e Impresión

**“TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACION Y EROSION FLUVIAL”**

**ÍNDICE**

RESUMEN .....	5
CAPITULO 1:INTRODUCCIÓN .....	6
1.1 Propósito.....	5
1.2 Objetivos.....	5
1.3 Alcances del estudio .....	5
1.4 Antecedentes .....	5
1.5 Problemática .....	6
1.6 Definiciones .....	7
CAPITULO 2: INFORMACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA .....	15
2.1 Generalidades.....	15
2.1.1 Ubicación del Proyecto .....	15
2.1.2 Reseña Histórica.....	17
2.1.3 Centros Urbanos.....	17
2.1.4 Vías de Comunicación .....	19
2.2 Características Geomorfológicas .....	19
2.2.1 Área de la cuenca (A) .....	19
2.2.2 Perímetro, longitud y ancho de la cuenca .....	20
2.2.3 Pendiente predominante del cauce .....	20
2.2.4 Perfil logitudinal del curso principal.....	21
2.2.5 Curva hipsométrica.....	21
2.2.6 Altitud media de la cuenca.....	22
2.2.7 Coeficiente de compacidad.....	22
2.2.8 Factor de forma.....	22
2.2.9 Coeficiente orográfico.....	23
2.2.10 Rectángulo equivalente.....	23
2.2.11 Longitud total de la red.....	23
2.2.12 Orden de los ríos.....	23
2.2.13 Longitud promedio de los ríos.....	24
2.2.14 Relación de bifurcación.....	25
2.2.15 Relación de longitudes.....	25
2.2.16 Densidad de drenaje.....	26
2.2.17 Índice de torrencialidad.....	23
2.2.18 Tiempo de concentración.....	23
2.3 Características Climatológicas .....	27
2.3.1 Precipitación .....	28
2.3.2 Temperatura .....	29
2.3.3 Humedad Relativa .....	29
2.4 Características Geológicas .....	29
2.5 Red de Drenaje.....	29
2.6 Características Socioeconómicas .....	33
2.7 Sistema Nacional de Áreas Protegidas.....	41
2.8 Clasificación Climática de acuerdo a Koppen.....	31
2.9 Características Socioeconómicas .....	32
2.10 Infraestructura Vial (Puentes) .....	40

CAPITULO 3: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	45
3.1 Generalidades.....	45
3.2 Revisión de Información Existente.....	45
3.3 Geología Regional.....	46
3.3.1 Unidades Geomorfológicas.....	46
3.3.2 Litología y Estratigrafía.....	47
3.3.3 Geología Estructural.....	48
3.3.4 Sismicidad.....	49
3.4 Peligros Geológicos Registrados.....	48
3.5 Geotécnica del Área de Estudio.....	50
3.6 Evaluación Preliminar de Canteras de Enrocados.....	55
CAPITULO 4: CAUDALES MÁXIMOS-EVENTOS EXTREMOS.....	60
4.1 Planteamiento hidrológico.....	60
4.2 Método estadístico para el cálculo del caudal máximo.....	60
4.2.1 Distribución Normal.....	61
4.2.2 Distribución Log-Normal de 2 parámetros.....	62
4.2.3 Distribución Log-Normal de 3 parámetros.....	62
4.2.4 Distribución gamma de 2 parámetros.....	63
4.2.5 Distribución gamma de 3 parámetros o Pearson Tipo III.....	65
4.2.6 Distribución Gumbel.....	66
4.2.7 Distribución Log-Gumbel.....	68
4.3 Conclusiones y Recomendaciones.....	70
CAPITULO 5: RED GEODÉSICA.....	71
5.1 Establecimiento del Punto Geodésico.....	71
5.2 Información de los Puntos Geodésicos.....	70
5.3 Mapas de ubicación de los Puntos de Orden “B”.....	74
CAPITULO 6: PARÁMETROS HIDRÁULICOS Y ACONDICIONAMIENTO DEL CAUCE EN RÉGIMEN ESTABLE.....	76
6.1 Morfología fluvial.....	75
6.2 Acondicionamiento del cauce.....	76
6.2.1 Trazo del eje del río.....	77
6.2.2 Pendiente del eje del cauce.....	79
6.2.3 Coeficiente de rugosidad.....	81
6.2.4 Cálculo del ancho estable.....	83

CAPITULO 7: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE ACARREO EN EL RÍO TAMBO .....	85
7.1 Lineamientos para identificar, seleccionar y explotar las zonas de acumulación de material de acarreo. ....	85
7.1.1 Ubicación de las zonas de extracción.....	85
7.1.2 Determinación del volumen de material de acarreo a explotar. ....	88
7.1.3 Explotación de material de acarreo .....	90
7.1.4 Tipos de extracción .....	91
7.1.5 Características de la extracción y explotación del material de acarreo en el Río Tambo .....	94
7.1.6 Calidad del material de acarreo .....	95
7.2 Zonas de extracción de material de acarreo en el Tambo. ....	97
CAPITULO 8: IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE EROSIÓN FLUVIAL .....	117
8.1 Introducción .....	117
8.2 Objetivo.....	117
8.3 Analisis de la Identificación de Puntos Críticos .....	117
8.4 Identificación de Puntos Críticos por Distrito .....	118
8.5 Resultados.....	121
CAPITULO 9: GESTIÓN DEL RIESGO: PROPUESTA DE MEDIDAS ESTRATÉGICAS ..	123
9.1 Comportamiento hidráulico del río Tambo: sustento teórico.....	123
9.2 Propuesta de medidas estratégicas .....	125
CAPITULO 10: IMPACTOS DEL ESTUDIO .....	133
1.1 Evaluación de Impactos Ambientales .....	132
11.2 Determinación de las Áreas de Influencia .....	132
11.3 Descripción General de Actividades de Medidas Estratégicas .....	134
10.3.1 Actividades de Medidas Estructurales .....	134
10.3.2 Actividades de Medidas No Estructurales .....	136
10.4 Caracterización ambiental .....	136
10.4.1 Clima .....	136
10.4.2 Hidrografía .....	137
10.4.3 Geomorfología .....	139
10.4.4 Ecología .....	139
10.4.5 Flora .....	142
10.4.6 Fauna .....	143
10.4.7 Áreas Naturales Protegidas .....	145
10.4.8 Características de la Población .....	146
10.4.9 Comunidades Campesinas .....	148
10.4.10 Zonas de Patrimonio Histórico – cultural .....	148
10.5 Impactos Ambientales del Estudio .....	149
10.6 Medidas Preventivas y Manejo ambiental .....	155

CAPITULO 11: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	158
11.1 Conclusiones.....	158
11.2 Recomendaciones.....	161

## RESUMEN

El presente documento trata del estudio “Tratamiento de cauce del río Tambo para el control de inundación y erosión fluvial”, estructurado en 11 capítulos.

El primer capítulo hace referencia a los objetivos del estudio, la problemática que sustenta la elaboración de este documento y a los trabajos de defensas ribereñas ejecutados por el Estado Peruano.

El segundo capítulo, describe las características de la cuenca, haciendo énfasis en las características geomorfológicas, climatológicas, geológicas, red de drenaje (ríos, quebradas y lagunas), ecología, socio económica e infraestructura vial (puentes).

El tema geológico es detallado en el capítulo 3.

El capítulo 4, hace referencia al cálculo del caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años. Los cálculos se realizaron tomando una data histórica de caudales máximos diarios anuales, de las estaciones de Chucarapi y La Pascana, administrada por SENAMHI; que van desde el año 1952 hasta el 2008.

En el capítulo 5, se detalla la red geodésica y en el Capítulo 6 se establece los criterios para el trazo del eje del río, siendo el régimen hidrológico y la sinuosidad los factores físicos más importantes que condicionan la estabilidad del cauce.

La gestión de riesgos, comprende el análisis de la vulnerabilidad de las zonas inundables, ante la presencia de caudales grandes y la propuesta de medidas estructurales y no estructurales para mitigar los efectos de los desbordes de agua.

El capítulo 10, trata sobre los impactos positivos y negativos que generan la ejecución de proyectos o programas sobre defensas ribereñas; en tal sentido se deben tener en cuenta las recomendaciones de este capítulo, cuando se elaboren estudios de perfiles, factibilidad o expediente técnicos. Finalmente, el capítulo 11, está referido a las conclusiones y recomendaciones.

## **CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Propósito**

Contar con un documento de gestión del recurso hídrico en periodos de avenidas ordinarias y extraordinarias.

Este documento será de utilidad al Consejo de Cuenca, Gobiernos Regionales, Locales, instituciones privadas; para planificar, concertar y coordinar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

### **1.2 Objetivos**

- ✓ Definir el ancho estable del río que facilite el drenaje del caudal de avenidas ordinarias, corrigiendo los tramos trezados, estrangulamiento y ensanchamiento del cauce.
- ✓ Identificar puntos críticos de desborde y erosión por avenidas ordinarias y extraordinarias.
- ✓ Determinar la zona de erosión del cauce del río Tambo, para periodos de retorno 10, 25 y 50 años.
- ✓ Proponer medidas estructurales y no estructurales para el plan de tratamiento del río Tambo.

### **1.3 Alcances del estudio**

El estudio de tratamiento del río Tambo comprende el tramo desde la progresiva 0+000 en la desembocadura en el mar, hasta la progresiva 56+250 a la altura del sector Quelgua, cercano al centro poblado del mismo nombre, en una longitud de 56.25 kilómetros, corresponde a la parte baja de la cuenca.

### **1.4 Antecedentes**

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

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

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

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



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

Bajo este convenio, en el valle del río Tambo, se han construido obras estructurales de defensa ribereña, desde el año 1999 hasta el año 2009; que comprenden limpieza y descolmatación de cauce, construcción de diques enrocados y protección de estructuras.

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

## **1.5 Problemática**

De acuerdo a la Comisión Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, el Perú es un país altamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático, pues tiene siete de las nueve características de vulnerabilidad que son:

- País con zona costera baja
- Zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas a deterioro forestal.
- Zonas expuestas a inundaciones, sequía y desertificación.
- País con zona propensa a desastres naturales.
- País en desarrollo con ecosistema de montaña frágil.
- País con zonas de alta contaminación atmosférica urbana.
- País con economía dependiente de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva o de su consumo.

De acuerdo al Centro Tyndall (2003), el Perú está incluido entre los diez países más vulnerables del mundo al cambio climático. De acuerdo a la segunda comunicación de Cambio Climático, la reducción de riesgos y la prevención de desastres deben ser tomadas como medidas que facilitan la adaptación al cambio climático, y promoverla.

La ocurrencia de inundaciones en el País y su relación con los eventos extremos y los impactos económicos y sociales, ocurridas en el ámbito de las cuencas de las tres vertientes: Pacífico, Amazonas y del Titicaca; han originado anegamiento de calles y viviendas, desborde de canales, corte de carreteras, interrupción de suministro de agua y contaminación, inundación y erosión de predios agrícolas y falla de drenes.

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

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

las precipitaciones extremas y las inundaciones, sin embargo no siempre pueden ser atribuidas a este Fenómeno, sino a procesos naturales meteorológicos o acciones antrópicas.

En el cauce del río Tambo, las erosiones y/o inundaciones catastróficas son ocasionadas por el desbordamiento de una avenida ordinaria o extraordinaria con gran capacidad para erosionar o sedimentar el cauce del río, así como originar pérdidas de cultivos, disminución de tierras de cultivo, deterioro de infraestructura vial y centros poblados; amenazando la vida de los pobladores.

Por lo tanto, el valle es considerado muy vulnerable ante la presencia de estos eventos de crecida; como consecuencia de la insuficiente implantación de obras de defensas ribereña, cobertura vegetal casi inexistente, cauces colmatados, etc.

Actualmente, en la zona de estudio la Junta de Usuarios Tambo ha formulado un Proyecto de Inversión Pública en el Sector La Curva, ubicado en coordenada UTM WGS 84: 8 102 329.58 N 202 026.32 E y registrado con el código N° 164474, en el Banco de Proyectos del SNIP.

## 1.6 Definiciones

Algunas de las definiciones que se mencionan fueron extraídas de la Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento y de la Ley N° 29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento.

- **Programas Integrales de Control de Avenidas.**

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

- **Acciones de prevención contra las inundaciones.**

Consideran la identificación de puntos críticos de desbordamiento por la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos y de eventos extremos, que hacen necesaria la ejecución de actividades permanentes de descolmatación de cauces, mantenimiento de las pendientes de equilibrio y construcción de obras permanentes de control y corrección de cauce.



- **Acciones estructurales y no estructurales para el control de avenidas.**

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

**Acciones no estructurales.**

Constituye la zonificación de zonas de riesgo; sistema de alerta temprana; operación de embalses y presas derivadoras en épocas de avenidas.

**Acciones estructurales.**

Constituye obras de defensa, embalses de regulación, obras de defensas provisionales, defensas vivas obras de encauzamiento y otras obras afines.

- **Obras de defensa.**

Constituyen obras de defensa las que se ejecutan en las márgenes de los cursos de agua, en una o en ambas riberas. Las obras de defensa ribereñas son las obras de protección de poblaciones, infraestructura de servicios públicos, tierras de producción y otras contra las inundaciones y la acción erosiva del agua.

- **Obras de encauzamiento.**

Constituyen obras de encauzamiento las que se ejecutan en las márgenes de los ríos en forma continua para formar un canal de escurrimiento que permita establecer el cauce del río o quebrada dentro de una zona determinada. En principio, las obras de encauzamiento tienen prioridad sobre las de defensa para la solución integral de los problemas creados por las avenidas extraordinarias.

- **Embalses de regulación.**

Constituyen obras indirectas de defensas, cuando su capacidad permita el control de avenidas o atenúe de manera significativa la magnitud de las crecientes.

- **Obras de defensas provisionales.**

Son obras de defensas provisionales, aquellas que se llevan a cabo para controlar la inundación y erosión del agua, y que por su carácter de expeditivas no ofrecen razonable seguridad en su permanencia. Caben en esta clasificación las obras de defensa que se ejecutan en situaciones de emergencia.



- **Defensas vivas.**

Constituyen defensas vivas, la vegetación natural que se desarrolla en las riberas y márgenes de los álveos, así como la sembrada por el hombre para procurar su estabilización.



- **Dique con enrocado.**

Son medidas estructurales permanentes paralelas al flujo del agua, que se construyen en la margen del cauce del río. Conformado a base de material de río dispuesto en un cuerpo de forma trapezoidal compactado y revestido con roca en su cara húmeda. Permite contrarrestar los efectos erosivos del río.



- **Muro de gaviones.**

Estructuras flexibles permanentes y paralelas al flujo del, que se construyen en la margen del cauce del río. Construidos con cajas de malla hexagonal tejida a doble torsión, compuesto de alambre galvanizado. Son colocados unos tras otro y uno sobre otro, llenados con cantos rodados que se encuentran en los cauces de los ríos. Son apropiados en zonas de ríos con pendiente suave y baja velocidad.



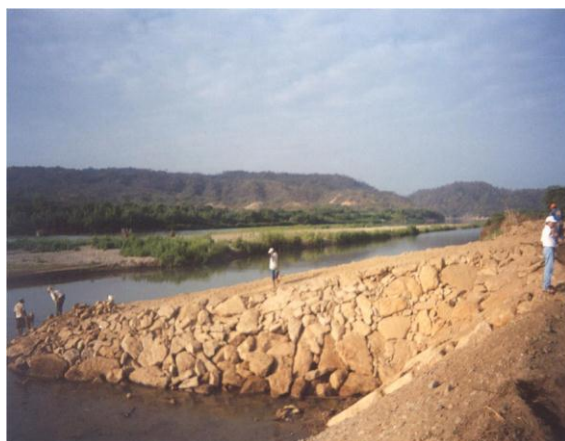
- **Diques con colchones antisocavantes de mallas.**

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



- **Espigones.**

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



- **Barcas, caballetes, gallineros.**

Son estructuras temporales de forma paralela al flujo del agua, constituidos con troncos amarrados con alambre y una plataforma sobre la cual se colocará de preferencia cascote o rocas de 8 pulgadas de diámetro para dar estabilidad en longitudes continuas.



- **Cauce o álveo.**

Continente de las aguas durante sus máximas crecidas, constituye un bien de dominio público hidráulico.

- **Riberas.**

Áreas de los ríos, arroyos, torrentes, lagos y lagunas, comprendidas entre el nivel mínimo de sus aguas y el nivel de su máxima creciente. No se consideran las máximas crecidas registradas por eventos extraordinarios, constituye un bien de dominio público hidráulico.

- **Faja marginal.**

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

### BIENES ASOCIADOS AL AGUA



- **Riesgo.**

Es la estimación cualitativa o cuantitativa del daño potencial a la sociedad generado por un desastre natural o un fenómeno peligroso de origen humano, en un contexto histórico particular a un grupo humano y espacio temporal determinado.

Es el resultante de la conjunción entre amenaza y vulnerabilidad.

Es importante distinguir que el riesgo son las pérdidas esperadas, asociadas a una amenaza y a la vulnerabilidad específica de los actores expuestos. Las variables de riesgo, amenaza y vulnerabilidad se pueden asociar para efectuar lo que se denomina el “Análisis de Riesgo” de un grupo de actores determinados, y para esto se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$\text{Amenazas (A) x Vulnerabilidad (V) = Riesgo (R)}$$

El manejo de la anterior ecuación en el campo social permite determinar un “Panorama de Riesgos” en un momento y lugar determinados. Este análisis coadyuva a la definición de estrategias de prevención y atención de desastres. Concluyentemente, una “Gestión del Riesgo” que implica el manejo de las variables (A) x (V) = (R), permite administrar una adecuada auto - protección en un grupo de actores.

- **Amenaza.**

Es la probabilidad de que un cierto fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos.

- **Vulnerabilidad.**

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por la acción de un peligro o amenaza.

Se define como una medida que indica cuán propenso es un actor o grupo de actores a los daños que pueda causar el impacto de un fenómeno destructivo.

En términos genéricos, existe un consenso en que vulnerabilidad es el resultado de la confluencia de exposición a riesgos, incapacidad de respuesta e inhabilidad para adaptarse.

La vulnerabilidad, para fines analíticos puede desagregarse de la siguiente manera: natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional, y en términos generales, puede clasificarse como de carácter técnico y de carácter social.

La vulnerabilidad de carácter técnico es más factible de cuantificarse en términos físicos y funcionales (pérdidas referidas a los daños, interrupción de los servicios, etc.) mientras que la vulnerabilidad social, al estar relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, etc., sólo puede valorarse cualitativamente y en forma relativa.

- **Desastre.**

Conjunto de daños y pérdidas en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.

- **Análisis de Amenazas.**

El tema de las amenazas ha sido analizado desde la perspectiva de una situación de peligro para la estabilidad y para el curso normal de las actividades en el ámbito del Valle del Tambo. El análisis se realizó, para cada una de las zonas de estudio, desde la perspectiva ambiental natural, socio - natural, económico - productiva y social, en el contexto específico de conflictos sociales actuales y potenciales relacionados a la problemática política y/o estructural en un nivel general.

Andrew Maskrey. Compilador. Los Desastres No Son Naturales La Red: Red de Estudios Sociales / ITDG: Intermediate Technology Development Group, 1993.133

- **Análisis de Vulnerabilidad.**

Proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.

- **Estimación de Riesgos.**

Para evaluar el riesgo se consideran tres pasos: la evaluación de la amenaza, el análisis de vulnerabilidad y la estimación del riesgo como resultado de relacionar ambos parámetros. El riesgo se obtiene como resultado de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

- **Riesgo de Desastres.**

Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.

- **Resiliencia.**

Capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.



## CAPITULO 2: INFORMACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA

### 2.1 Generalidades

La cuenca del Tambo está ubicada al Sur del Perú e incluye parte de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Puno. Al Norte limita con las cuencas de los ríos Chili, Vitor, Quilca y Coata; por el sur limita con las cuencas de los ríos Moquegua y Locumba; por el oeste con el Océano Pacífico y por el Este limita con las cuencas de los ríos llave e Illpa.

El río Tambo es de régimen irregular, presentando las descargas máximas durante los meses de enero a marzo, y las mínimas en los meses de octubre a diciembre.

La cuenca del Tambo, comprende a las provincias de Sánchez Cerro y Mariscal Nieto en el departamento de Moquegua, provincias de Arequipa e Islay en el departamento de Arequipa, Puno y San Román en el departamento de Puno; cubre un área total de 12,953 km<sup>2</sup>, de los cuales 8 149 km<sup>2</sup> corresponden a la cuenca húmeda o imbrífera, ubicada por encima de los 2 500 msnm. Forma parte del sistema hidrográfico de la vertiente del Pacífico y su red hidrográfica está conformada por el río principal Tambo, que tiene como afluentes principales a los ríos: Carumas, Coralaque, Ichuña y Paltiture.

La climatología en la cuenca se caracteriza por su aridez en la costa, clima templado en los valles interandinos y clima frío en las altiplanicies andinas. Desde el punto de vista ecológico, según la clasificación de zonas de vida de Holdrige se han determinado 10 zonas de vida, agrupadas en 4 unidades bioclimáticas: templado cálido, montano, subalpino y nival.

La cuenca del río Tambo tiene un relieve muy ondulado a quebrado, fuerte pendiente cuya media es del orden de 8% a 10% y altitudes que varían desde el nivel de mar en la costa hasta más de 4000 m en la parte alta.

Los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Tambo, se generan en la cuenca alta (sobre los 2500 msnm), con un volumen anual total de 1,077 MMC y una descarga promedio anual de 31.457 m<sup>3</sup>/s.

El registro principal de caudales en la parte baja de la cuenca del río Tambo, con información desde 1956, proviene inicialmente de la estación denominada Chucarapi y después de la estación La Pascana.

En la cuenca alta del río Tambo, se dispone también de información proveniente de las estaciones Tocco en Tocco y Pasto Grande en el río Vizcachas, hasta la construcción del embalse del mismo nombre.

#### 2.1.1 Ubicación del Proyecto

La cuenca del Río Tambo y materia del presente estudio se encuentra ubicada en la Provincia de Islay, la misma que está ubicada al noreste de la región de Arequipa, entre los paralelos 16° 00' y 17° 15' de latitud sur y los meridianos 70° 30' y 72° 00' de longitud oeste, con altitudes que oscilan de 0 a 5,000 msnm. (Ver mapa 1 de Ubicación).

### Ubicación Geográfica

- Departamento: Arequipa
- Provincia : Islay
- Distrito : Deán Valdivia, Punta de Bombón y Cocachacra
- Localidad : La Curva

La Provincia de Islay tiene como capital la ciudad de Mollendo que se encuentra a 27 msnm, y sus límites son:

- Norte : Provincia de Arequipa
- Sur : Departamento de Moquegua
- Este : Departamento de Puno
- Oeste : Océano Pacífico

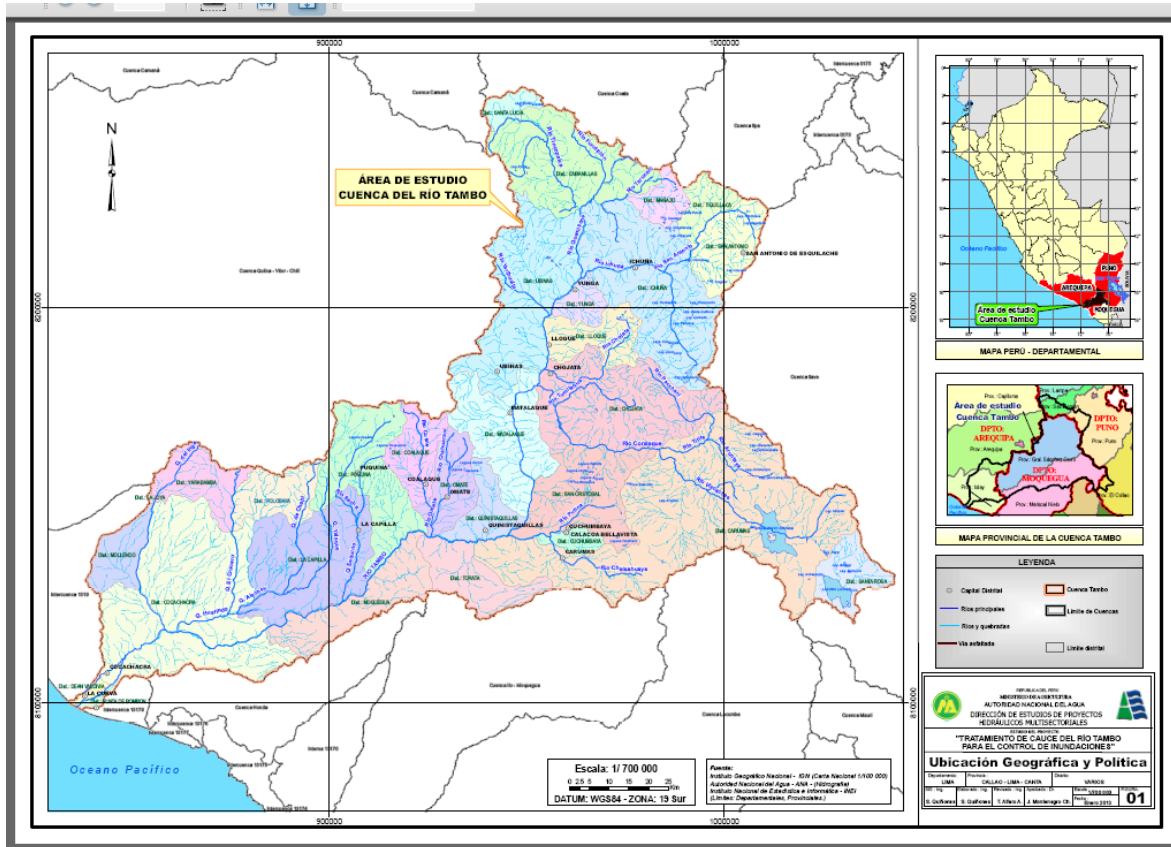
**Cuadro 01**

ZONAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MEDIA msnm
Quelgua	17° 01' 11"	71° 32' 41"	338 (medidas tomadas con GPS ; margen de error de +/- 7 m)
Buena Vista-El Toro	16° 59' 37"	71° 36' 17"	257 (medidas tomadas con GPS ; margen de error de +/- 7 m)
La Pascana	16° 59' 25"	71° 38' 20"	221 (medidas tomadas con GPS ; margen de error de +/- 5 m)
Hacendados	17° 03' 51"	71° 44' 06"	108 (medidas tomadas con GPS ; margen de error de +/- 7 m)
Montegrande	17° 08' 01"	71° 46' 26"	37 (medidas tomadas con GPS ; margen de error de +/- 7 m)

### Ubicación Hidrográfica.

- Cuenca : Río Tambo
- ALA : Tambo – Alto Tambo
- AAA : Caplina – Ocoña

Mapa 01. Mapa de Ubicación de la Cuenca



### 2.1.2 Reseña Histórica

Mediante Ley del 19 de diciembre de 1862 fue creada la provincia de Islay, cuya capital es el puerto mayor del mismo nombre y se compondrá de los distritos de Tambo y Quilca. Esta ley fue modificada por la de 3 de enero de 1879, que añadió los distritos de Mollendo, Islay, Cocachacra y Punta de Bombón. Su capital es la ciudad de Mollendo, que esta ley le dio el título de Villa y una ley de 27 de octubre de 1897 la elevó a la categoría de ciudad.

El distrito de Quilca, que por la primera de estas leyes fue anexado de provincia de Camaná, fue reintegrado a dicha Provincia por ley de 3 de enero de 1879.

### 2.1.3 Centros Urbanos

La Provincia de Islay cuenta con seis (06) distritos: Mollendo, Cocachacra, Deán Valdivia, Islay, Mejía y Punta de Bombón. Ver Cuadro 02

**Cuadro 02**  
**Superficie y Altitud de los Distritos de la Provincia de Islay**

Nº	DISTRITOS	CAPITAL	SUPERFICIE	ALTITUD
			km2	msnm
1	Mollendo	Mollendo	960.83	52
2	Cocachacra	Cocachacra	1,536.96	84
3	Deán Valdivia	La Curva	134.08	23
4	Islay	Islay	384.08	85
5	Mejía	Mejía	100.78	13
6	Punta de Bombón	Punta de Bombón	150.30	23

Fuente: Elaboración propia.

Tiene una extensión de 3,886.03 km<sup>2</sup>

A continuación se presenta una breve descripción de los tres distritos de la provincia de Islay donde se ubica el proyecto:

- **Distrito de Deán Valdivia**

El distrito fue creado mediante Ley 11870 del 23 de octubre de 1952, expedida por el Presidente de la República Manuel A. Odría.

Su capital es La Curva y tiene una extensión territorial de 134.08 Km<sup>2</sup>.

Tiene muchos atractivos turísticos, entre ellos está el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, la cual alberga muchas aves migratorias y residentes.

- **Distrito de Punta de Bombón**

El distrito fue creado mediante Ley s/n del 3 de enero de 1879, expedida en el gobierno del Presidente de la República Mariano Ignacio Prado Ochoa.

Su capital es Punta de Bombón y tiene una extensión territorial de 150.30Km<sup>2</sup>.

La Punta se extiende hasta las orillas del mar y ofrece excelentes playas veraniegas.

Las Lagunas de Punta de Bombón, humedal situado al sur de la desembocadura del río Tambo, con una extensión superficial de ocupan 332.5 Ha.<sup>6</sup> Conforman el Santuario Nacional de Lagunas de Mejía.

- **Distrito de Cocachacra**

El distrito fue creado mediante Ley s/n del 3 de enero de 1879, expedida por el Presidente de la República Mariano Ignacio Prado Ochoa.

Su capital es Cocachacra y tiene una extensión territorial de 1,536.96 Km<sup>2</sup>.

### 2.1.4 Vías de Comunicación

El valle de Tambo cuenta con tres accesos principales:

- Por la Carretera Arequipa – La Curva
- Desde la ciudad de Moquegua, en dirección norte, y
- Desde Lima por la Carretera Panamericana Sur (Puente Fiscal).

**Cuadro 03**  
**Vía de acceso a la zona de estudio.**

DE - A	TIPO DE VÍA	ESTADO DE CONSERVACIÓN	TIEMPO DE VIAJE
Carretera Arequipa- La Curva	Asfaltada	Bueno	3.00 Horas
Moquegua – La Curva	Asfaltada	Bueno	1.50 Horas
Lima – Puente Fiscal-La Curva	Asfaltada	Bueno	13.00 Horas

Fuente: Elaboración propia.

- Internamente cuenta con una vía asfaltada que interconecta el valle con los distintos sectores de riego del valle.

## 2.2 Características Geomorfológicas

Los parámetros geomorfológicos de la Unidad Hidrográfica Tambo han sido realizados por la Oficina del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos - OSNIRH - de la Autoridad Nacional del Agua y complementados con estudios realizados por la Empresa ATA.

### 2.2.1 Área de la cuenca (A)

Se refiere al área proyectada sobre un plano horizontal, medida con un planímetro, dentro de los límites de la cuenca siguiendo la línea del divortium acuarium.

El área de la cuenca tiene importancia porque:

Sirve de base para la delimitación de otros elementos: parámetros, coeficientes, relaciones, etc.

Por lo general los caudales de escurrimiento crecen a medida que aumenta la superficie de la cuenca.

El crecimiento del área actúa como un factor de compensación de modo que es más común detectar crecientes instantáneas y de respuesta inmediata en cuencas pequeñas que en las grandes cuencas.

**Cuadro 04**  
**Área de la cuenca**

ÁREA DE LA CUENCA TAMBO (Km <sup>2</sup> )
12 953.36

Fuente: OSNIRH - ANA

## 2.2.2 Perímetro, longitud y ancho de la cuenca

### ▪ *Perímetro*

Es la longitud del límite exterior de la cuenca y depende principalmente del área y la forma de la cuenca. La medida del perímetro equivale al trazo que se realiza sobre en la parte del agua de la cuenca hidrográfica.

En el cuadro siguiente, se detalla el perímetro de la cuenca para el sector de interés.

**Cuadro 05**  
**Perímetro de la cuenca**

PERÍMETRO DE LA CUENCA TAMBO (km)
892.69

Fuente: OSNIRH - ANA

### ▪ *Longitud*

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

**Cuadro 06**  
**Longitud de cauce principal**

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (Km)
276

Fuente: OSNIRH – ANA, Elaboración propia

▪ **Ancho**

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

$$Ap = A / L$$

Donde:

Ap = Ancho promedio de la cuenca (km).

A = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

L = Longitud del cauce principal (km).

**Cuadro 07**  
**Ancho de la cuenca**

ANCHO DE LA CUENCA TAMBO (Km)
46.93

Fuente: OSNIRH – ANA, Elaboración propia

### 2.2.3 Pendiente predominante del cauce

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de una cuenca, es muy importante en el estudio del comportamiento del recurso hídrico, como por ejemplo, para la determinación de las características óptimas de su aprovechamiento hidroeléctrico, o en la solución de problemas de inundaciones.

La Pendiente Media del río ( $I_c$ ), es un parámetro empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos, y se determina – para tramos cortos - mediante la siguiente relación entre el desnivel que hay entre estos dos puntos extremos y la proyección de su longitud:

$$I_c = (HM - Hm) / (1000 * L)$$

Dónde:

$I_c$  = Pendiente media del río;

L = Longitud del río, en km;

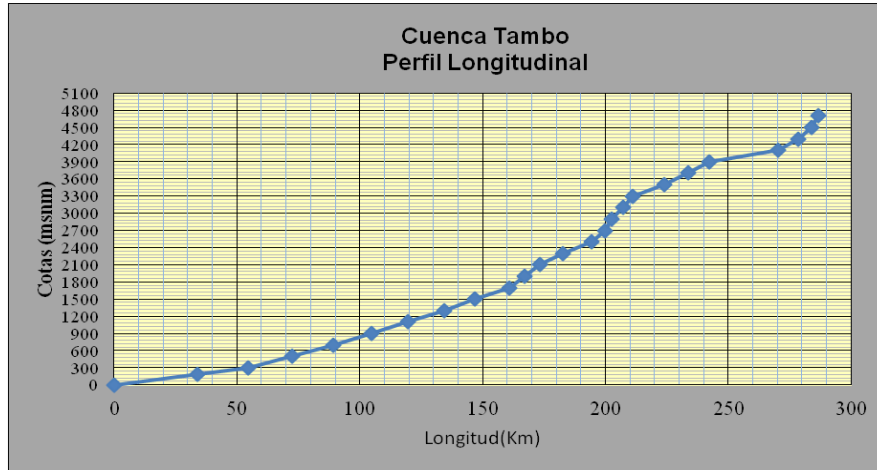
HM, Hm = Altitud máxima y mínima del lecho del río, referidas al nivel medio de las aguas del mar, en m.

La pendiente del cauce principal es de 0.017

### 2.2.4 Perfil Longitudinal del Curso Principal

La importancia de conocer el perfil longitudinal del curso principal radica en que nos proporciona una idea de las pendientes que tiene el cauce, en diferentes tramos de su recorrido, y que es un factor de importancia para ciertos trabajos, como control de las aguas, puntos de captación y ubicación de posibles centrales hidroeléctricas.

GRAFICO 01 Perfil longitudinal del curso de agua



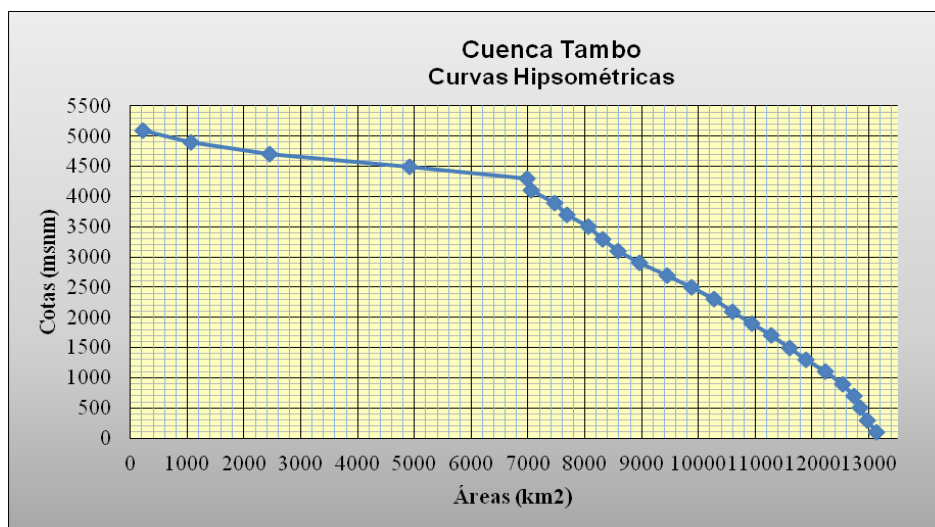
Fuente: ATA

### 2.2.5 Curva Hipsométrica

Se define como curva hipsométrica a la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, construida llevado en el eje de las abscisas longitudes proporcionales a las superficies proyectadas en la cuenca ( $\text{Km}^2$ ) o en porcentaje, comprendidas entre curvas de nivel consecutivas hasta alcanzar la superficie total; llevando en el eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas.

La curva hipsométrica es de importancia porque permite conocer cómo se distribuye el área de una cuenca a distintos niveles topográficos, a fin de comparar características de almacenamiento y flujo entre cuencas.

GRAFICO 02 Curva Hipsométrica



Fuente: ATA



### 2.2.6 Altitud media de la cuenca

La altitud media de una cuenca es aquella para la cual el 50% del área de la cuenca está situada por encima y el 50 % está situado por debajo.

En el cuadro siguiente, se presenta la altitud media de la cuenca.

**Cuadro 08**  
**Altitud Media de la cuenca**

ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA TAMBO (msnm)
4 598

Fuente: OSNIRH - ANA

### 2.2.7 Coeficiente de compacidad (Kc)

Este está definido como la relación entre el perímetro P y el perímetro de un círculo que contenga la misma área de la cuenca hidrográfica, haciendo uso de la relación:

$$K_c = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$$

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

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

Cuando:

- Kc = 1 : tiempo de concentración menor, cuenca circular, mayor tendencia a crecientes;
- Kc = 2 : tiempo de concentración mayor, cuenca de forma alargada, menor tendencia a crecientes.

El coeficiente de compacidad de la cuenca del río Tambo es de 2.20, indica que la cuenca es de forma alargada debiendo estar menos expuesta a las crecientes.

### 2.2.8 Factor de forma (Kf)

Es parámetro adimensional y se define como el cociente entre el ancho promedio del área de la cuenca y la longitud. Haciendo uso de la relación Kf :  $A/L^2$ .

Donde:

A = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

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

El Factor de Forma determinado para la cuenca del río Tambo es de 0.17, lo cual explica que la cuenca es de forma alargada, y estaría menos sujeta a grandes crecientes.

### 2.2.9 Coeficiente Orográfico

Es la relación entre el cuadrado de la altitud media del relieve y la superficie proyectada sobre un plano horizontal. Expresa el potencial de degradación de la cuenca, crece mientras que la altura media del relieve aumenta y la proyección de la cuenca disminuye.

Si el valor es  $<6$  representa un relieve poco accidentado, propio de cuencas extensas y de baja pendiente

Si el valor es  $>6$  representa un relieve accidentado

El Coeficiente Orográfico determinado para la cuenca del río Tambo es de 0.0016, por lo que la cuenca es poco accidentada.

### 2.2.10 Rectángulo equivalente

Es una transformación geométrica en virtud de la cual se asimila la cuenca a un rectángulo que tenga el mismo perímetro y superficie.

**Cuadro 09**  
**Rectángulo Equivalente de la cuenca**

RECTANGULO EQUIVALENTE	
Lado Mayor (Km)	Lado Menor (Km)
415.14	31.20

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.11 Longitud total de la red

La longitud total de la red se ha calculado considerando las corrientes perennes y las intermitentes, incluyendo los cauces efímeros, es decir aquellos que solo llevan agua durante las lluvias.

La longitud es de 9,445.76 km.

### 2.2.12 Orden de los ríos

Se consideran ríos de primer orden, aquellos ríos portadores de aguas de nacimiento y que no tiene afluentes.

En cuadro adjunto se presenta el número total de cauces del Río Tambo para cada orden, según el método de Horton-Strahler.

**Cuadro 10**  
**Cauces por Orden de Ríos**

Número Total de cauces por Orden de los ríos	
Número de Orden	Cantidad
1	4,492
2	2,131
3	1,049
4	471
5	227
6	147
7	224
<b>Total</b>	<b>8,741</b>

Fuente: OSNIRH – ANA, Elaboración propia

Según el cuadro anterior se concluye en:

Cantidad de ríos de primer orden:        4,492.  
 Cantidad total de los ríos:                8,741  
 Grado de ramificación:                    Séptimo Orden

### 2.2.13 Longitud promedio de los ríos

En cuadro adjunto se presenta la longitud promedio de los cauces del Río Tambo para cada orden.

**Cuadro 11**  
**Longitud de Cauces por Orden de Ríos**

Longitud Promedio de todos los cauces para cada Orden	
Número de Orden	Longitud Promedio de Ríos (km)
1	1.07
2	1.17
3	1.11
4	0.95
5	0.96
6	0.8
7	0.9
<b>Total</b>	<b>6.96</b>

Fuente: OSNIRH – ANA, Elaboración propia

### 2.2.14 Relación de bifurcación

Es la relación entre el número total de cauces de cierto orden con el número total de cauces de orden inmediatamente superior

Conociendo el número total de cauces para cada una de las órdenes de los ríos, se puede obtener la relación de bifurcación para la cuenca del río Tambo.

En cuadro adjunto se presenta la relación de confluencia (RB) de la cuenca del río Tambo, la cual es el promedio de la relación de bifurcación de cada orden, el valor es menor a 3.

**Cuadro 12**  
**Relación de Bifurcaciones**

Relación de Bifurcaciones						
RB1	RB2	RB3	RB4	RB5	RB6	RB
2.11	2.03	2.23	2.07	1.54	0.66	1.77

Fuente: OSNIRH – ANA, Elaboración propia

### 2.2.15 Relación de longitudes

Es la relación entre la longitud promedio de cierto orden con la longitud promedio de los cauces de orden inmediato inferior.

Es un indicador de la capacidad de almacenamiento momentáneo de agua e influye en la cantidad instantánea de la componente de escorrentía directa, conocida como máxima avenida o caudal pico.

Los valores medios oscilan entre 3 y 5 en cuencas en las que se incrementan poco la longitud de los cauces.

En cuadro adjunto se presenta la relación de longitudes de los cauces del río Tambo.

**Cuadro 13**  
**Relación de Longitudes**

Relación de longitudes						
RL1	RL2	RL3	RL4	RL5	RL6	RL
0.91	1.05	1.17	0.99	1.2	0.89	1.04

Fuente: OSNIRH – ANA, Elaboración propia

La relación de longitud de la cuenca (RL) es el promedio de todas las relaciones de longitudes parciales, es de 1.04, que indica una cuenca alargada en la dirección del río de mayor orden.

### **2.2.16 Densidad de drenaje**

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua de una cuenca y su área total.

Si el valor se aproxima a 0.5 km/km<sup>2</sup> corresponde a una cuenca pobremente drenada

Si el valor se aproxima a 3.5 km/km<sup>2</sup> o mayores indican una red de drenaje eficiente, lo cual genera grandes volúmenes de escurrimiento mayores, al igual que mayores velocidades de desplazamiento de las aguas, lo que aumentara de manera proporcional los niveles de erodabilidad.

La densidad de drenaje para la cuenca del río Tambo es de 0.7292 km/km<sup>2</sup>, lo cual implica que no tiende a presentar problemas de erosión por causa de la escorrentía.

### **2.2.17 Índice de torrencialidad**

Relaciona el número de corrientes de primer orden y el área total de la cuenca. Este índice es utilizado para definir el carácter torrencial de una cuenca.

El índice de torrencialidad calculado es 0.3468 /km<sup>2</sup>

### **2.2.18 Tiempo de concentración**

Se define como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida de interés la gota de lluvia caída en el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca.

El tiempo de concentración calculado es 0.123754 horas (7.43 minutos).

## **2.3 Características Climatológicas**

Por su ubicación respecto al nivel medio del mar, la estación meteorológica representativa de las condiciones climáticas del valle de Tambo, es la estación Pampa Blanca. Está ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Islay, Distrito de Cocachacra. Las variables climáticas en ella registrada son los siguientes: Temperatura y Humedad Relativa (1975-1989), Horas de sol (1984-1989) y Velocidad de vientos (1986-1989).

La cuenca del río Tambo, se caracteriza por presentar condiciones térmicas variables, cálidas en los sectores más bajos y frío en las planicies andinas, donde se observan algunos picos con nieve permanente.

### Cuadro 14

#### Valores medios mensuales de las principales variable climatológicas en el valle de Tambo (Registros de la Estación Pampa Blanca)

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
Temperatura media °C	23,5	24,0	23,3	21,2	19,1	17,3	16,4	16,5	16,8	18,5	20,4	22,3	19,9
Humedad Relativa %	75	75	78	79	80	81	81	80	81	78	75	74	78
Velocidad m/s	3,80	3,80	3,70	3,33	3,58	3,65	3,38	3,83	3,70	3,60	2,80	2,83	3,50
Velocidad Km/día	328	328	320	287	309	315	292	330	320	311	242	245	302
Horas de sol	7,0	7,9	7,1	6,9	5,2	4,6	4,6	4,5	4,0	5,3	5,7	6,6	5,8
Evaporación mm/día	3,10	3,40	3,03	2,57	2,19	1,86	1,95	1,92	1,86	2,41	2,87	3,28	2,54
ETP mm/día	4,7	4,8	4,2	3,4	2,6	2,2	2,2	2,5	2,7	3,4	3,9	4,3	3,4

### 2.3.1 Precipitación

El régimen pluviométrico de la región es de tipo monomodal, con precipitaciones máximas durante el año entre los meses de diciembre y marzo, y precipitaciones pequeñas entre mayo a septiembre. Por lo tanto, podemos decir que destacan dos periodos: uno lluvioso y otro invernal con precipitaciones escasas.

El período lluvioso en la región varía entre 4 y 6 meses: El inicio del período lluvioso en fluctúa entre los meses de octubre a diciembre y el final entre los meses de enero a marzo.

El periodo seco es de abril a setiembre

La distribución asimétrica de la precipitación sobre los flancos oriental y occidental de los Andes Centrales y sobre el altiplano, encuentran su explicación en la posición de las masas de aire que forman anticiclones tanto en el Pacífico como en el Atlántico. En la costa el aire calmo del borde oriental del anticiclón del Pacífico Sur y la corriente de Humboldt, que contiene humedad en una inversión fría a nivel del mar, actúan juntos impidiendo la generación de tormentas y determinan la condición desértica de la región costera.

Por lo antes señalado, el valle de Tambo, al igual que toda la costa peruana, es una zona desértica, donde la agricultura no es posible sin riego. La oferta de agua para todos los tipos de usos en este valle proviene de la parte alto-andina de la cuenca del río Tambo.

### **2.3.2 Temperatura**

El clima en la cuenca del río Tambo es variado.

La temperatura promedio anual alcanza, un máximo de 24° C en febrero y 16.4 °C en julio.

### **2.3.3 Humedad Relativa**

La humedad relativa tiene poca influencia, entre un mínimo de 74% para diciembre y un máximo de 81% para junio a setiembre y un promedio anual de 78%.

## **2.4 Características Geológicas**

Según INGEMMET, las unidades geológicas que afloran en la zona de estudio comprenden rocas sedimentarias y metamórficas así como ocasionales afloramientos de rocas intrusivas en los alrededores, con edades que fluctúan entre el Paleozoico Inferior y el Cuaternario Reciente<sup>1</sup>.

En el aspecto estructural, las rocas existentes en la Cuenca del río Tambo han sufrido diferentes fases tectónicas que han modificado su posición y estructura original habiéndolas fallado, fracturado y plegado, incidiendo en alguna manera en sus características litológicas, geodinámicas y geotécnicas.

En el sector, se han diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas: Faja Cordillera de la Costa, Planicie costanera, Valle estrecho inundable, Valle cañón, Colinas disectadas y Faja Litoral.

## **2.5 Red de Drenaje**

El río Tambo tiene sus orígenes en la confluencia de los ríos Paltiture e Ichuña y discurre en dirección aproximadamente Norte-Sur hasta la confluencia con el río Carumas (cuenca de 633 km<sup>2</sup>) en la margen izquierda. El río Carumas soporta un área de irrigación de aproximadamente 1,800 ha (INADE, 2001).

Hasta su confluencia con el río Carumas, el río Tambo recibe dos tributarios sobre la margen izquierda, el río de Curo y el río Coalaque. El río Coalaque (cuenca de 2,512 km<sup>2</sup>) está formado por los ríos Titire, Vizcachas y Chilota. A partir de la confluencia con el río Carumas, el río Tambo escurre en dirección Noreste- Sudoeste hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Los principales afluentes que recibe en este tramo son el río Pachas sobre la margen izquierda, y el río Omate y las quebradas Espino, Huayrondo y Linga, todos sobre la margen derecha. Estas dos últimas quebradas se encuentran en el ámbito de estudio ubicadas en la provincia de Islay.

---

<sup>1</sup> INGEMMET. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

## 2.6 Zonas de Vida y Unidades de Conservación

Las características bio-climáticas dan lugar a la formación de diversos ámbitos conocidas como Formaciones Ecológicas o Zonas de Vida.

La zonificación de las formaciones ecológicas tiene como objeto mostrar espacios con características similares mediante parámetros de temperatura, precipitación, evapotranspiración, y la composición florística que se desarrollan en dichos espacios.

Ver detalle en el siguiente cuadro 15 y Mapa 02:

**Cuadro 15 Zonas de Vida**

<b>Características de las Zonas de Vida</b>		
<b>Símbolo</b>	<b>Zona de Vida</b>	<b>Área (Km²)</b>
dd-S	desierto desecado - Subtropical	507
dd-Tc	desierto desecado - Templado cálido	56
dp-MBS	desierto perárido - Montano Bajo Subtropical	26
dp-Tc	desierto perárido - Templado cálido	122
ds-MBS	desierto superárido - Montano Bajo Subtropical	85
ds-S	desierto superárido - Subtropical	480
ds-Tc	desierto superárido - Templado cálido	125
md-MBS	matorral desértico - Montano Bajo Subtropical	0
md-Tc	matorral desértico - Templado cálido	100
<b>TOTAL</b>		<b>1,500</b>

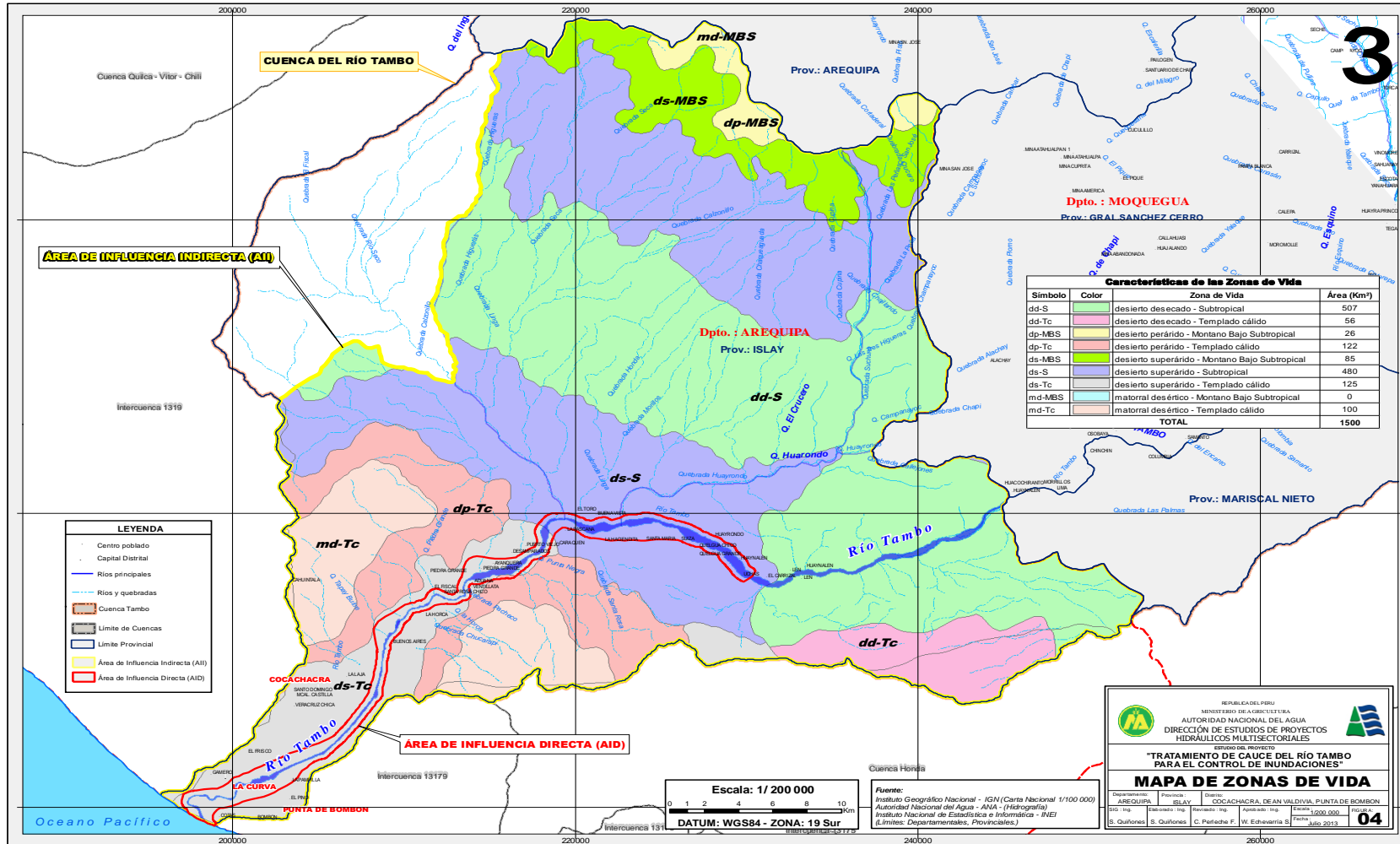
*Fuente: MINAG. Dirección General de Asuntos Ambientales – DGAA*

La vegetación es muy escasa, solamente a lo largo de los cauces y orillas de los ríos secos se encuentran arbustos xerófilos y especies halófilas distribuidas en pequeñas manchas verdes dentro del extenso arenal. El uso de la tierra es posible pero mediante el uso de una tecnología de riego.

Según Cabrera (1980), el área de estudio, corresponde a la provincia del desierto, caracterizada por ser una zona muy seca, donde la vegetación falta casi por completo.



Mapa 02. Mapa de Zonas de Vida



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

## 2.7 Sistema Nacional de Áreas Protegidas

El Santuario Nacional Lagunas de Mejía, es un área natural protegida por el estado es una de las 4 zonas protegidas con influencia marina y reconocida dentro de la EBA 052<sup>2</sup>. Esta área natural es sumamente importante no sólo para las aves residentes, sino también para las aves migratorias que anualmente llegan a este lugar concentrándose en algunos casos en varios miles de individuos.

## 2.8 Clasificación Climática de acuerdo a Koppen

Dentro de la cuenca del río Tambo, de acuerdo a los criterios de W. Koppen, et al, se distinguen 3 tipos de clima: (i) Clima semicálido muy seco (Desértico o Árido subtropical), (ii) Clima templado sub-húmedo (Estepa y valles interandinos bajos) y (iii) Clima frío o Boreal (Valles mesoandinos).

### (i) Zona de clima semi cálido seco (desértico o árido subtropical)

Este tipo de clima corresponde a toda la zona comprendida entre el litoral del Pacífico y los 2000 m.s.n.m. se distingue por tener un clima con precipitación promedio anual de 150 mm y temperaturas medias decrecientes con la altura, cuyo promedio anual es de 18 a 19 grados centígrados.

Las características climáticas de esta zona favorecen una cedula de cultivo muy diversificada.

### (ii) Zona de Clima Templado Sub-húmedo (Estepa y valles interandinos bajos)

Este tipo de clima, también conocido como “Clima de montaña baja”, es propio de la región de la sierra, principalmente de los valles interandinos bajos e intermedios, situados entre los 1000 y 3000 m.s.n.m.

En esta zona las temperaturas sobrepasan los 20°C y la precipitación promedio anual es menor a los 200 mm, aunque en las partes más elevadas, húmedas y orientales puede alcanzar y ocasionalmente sobrepasar los 300 mm.

Dada las condiciones de pluviosidad la agricultura requiere de riego suplementario permanente, para asegurar una producción rentable. Las condiciones térmicas favorecen el desarrollo de cultivos tropicales: cítricos, caña de azúcar y algodón en las partes más bajas y frutales de hueso, cereales y tuberosas en las partes más elevadas.

### (iii) Zona de clima frío o boreal (Valles Mesoandinos)

Este tipo de clima se da entre los 3000 y 4000 m.s.n.m.

Se caracteriza tener una precipitación anual promedio de 300 mm y temperatura anual promedio de 12°C.

---

<sup>2</sup> Especies de Distribución Restringida (EBAs). Las EBAs son áreas donde se concentran las especies de distribución restringida que ocupan áreas menores de 50,000 km<sup>2</sup>, y son vulnerables debido a su pequeño rango y consecuente pequeña población (Statterfield et al. 1998). La zona costera de Arequipa forma parte de la EBA.

El sector andino caracterizado por este tipo de clima, constituye el centro tradicional de la agricultura serrana de secano.

Los cultivos más representativos de esta zona son: cereales de grano chico (trigo, avena, cebada y centeno), las tuberosas y leguminosas comestibles como el haba. En las tierras más elevadas predominan los pastos naturales.

## 2.9 Características Socioeconómicas

### ▪ Aspectos de la Población

La población del área de estudio asciende a un total de 22,281 habitantes de los distritos de Cocachacra, Deán Valdivia y Punta de Bombón de la provincia de Islay que viene hacer el 1.93 % del total de la población del Departamento de Arequipa, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

**Cuadro 16**  
**Población del área de estudio del proyecto**

POBLACION SEGÚN SEXO								
Categorías	Distritos						Total	
	Cocachacra		Deán Valdivia		Punta de Bombón		Casos	%
	Casos	%	Casos	%	Casos	%		
Hombres	4,875	52.18	3,085	48.83	3,430	51.80	<b>11,390</b>	51.12
Mujeres	4,467	47.82	3,233	51.17	3,191	48.20	<b>10,891</b>	48.88
<b>TOTAL</b>	<b>9,342</b>	100.00	<b>6,318</b>	100.00	<b>6,621</b>	100.00	<b>22,281</b>	100.00

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 - XI de Población y VI de Vivienda

Elaboración Propia

### ▪ Población Urbana y Rural

La población del área de estudio; el 14.25 % se encuentra ubicada en la zona rural y el 85.75 % en la zona urbana, una descripción a detalle de estos datos se puede apreciar el siguiente cuadro:

**Cuadro 17**  
**Población urbana y rural del área de estudio del proyecto**

Áreas	Población		Distrito		
	Habitantes	%	Cocachacra	Deán Valdivia	Punta de Bombón
Urbana	19,107	85.75	7,557	5,172	6,378
Rural	3,174	14.25	1,785	1,146	243
<b>TOTAL</b>	<b>22,281</b>	<b>100%</b>	<b>9,342</b>	<b>6,318</b>	<b>6,621</b>

Fuente: Elaboración Propia, En Base Al Censo INEI 2007

▪ **Población por Edad y Sexo**

El área de estudio se caracteriza por tener una población relativamente joven entre varones y mujeres que fluctúan entre las edades de 5 a 34 años con el 51.38 % del total de la población y del total de la población del área de estudio el 51.12 % son varones y 48.88 % mujeres.

**Cuadro 18**  
**Población por edad y sexo del área de estudio del proyecto**

EDAD POR GRANDES GRUPOS	Distritos						Total		
	Cocachacra		Dean Valdivia		Punta de Bombón		Hombres	Mujeres	%
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres			
0 - 4 años	363	348	254	267	297	245	914	860	7.96
5- 34 años	2,441	2,287	1,612	1,784	1,686	1,638	5,739	5,709	51.38
35 - 59 años	1,531	1,335	883	865	1,015	909	3,429	3,109	29.34
Más de 60 años	540	497	336	317	432	399	1,308	1,213	11.31
<b>TOTAL</b>	<b>4,875</b>	<b>4,467</b>	<b>3,085</b>	<b>3,233</b>	<b>3,430</b>	<b>3,191</b>	<b>11,390</b>	<b>10,891</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 - XI de Población y VI de Vivienda

Elaboración Propia

▪ **Aspectos Educativos**

El área de estudio se caracteriza por tener una población con el 89.62% que si sabe leer, y en el distrito de Cocachacra se concentra el mayor porcentaje de la población que no sabe leer, escribir, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

**Cuadro 19**  
**Porcentaje de analfabetismo en el área de estudio**

Categorías	Distritos						Total	
	Cocachacra		Dean Valdivia		Punta de Bombón		Casos	%
	Casos	%	Casos	%	Casos	%		
Si Sabe	8,050	90.23	5,332	88.96	5,657	89.40	19,039	89.62
No sabe	872	9.77	662	11.04	671	10.60	2,205	10.38
<b>TOTAL</b>	<b>8,922</b>	<b>100.00</b>	<b>5,994</b>	<b>100.00</b>	<b>6,328</b>	<b>100.00</b>	<b>21,244</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 - XI de Población y VI de Vivienda

Elaboración Propia

▪ **Nivel Educativo**

Dentro del área de estudio, el 34.09 % de la población tiene secundaria completa, el 31.18 % tiene primaria completa, el 2.73 % tiene educación inicial, el 10.67 % no tiene nivel educativo, el 10.79 % no concluyo sus estudios superiores técnicos o universitarios y el 10.53 % tiene una carrera técnica o Universitaria.

**Cuadro 20**  
**Nivel educativo de la población beneficiaria**

Categorías	Distritos						Total	
	Cocachacra		Dean Valdivia		Punta de Bombón		Casos	%
	Casos	%	Casos	%	Casos	%		
Sin Inicial	908	10.18	648	10.81	711	11.24	<b>2,267</b>	10.67
Educación Inicial	250	2.80	169	2.82	162	2.56	<b>581</b>	2.73
Primaria	2,626	29.43	1,858	31.00	2,139	33.80	<b>6,623</b>	31.18
Secundaria	2,982	33.42	2,186	36.47	2,075	32.79	<b>7,243</b>	34.09
Superior No Universitaria Incompleta	645	7.23	349	5.82	356	5.63	<b>1,350</b>	6.35
Superior No Universitaria Completa	782	8.76	391	6.52	412	6.51	<b>1,585</b>	7.46
Superior Universitaria Completa	277	3.10	177	2.95	198	3.13	<b>652</b>	3.07
Superior Universitaria Incompleta	452	5.07	216	3.60	275	4.35	<b>943</b>	4.44
<b>TOTAL</b>	<b>8,922</b>	<b>100.00</b>	<b>5,994</b>	<b>100.00</b>	<b>6,328</b>	<b>100.00</b>	<b>21,244</b>	<b>100.00</b>
Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 - XI de Población y VI de Vivienda								
Elaboración Propia								

▪ **Servicios Educativos**

El ámbito de estudio cuenta con un total de 159 instituciones educativas de los diferentes niveles, de los cuales 39 son iniciales, 44 primarios y 22 secundarios, también se cuenta con 01 centro de educación especial.

**Cuadro 21**

INSTITUCIONES EDUCATIVAS POR UGEL ISLAY					
Item	Categorías	Instituciones Educativas			
		Publicas	Privados	Total	
		N°	N°	Casos	%
<b>TOTAL SISTEMA EDUCATIVO (A+B)</b>		<b>107</b>	<b>52</b>	<b>159</b>	<b>100.00</b>
<b>A.-</b>	Total Escolarizada (1+2+3)	<b>69</b>	<b>52</b>	<b>121</b>	<b>76.10</b>
<b>1.-</b>	Total Basica (a+b+c)	<b>67</b>	<b>44</b>	<b>111</b>	
	a.- Básica Regular	<b>63</b>	<b>42</b>	<b>105</b>	
	Educación Inicial	21	18	39	
	Educación Primaria	30	14	44	
	Educación Secundaria	12	10	22	
	b.- Básica Alternativa	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	
	Primaria de Adultos	0	0	0	
	Secundaria de Adultos	0	0	0	
	Educación Básica Alternativa	3	2	5	
	c.- Educación Básica Especial	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	
	Educación Especial	1	0	1	
<b>2.-</b>	Técnico Productivo	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	
	Técnico Productivo	2	8	10	
<b>3.-</b>	Superior No Universitaria	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	Pedagógico	0	0	0	
	Tecnológico	0	0	0	
	Artística	0	0	0	
<b>B.-</b>	Total Programas No Escolarizado	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>23.90</b>
	Inicial	38	0	38	
	Primaria de Adultos	0	0	0	
	Secundaria de Adultos	0	0	0	
	Especial	0	0	0	
Fuente: Gobierno Regional Arequipa - Gerencia Regional de Educación - Censo Escolar 2011					
Elaboración Propia					

▪ **Características de las Viviendas**

En el ámbito de intervención las viviendas están construidas el 51.65% con pared de ladrillo; el 9.42% con adobe, el 28.18% con quincha y el 10.76% de otro tipo de material como madera, estera, piedra con barro; con pisos de tierra en un 46.30%, cemento el 49.01% y otros pisos el 5.10% como maderas, laminas, losetas.

**Cuadro 22**  
**Características de las paredes en las viviendas en el área de estudio**

Categorías	Distritos						Total	
	Cocachacra		Dean Valdivia		Punta de Bombón		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Ladrillo o bloque de concreto	1,437	56.31	820	49.01	813	47.29	<b>3,070</b>	51.65
Adobe o Tapia	311	12.19	145	8.67	104	6.05	<b>560</b>	9.42
Madera	23	0.90	30	1.79	65	3.78	<b>118</b>	1.99
Quincha	623	24.41	464	27.73	588	34.21	<b>1,675</b>	28.18
Estera	110	4.31	193	11.54	110	6.40	<b>413</b>	6.95
Piedra con Barro	8	0.31	3	0.18	9	0.52	<b>20</b>	0.34
Piedra Sillar o Cemento	8	0.31	5	0.30	9	0.52	<b>22</b>	0.37
Otro	32	1.25	13	0.78	21	1.22	<b>66</b>	1.11
<b>TOTAL</b>	<b>2,552</b>	<b>100.00</b>	<b>1,673</b>	<b>100.00</b>	<b>1,719</b>	<b>100.00</b>	<b>5,944</b>	<b>100.00</b>
Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 - XI de Población y VI de Vivienda								
Elaboración Propia								

**Cuadro 23**  
**Características de los pisos en las viviendas en el área de estudio**

Categorías	Distritos						Total	
	Cocachacra		Dean Valdivia		Punta de Bombón		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Tierra	890	34.87	925	55.29	937	54.51	<b>2,752</b>	46.30
Cemento	1,512	59.25	687	41.06	714	41.54	<b>2,913</b>	49.01
Losetas, Terrazas	84	3.29	31	1.85	39	2.27	<b>154</b>	2.59
Parquet	7	0.27	8	0.48	6	0.35	<b>21</b>	0.35
Madera Entablados	31	1.21	4	0.24	19	1.11	<b>54</b>	0.91
Laminas Asfálticas	3	0.12	6	0.36	2	0.12	<b>11</b>	0.19
Otros	25	0.98	12	0.72	2	0.12	<b>39</b>	0.66
<b>TOTAL</b>	<b>2,552</b>	<b>100.00</b>	<b>1,673</b>	<b>100.00</b>	<b>1,719</b>	<b>100.00</b>	<b>5,944</b>	<b>100.00</b>
Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 - XI de Población y VI de Vivienda								
Elaboración Propia								

▪ **Abastecimiento de Agua**

En el área de estudio se tiene que el 75.26% de la población se abastece de agua dentro o fuera de su vivienda y el 12.95% del total de la población consume agua de río o acequias sin ningún tratamiento. Se resalta que en el Distrito de Deán Valdivia se obtienen porcentajes al 21.89% del total de la población del área de estudio que cuenta con agua potable dentro o fuera de su vivienda.

**Cuadro Nº 24**  
**Características del abastecimiento de agua en el área de estudio**

Categorías	Distritos						Total	
	Cocachacra		Dean Valdivia		Punta de Bombón		Casos	%
	Casos	%	Casos	%	Casos	%		
Red Pública Dentro de la Vivienda	1,581	61.95	1,301	77.76	1,401	81.50	4,283	72.06
Red Pública Fuera de la Vivienda	83	3.25	50	2.99	57	3.32	190	3.20
Pilón de Uso Público	23	0.90	79	4.72	57	3.32	159	2.67
Camión Cisterna	22	0.86	3	0.18	0	0.00	25	0.42
Pozo	164	6.43	58	3.47	111	6.46	333	5.60
Río, Canal, Acequia	620	24.29	113	6.75	37	2.15	770	12.95
Vecino	37	1.45	48	2.87	45	2.62	130	2.19
Otro	22	0.86	21	1.26	11	0.64	54	0.91
<b>TOTAL</b>	<b>2,552</b>	<b>100.00</b>	<b>1,673</b>	<b>100.00</b>	<b>1,719</b>	<b>100.00</b>	<b>5,944</b>	<b>100.00</b>

▪ **Servicio de Desagüe**

En el ámbito de intervención el 46.84% de la población cuenta con red de desagüe dentro o fuera de la vivienda, el 31.12% tiene pozo ciego, seguido por el 11.39% de la población que cuenta con pozo séptico, el 9.02% no cuenta con el servicio de desagüe, el 1.63% usa el río o la acequia. Se resalta que en el distrito de Dean Valdivia se han obtenido los porcentajes de 11.84% de la población que cuenta con red de desagüe dentro o fuera de la vivienda.

**Cuadro 25**  
**Servicio de Desagüe en la zona de estudio**

Categorías	Distritos						Total	
	Cocachacra		Dean Valdivia		Punta de Bombón		Casos	%
	Casos	%	Casos	%	Casos	%		
Red Pública de Desagüe Dentro de la Vivienda	1,078	42.24	655	39.15	870	50.61	2,603	43.79
Red Pública de Desagüe Fuera de la Vivienda	42	1.65	49	2.93	90	5.24	181	3.05
Pozo Septico	172	6.74	243	14.52	262	15.24	677	11.39
Pozo Ciego/Letrina	892	34.95	580	34.67	378	21.99	1,850	31.12
Río, Canal, Acequia	82	3.21	13	0.78	2	0.12	97	1.63
No Tiene	286	11.21	133	7.95	117	6.81	536	9.02
<b>TOTAL</b>	<b>2,552</b>	<b>100.00</b>	<b>1,673</b>	<b>100.00</b>	<b>1,719</b>	<b>100.00</b>	<b>5,944</b>	<b>100.00</b>
Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 - XI de Población y VI de Vivienda								
Elaboración Propia								



▪ **Servicio de Alumbrado**

En el área de estudio el 83.51% de la población cuenta con energía eléctrica y un 16.49% no cuenta con este servicio como muestra el siguiente cuadro.

**Cuadro 26**  
**Alumbrado a nivel distrital**

Categorías	Distritos						Total	
	Cocachacra		Dean Valdivia		Punta de Bombón			
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Si Tiene	1,984	77.74	1,458	87.15	1,522	88.54	<b>4,964</b>	83.51
No Tiene	568	22.26	215	12.85	197	11.46	<b>980</b>	16.49
<b>TOTAL</b>	<b>2,552</b>	100.00	<b>1,673</b>	100.00	<b>1,719</b>	100.00	<b>5,944</b>	100.00
Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 - XI de Población y VI de Vivienda								
Elaboración Propia								

▪ **Aspectos de Salud y Alimentación**

En el ámbito de estudio existen 09 establecimientos de salud, de los cuales dos son Centro de Salud de nivel I – 4, ubicados en los centros poblados de Cocachacra y Punta Bombón.

No cuentan con equipamiento suficiente como mobiliario e instrumentación medica, siendo insuficiente la infraestructura reducida para una adecuada atención a la población.

En la prestación de servicios de salud las actividades son principalmente recuperativas antes que preventivas y promocionales y no apuntan a los grupos de edad más vulnerables.

**Cuadro 27**  
**Datos de Salud en zona de estudio**

N°	Establecimiento de Salud	Tipo de Establecimiento	Clasificación	Categoría	Dirección
<b>Dstrito : Cocachacra</b>					
1	Cocachacra	Con Internamiento	Centro de Salud con Camas de Internamiento	I-4	Av. Libertad S/N
2	El Fiscal	Sin Internamiento	Centro de Salud sin Camas de Internamiento	I-1	Av. Fiscal - Carretera Panamericana
3	El Toro	Sin Internamiento	Centro de Salud sin Camas de Internamiento	I-1	Av. El Toro S/N
4	La Pascana	Sin Internamiento	Centro de Salud sin Camas de Internamiento	I-1	Plaza Principal
5	San Camilo 7	Sin Internamiento	Centro de Salud sin Camas de Internamiento	I-1	Irrigación San Camilo
<b>Dstrito : Dean Valdivia</b>					
6	Alto Ensenada	Sin Internamiento	Centro de Salud sin Camas de Internamiento	I-1	Calle N° 1 S/N
7	El Arenal	Sin Internamiento	Centro de Salud sin Camas de Internamiento	I-2	Calle San Isidro S/N
8	La Curva	Sin Internamiento	Centro de Salud sin Camas de Internamiento	I-3	Av. Dean Valdivia S/N
<b>Dstrito : Punta de Bombón</b>					
9	La Punta	Con Internamiento	Centro de Salud con Camas de Internamiento	I-4	Calle SanIsidro S/N
Fuente:Gobierno Regional Arequipa - Gerencia Regional Salud					
Elaboración Propia					

▪ **Tasa de Desnutrición**

El problema de la desnutrición esta principalmente relacionado al acceso a la alimentación de cada miembro de la familia. Este es influenciado por el nivel de ingreso de las familias, por la distribución de recursos al interior de la familia. El escaso conocimiento sobre el valor nutritivo de los alimentos y los requerimientos nutricionales proteico-calorías que debe de ser de 2,500 calorías unid/día y la proteínas de 90 gr./día y en el distrito es uno de los principales problemas el promedio de ingesta caloría diaria que es de 1,628 unidades calóricas y de 37gramos de proteínas, por los hábitos alimentarios que a la vez son influenciados por la comida chatarra que viene del norte y no valorar lo nuestro, como son las comidas a base de productos locales

▪ **Aspectos de la Población Económicamente Activa**

La población económicamente activa – PEA del ámbito de influencia del proyecto se dedica principalmente a la actividad agrícola, con un porcentaje de 53.93%, lo que implica que esta actividad es la principal fuente de ingresos, por ello el interés de los pobladores por proteger la infraestructura de riego y sus terrenos de cultivo.

La segunda actividad es el comercio, con el 10.68% de la población, constituida por comerciantes, básicamente con familias que cuentan con restaurantes, reparación de vehículos y pequeñas tiendas de abarrotes donde expende productos de primera necesidad, como son azúcar, arroz, sal, fideo y otros. De allí la necesidad de proteger carreteras de acceso principalmente la que conduce a Cocachacra.

Finalmente se tiene a los pobladores que se dedican a otras actividades como construcción, enseñanza, comunicaciones y manufactureras con un 29.96 % de la población.

**Cuadro 28**  
**Principales Actividades de la PEA**

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y ACTIVIDAD ECONOMICA	PEA		DISTRITOS		
	Total	%	Cocachacra	Dean Valdivia	Punta de Bonbóm
<b>Departamento: Arequipa Provincia: Islay</b>					
Agric., ganadería, caza y silvicultura	5,439	53.93	1,883	1,718	1,838
Pesca	211	2.09	88	53	70
Explotación de minas y canteras	158	1.57	141	5	12
Industrias manufactureras	392	3.89	242	89	61
Suministro de electricidad, gas y agua	22	0.22	16	2	4
Construcción	348	3.45	166	90	92
Comerc., rep. veh. autom.,motoc. efect. pers.	1,077	10.68	531	245	301
Hoteles y restaurantes	324	3.21	174	67	83
Trans., almac. y comunicaciones	397	3.94	225	77	95
Intermediación financiera	7	0.07	3	2	2
Activid.inmobil., empres. y alquileres	196	1.94	115	40	41
Admin.pub. y defensa; p. segur.soc afil	195	1.93	104	47	44
Enseñanza	319	3.16	152	75	92
Servicios sociales y de salud	73	0.72	33	20	20
Otras activ. serv.comun.soc y personales	140	1.39	45	28	67
Hogares privados con servicio doméstico	107	1.06	42	31	34
Actividad economica no especificada	133	1.32	34	23	76
Desocupado	548	5.43	252	161	135
<b>TOTAL</b>	<b>10,086</b>	<b>100</b>	<b>4,246</b>	<b>2,773</b>	<b>3,067</b>

Fuente : INEI - Censos Nacionales 2007 : XI de Población y VI de Vivienda

Elaboración propia

## 2.10 Infraestructura Vial (Puentes)

Se han identificado los siguientes puentes como parte de la infraestructura de cruce, los que se detallan a continuación:

### 1. Puente Freyre:

Puente construido aproximadamente en el año 1970, se ubica sobre el cauce del río Tambo, en el sector Montegrande,

El puente está ubicado en el Km 21+000 de la carretera Fiscal – Cocachacra – Mollendo. Une los distritos de Tambo con Punta Bombón de la provincia de Islay, departamento de Arequipa.

Geográficamente se ubica en las Coordenadas: 8 103 609 N – 0 204 858 E, tiene una longitud de 120 metros y una superestructura de 6 metros de ancho y apoyada en un sistema reticular. Este sistema reticular está apoyado a su vez en dos estribos y dos pilares centrales.

En abril del 2013 se verificó en campo una altura aproximada de 10.00m desde el espejo de agua hasta la viga del puente, la cual aunada a la gran cantidad de sedimentos existentes no permite discurrir las aguas del río Tambo con normalidad, en época de avenidas.

Estructuralmente el puente se encuentra en buen estado, sin embargo, se recomienda realizar continuamente la limpieza del cauce para evitar la colmatación ante una probable crecida del río.

**FOTOGRAFIA N° 1: Puente Freyre**



## **2. Puente Pampa Blanca:**

El puente de estructura metálica cruza el río Tambo en el Km 8+440 de la carretera Fiscal – Cocachacra. Este puente une los distritos de Huayopata y Santa Teresa, ambos, provincia de Islay, departamento de Arequipa, construido aproximadamente en el año 2002.

Geográficamente, se ubica en las Coordenadas: 8 110 312 N – 0 208 706 E. Tiene una longitud de 101.20 metros, ancho de 4.00 metros, y se apoya en un pilar central y dos estribos.

Se recomienda realizar protecciones de los estribos del puente aguas abajo y aguas arriba del río, especialmente en el estribo izquierdo.

Estructuralmente el puente se encuentra en buen estado, sin embargo, se recomienda realizar continuamente la limpieza del cauce para evitar la colmatación ante una probable crecida del río.

**FOTOGRAFIA N° 2: Puente Pampa Blanca**



### **3. Puente Santa Rosa:**

El puente está ubicado sobre el cauce del río Tambo en el Km 21+000 de la carretera Fiscal – Cocachacra - Mollendo, provincia de Islay, departamento de Arequipa.

Puente de concreto, de una superestructura de 6.00 metros de ancho y apoyada en dos estribos y dos pilares centrales. Tiene una longitud de 120 metros, construido aproximadamente en el año 1970.

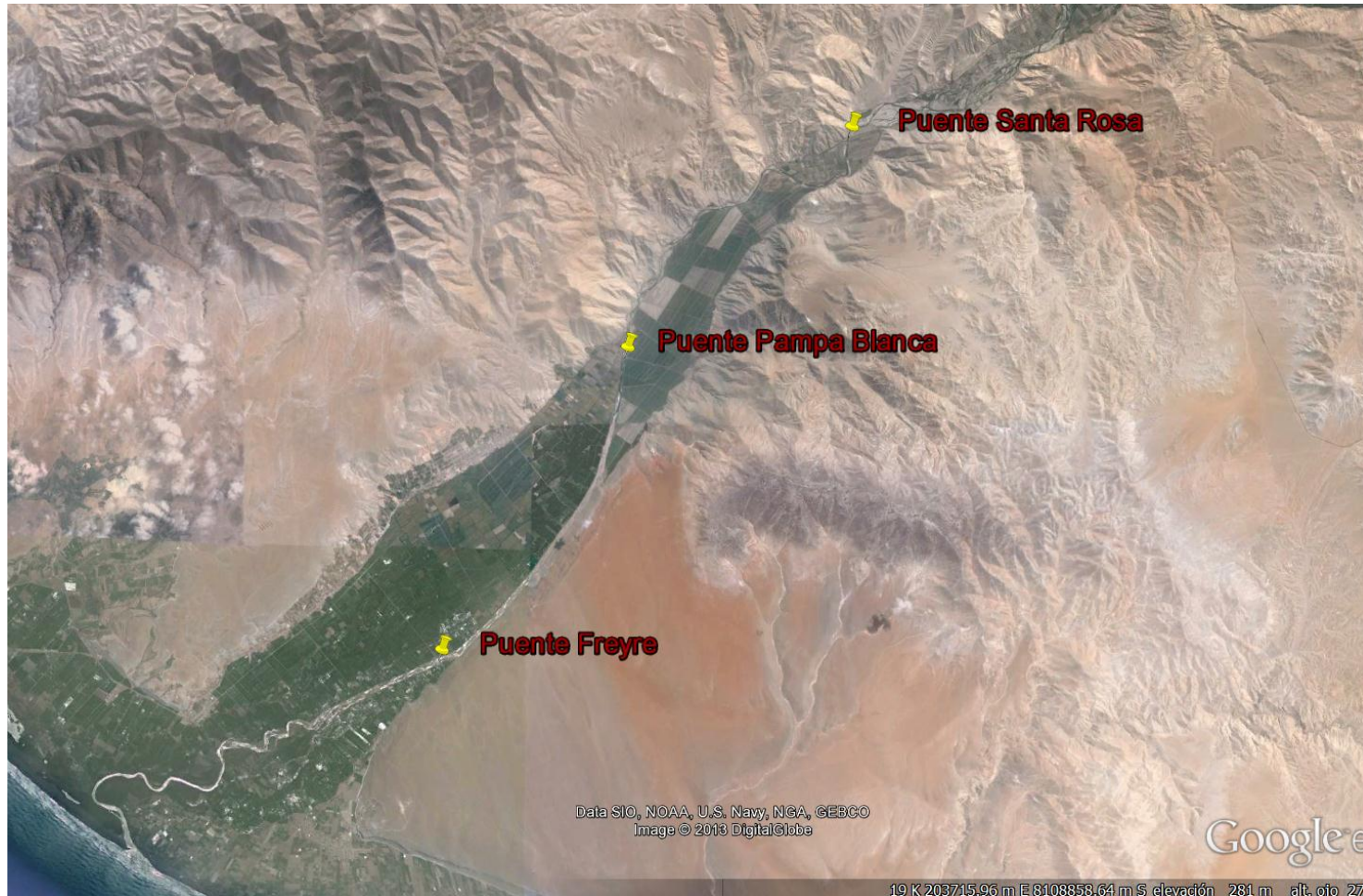
Geográficamente, se ubica en las Coordenadas: 8 115 246 N – 0 213 484 E.

Estructuralmente el puente se encuentra en buen estado, sin embargo, se recomienda realizar continuamente la limpieza del cauce para evitar la colmatación ante una probable crecida del río.

**FOTOGRAFIA N° 3:** Puente Santa Rosa



Mapa 03: Ubicación de Puentes



## CAPITULO 3: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### 3.1 GENERALIDADES

El presente informe describe la interpretación y adecuación de las investigaciones geotécnicas existentes del área de estudio (Cuenca baja del río Tambo), orientada a proporcionar la información geológica e Ingeniería Geológica requerida para elaborar el Estudio “Tratamiento de Cauce del Río Tambo para el Control de Inundaciones”.

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

- Revisión de la Información Técnica existente.
- Descripción de la Geología Regional (Geomorfología, Litología, Procesos geológicos y Sismicidad).
- Descripción de Investigaciones Geotécnicas existentes.
- Determinación de Áreas Probables para canteras.

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, Zonas Críticas por peligros geológicos y/o geohidrológicos, Investigaciones Geotécnicas y evaluación de áreas probables para canteras).

Se acompaña al presente informe con cuadros, tablas, planos geológicos, de ubicación, sísmicos, y otros.

Geográficamente la Cuenca del río Tambo se encuentra comprendida entre los paralelos 16° 00' y 17° 15' de latitud sur y entre los meridianos 70° 30' y 72° 00' de longitud oeste.

Está ubicada en el flanco suroccidental de la Cordillera de los Andes, limita por el Norte con la Cuenca Quilca-Vítor-Chili, Cuenca Camaná, Cuenca Illpa y Cuenca Coata; al sur con la cuenca Locumba, Cuenca Ilo-Moquegua y cuenca Honda; al este con la Cuenca llave y al Oeste con la Intercuenca 1319 y el Océano Pacífico.

La red hidrográfica de la cuenca del río Tambo, tiene como cauce principal al río Tambo, el cual se desplaza de noreste a suroeste, tiene una longitud de 300 km, iniciándose a los 5 000 msnm, en la unión de los ríos Ichuña y Paltitue; aguas abajo por la margen izquierda recibe el aporte de dos (02) importantes cuencas: Coralaque (Subcuencas Chilota, Titire y Vizcachas) y la cuenca Carumas y por la margen derecha recibe los aportes de las cuencas de los ríos Ubinas y Omate, éste último tiene como principales afluentes el Vagabundo y Puquina-Esquino.

### 3.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA EXISTENTE

La zona ha sido objeto de estudios geológicos anteriores, en tal sentido se procedió a la revisión y evaluación de la información geológica existente, a continuación se hará una breve descripción de cada estudio revisado:

- Boletín N° 05 “Geología de los Cuadrángulos de Punta Bombom y Clemesí”. Bellido E. & Guevara C. – 1963 / INGEMMET.
- Boletín N° 19 “Geología de los Cuadrángulos de Mollendo y La Joya”. Garcia W. – 1968 / INGEMMET.

- Reporte Preliminar de Zonas Críticas por Peligro Geológico Cuenca río Tambo. Nuñez S. 2012 / INGEMMET.
- Boletín N° 27 “Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 2”. Dirección Geología Ambiental – 2002/ INGEMMET.
- Evaluación de Peligros del Valle de Tambo - 2001 / Convenio UNAS – INDECI
- Boletín N° 22 “Estudio Geológico Geotécnico de la Región Suroccidental del Perú” Zavala B. y Nuñez S. – 1999 / INGEMMET.

La zona materia del presente estudio se localiza en los cuadrángulos de Joya y Punta Bombón, sector en donde predominan rocas de naturaleza sedimentaria, intrusiva y volcánica.

### **3.3 GEOLOGÍA REGIONAL**

El sistema actual de la cuenca del río Tambo, es el resultado de diversos eventos que han dado lugar a la depositación de sedimentos de facies marinas y continentales, así como eventos plutónicos y volcánicos.

Las unidades litológicas que afloran en el ámbito del estudio varían en edad desde el Paleozoico hasta el Cuaternario reciente corresponden a secuencias sedimentarias clásticas y carbonatadas, facies metamórficas, plutones intrusivos; depósitos lávicos y flujos piroclásticos volcánicos asociados a un vulcanismo que tuvo lugar durante el Paleógeno - Neógeno.

#### **3.3.1 Unidades geomorfológicas**

Las unidades geomorfológicas en la zona estudiada (cuenca baja del río Tambo), se encuentran condicionadas a factores fundamentales como la Tectónica antigua y reciente, la litología, el clima y las pendientes del terreno.

En el sector, se han diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas: Faja Cordillera de la Costa, Planicie costanera, Valle estrecho inundable, Valle cañón, Colinas disectadas y Faja Litoral.

A continuación se hace la descripción de cada una de ellas:

##### **a. Faja Litoral (FC)**

Unidad geomorfológica limitada por el flanco occidental de la Cordillera de la Costa y la línea de playa, zona angosta de dirección sureste a noroeste presenta franjas delgadas de playa y sectores de acantilados, con altitudes que van desde los 30 hasta los 100 m., por rocas metamórficas del Complejo basal, intrusivas y sedimentarias. De sur a norte se observan geoformas de acumulación marina que consisten en playas de arena, terrazas marinas y barras litorales.

##### **b. Cordillera de la Costa (Cc)**

Conformada por remanentes de afloramientos rocosos antiguos que van desde el precámbrico al Paleozoico superior, se distribuyen paralelamente al litoral con orientación sureste a noroeste.

Por la naturaleza de las rocas que la conforman presenta drenaje subdendrítico a subparalelo, su relieve varía según su ubicación así tenemos en el frente occidental que



da al océano es muy accidentado y forma acantilados con alturas que varían de 50 a 100 m.

### **c. Pampa Costanera (Pc)**

Unidad desarrollada entre el flanco oriental de la Cordillera de la Costa y la depresión tectónica Ica – Nasca hacia el norte y el Flanco andino occidental hacia el sur. Se trata de una superficie de acumulación de depósitos eólicos (dunas y mantos de arena), depósitos de sedimentos volcanoclásticos, relictos de la antigua Cordillera de la Costa, tiene un ancho comprendido entre 5 y 40 km, con elevaciones promedio de 200 a 1200 m.

### **d. Valles**

Los ríos que drenan en dirección al océano Pacífico labran su cauce en las partes altas del flanco andino occidental, continuando por la planicie costanera hasta su desembocadura en el océano.

**Valle Inundable (Vei)** Los flancos de estos valles son empinados y escarpados en algunos sectores, según el tipo de litología que atraviesan; sin embargo, sus flancos pueden estar suavemente inclinados a medida que se aproximan al litoral.

**Valle Cañón (Vc)** Constituida por zonas encajonadas y profundas, en forma de “V”, con paredes verticales y laderas abruptas, labradas en rocas del flanco andino occidental y del flanco andino oriental, donde los ríos siguen controles estructurales y litológicos, las cajas son angostas con materiales de grandes dimensiones en el cauce, como bolos y bloques de roca provenientes de derrumbes en las paredes, producto de lluvias, erosión en las márgenes, fracturamiento de rocas y sismos.

### **e. Colinas disectadas (Coldi)**

Unidad geomorfológica se encuentra limitada por la Cordillera de la Costa, el flanco andino occidental y la unidad de flujos piroclásticos, con alturas por debajo de 2500 msnm., presenta un relieve ondulante, colinoso y en algunos sectores plano, está constituido por areniscas, conglomerados y rocas volcánicas tipo tobas que dan origen a patrones de drenaje paralelo, las laderas presentan pendientes moderadamente suaves.

Ver **Mapa N° 01 Unidades Geomorfológicas** *Ámbito del estudio.*

### **3.3.2 Litología y Estratigrafía**

A nivel regional y basado en la información geológica existente, en el área de estudio se han reconocido unidades litoestratigráficas cuyas edades se encuentran comprendidas desde el Paleozoico al Cuaternario reciente.

A continuación, se hace una breve descripción de las unidades litoestratigráficas, observadas en el área de estudio:

#### **Grupo Cabanillas (D-ca)**

El Grupo Cabanillas se encuentra constituido por una intercalación de areniscas y lutitas micáceas en estratos medianos. Por las evidencias paleontológicas halladas en los

afloramientos y en base a las relaciones de correlación estratigráficas, la edad del grupo Cabanillas corresponde al Devónico.

#### **Formación Chocolate Inferior (TsJi-cho-i)**

Corresponde a rocas volcánicas conformadas por coladas de andesitas basálticas y dacitas de textura afanítica, ambas grises oscuras en estratos que varían desde 0.30 a 4.0 m. de espesor. Se le asigna una edad del Triásico superior.

#### **Super Unidad Punta Coles (Jim-pc/di-gd)**

Constituidas por dioritas y granodioritas con cristales desarrollados de hornblenda, algunas monzonitas y granitos. Unidad de edad Jurásica inferior.

#### **Super Unidad Yarabamba (KsP-ya/di-gd)**

Esta super unidad está constituida por diorita, monzodiorita, monzonita y granodiorita. Se le asigna una edad del Paleoceno.

#### **Formación Moquegua Superior (PN-mo-s)**

Litológicamente se compone en la base de un conglomerado volcánico brechiforme y compacto, con cantos que varían de 1 a 15 cms. de diámetro cementados por material tufácea; sobre estos conglomerados siguen hacia arriba areniscas grises de grano grueso intercaladas con tufos redepositados. Se le asigna una edad del Oligoceno.

#### **Formación Millo(Np-mi)**

Esta unidad litoestratigráfica está compuesta por intercalaciones de areniscas y limolitas, con algunos lentes conglomerádicos, las facies conglomerádicas y las barras arenosas registran la dinámica fluvial del río Tambo.

A esta unidad se le asigna una edad del Mioceno superior al Plioceno inferior.

#### **Depósitos cuaternarios**

**Depósitos Fluviales (Qh-fl)** Constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa. Se hallan en el cauce del río Tambo como depósitos inconsolidados, presentan una permeabilidad alta.

**Terrazas marinas (Qh-ma)** Conglomerados y gravas inconsolidadas con intercalaciones de bancos y lentes de arena, arcilla y ocasionalmente de tufos volcánicos. El material está formado principalmente por cantos redondeados, subredondeados y angulosos de diferentes clases de rocas volcánicas y en cantidades muy subordinadas se encuentran rodados de gneis, diferentes tipos de rocas intrusivas, cuarcitas y calizas.

El **Mapa N° 02** muestra las unidades litológicas reconocidas en la cuenca baja del río Tambo.

### **3.3.3 Geología Estructural**

El área del presente estudio está caracterizada por presentar suaves plegamientos y fuerte fallamiento del tipo tensional. Las rocas antiguas de la Cadena Costanera se encuentran dislocadas en bloques por varios sistemas de fallas. Los principales rasgos estructurales en el sector corresponden a:

1. Una depresión tectónica longitudinal aproximadamente paralela al litoral Pacífico, enmarcada entre la cadena costanera y el pie de las estribaciones de los andes occidentales.

2. Fallamientos de tipo normal (longitudinales y perpendiculares a la costa), que han producido fracturamientos en bloques.

En el sector también han sido reconocidos aspectos estructurales menores que ofrecen las diferentes formaciones geológicas y los cuerpos intrusivos. No se han observado fallas activas que coincidan con el lado oriental de la Cordillera de la Costa para considerar a la depresión como un graben pero tampoco se descarta esta posibilidad, por lo que se recomienda realizar un programa de investigaciones de campo, que confirmen las características estructurales del sector.

### **3.3.4 Sismicidad**

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la Norma Técnica de Construcciones E-030, 1989, la Cuenca Baja del río Tambo se ubica en la Zona III (Ver **Mapa Nº 03** “Zonificación Sísmica del Perú”), la cual se caracteriza por una actividad Sísmica Alta, se recomienda adoptar en los diseños Sismo-Resistentes, el siguiente parámetro:

$$\text{Factor de Zona} = 0.40 \text{ Factor (g)}$$

El **Mapa Nº 04** Máximas Intensidades Sísmicas del Perú, elaborado por ALVA et al (1994), muestra las intensidades máximas que prevalecen en la Cuenca del río Tambo del orden de IX (MM).

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

### **3.4 Peligros Geológicos Registrados**

En la cuenca baja del río Tambo, según la información técnica existente se han registrado los siguientes peligros geológicos y geohidrológicos: caídas de rocas, inundaciones fluviales, procesos de erosión fluvial, procesos de erosión de ladera, flujos (flujos de detritos y flujos de lodo) y derrumbes. De dicho inventario se obtuvo la estadística de la cual se establece que en el área de estudio existe una mayor frecuencia de caídas de rocas e inundaciones fluviales; y en menor cantidad se registraron arenamientos y derrumbes.

A continuación, se hace una descripción general de los peligros geológicos registrados en el área estudiada.

#### **Caídas de Rocas**

Desprendimiento de una masa rocosa de un talud a través de saltos, rodando, etc. Se producen en rocas intrusivas, volcánicas y/o sedimentarias, ampliamente diaclasadas y alteradas que dejan numerosos bloques libres en estado de equilibrio crítico, las que se activan por la fuerza de gravedad, lluvias torrenciales o movimientos sísmicos.

Estos peligros se presentan en los parajes de La Pampilla, El Arenal, La Laja, Yamayo, Cerro Ventillana, Puente El Fiscal, Puerto Viejo y La Haciendita; con pendientes medias que varían de 20°-35° y fuertes de 35° - 50°.

### **Inundaciones Fluviales**

Proceso geohidrológico, provocado por el régimen de descargas del río Tambo que presenta crecientes en épocas de lluvias. La zona más afectada es la parte baja de la cuenca en donde las terrazas fluviales y/o aluviales no son lo suficientemente altas para proteger las riberas de los ríos.

En el área de estudio, las inundaciones fluviales han tenido lugar aguas abajo de Pampa Blanca, en el sector de Chucarapi, Checa Alta y Puente Fiscal; con pendientes muy bajas < a 5°.

### **Erosión**

En la cuenca del río Tambo es frecuente la erosión de laderas y la erosión fluvial.

Erosión de Laderas se manifiesta a manera de surcos y cárcavas en laderas de valles y altiplanicies. Comienzan con canales muy delgados y profundidades menores a 1 m, que a medida que persiste la erosión, pueden profundizarse a decenas de metros. Este fenómeno sucede por infiltración de precipitaciones pluviales en suelos sueltos y desprovistos de vegetación. Es perjudicial para la agricultura, el paisaje y puede llegar a afectar carreteras y canales.

La erosión en laderas se han manifestado en los sectores Pampa Tambo y Asociación Nueva Molina, sectores con pendientes medias de 20° - 35° y bajas de 5° - 20°.

Erosión Fluvial o de riberas debido a que el río Tambo es de régimen irregular y torrencioso, en épocas de creciente incrementa su caudal con el consiguiente arrastre de material que actúa como agente erosivo de sus riberas. Esto ocurre mayormente en zonas de mayor velocidad de circulación, meandros y zonas con presencia de rocas de menor resistencia; en una acción dinámica que afectan obras de ingeniería civil, puentes, carreteras; centros poblados u obras de infraestructura de riego como bocatomas y canales.

Los sectores con erosión de riberas son:

- ✓ Puente Pampa Blanca,
- ✓ Puente Fiscal,
- ✓ Sector Uchas y
- ✓ Quelgua Chica (Aguas arriba).

### **Flujos**

Se llama así al proceso, que corresponde a un movimiento de material rocoso y/o suelo, que muestra un comportamiento semejante a un fluido. Puede ser rápido o lento; saturado o seco.

Flujo de detritos Son flujos masivos o canalizados de fragmentos y escombros de regular magnitud. Frecuentemente ocurren en laderas de fuerte pendiente, por efecto combinado de la gravedad y la lluvia que ocasionan la pérdida de cohesión interna del suelo, conduciéndolo de estado plástico a líquido y haciendo que este se desplace y deposite en forma de abanico o mantos en la parte baja de las laderas o cauces de quebradas, donde alcanzan mayores velocidades y por tanto mayor fuerza de arrastre.

En las quebradas Chucarapi y Pacheco así como en el Cerro Ventillata se ha identificado Flujos de detritos, sectores con pendientes que varían de 5° - 50°.

## **Derrumbes**

Movimientos en masa que ocurren en forma sucesiva, uno tras otro en la misma área. En el cerro Ventillana se han identificado derrumbes en laderas que presentan pendientes fuertes de 35° - 50°.

### **3.4 GEOTECNIA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

En el ámbito de la Cuenca Baja del río Tambo, existen estudios geotécnicos, que permiten analizar las condiciones geotécnicas de los terrenos de fundación de sectores adyacentes al río Tambo.

Es necesario indicar, que estas investigaciones han sido tomadas como valores orientativos para el presente estudio, se recomienda complementar con trabajos más puntuales de investigación geotécnica en posteriores etapas.

Los sectores evaluados corresponden a: Cotas, Sector Central (La Curva), Punta de Bombon, La Punta (Cerro El Pino), Cocachacra, , Chucarapi y Santa Rosa Grande.

Los resultados de las investigaciones geotécnicas se describen a continuación:

#### **Sector Cotas**

Localización	Centro Poblado Cotas
Profundidad	1.68 m.
Clasificación SUCS	SP
Humedad	25.01%
Limite Líquido	N.P
Limite Plástico	N.P
Índice Plástico	N.P
Angulo de fricción	36.1°
Capacidad portante	1.8 Kg/cm <sup>2</sup>
Observaciones	Arenas mal graduadas, con gravas y poco contenido de finos. Como material de cimentación son considerados buenos a pobres en función de la densidad, tienen una alta capacidad de carga; y el riesgo de asentamientos es muy bajo.

### **Sector Central**

Localización	Centro Poblado La Curva
Profundidad	1.20 m.
Clasificación SUCS	SP - SM
Humedad	10.38%
Limite Líquido	N.P
Limite Plástico	N.P
Indice Plástico	N.P
Angulo de fricción	36.2°
Capacidad portante	2.4 Kg/cm <sup>2</sup>
Observaciones	Arenas mal graduadas y Arenas Limosas, como material para cimentación son considerados buenos a pobres en función de la densidad, presentan una alta a media capacidad de carga; y el riesgo de asentamientos es bajo.

### **Sector Punta de Bombón**

Localización	Centro Poblado Punta de Bombón
Profundidad	0.60 m.
Clasificación SUCS	SW
Humedad	25.01%
Peso Específico min.	1.41 g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico max.	1.786 g/cm <sup>3</sup>
Limite Líquido	N.P

Limite Plástico	N.P
Índice Plástico	N.P
Capacidad portante	1.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Observaciones	Arenas limpias bien graduadas, como material para cimentación son considerados buenos, presentan una muy alta capacidad de carga; y el riesgo de asentamientos es muy bajo.

### **Sector La Punta Cerro El Pino**

Localización	Centro Poblado El Pino
Profundidad	1.80 m.
Clasificación SUCS	ML
Humedad	15.23%
Limite Líquido	44.21%
Limite Plástico	N.P
Índice Plástico	N.P
Angulo de fricción	37.6°
Capacidad portante	2.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Observaciones	Limos Inorgánicos, materiales considerados muy pobres para ser utilizados como suelos de cimentación, presentan una muy alta capacidad de carga; y el riesgo de asentamientos es bajísimo.

### **Sector Cocachacra**

Localización	Centro Poblado Cocachacra
Profundidad	2.7 m.
Clasificación SUCS	SP
Humedad	1.33%
Peso Específico min.	1.658 g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico max.	1.986 g/cm <sup>3</sup>
Limite Líquido	N.P
Limite Plástico	N.P
Índice Plástico	N.P
Angulo de fricción	36.5°
Capacidad portante	2.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Observaciones	Arenas limpias mal graduadas, este tipo de suelos granulares son considerados como materiales de cimentación de buenos a pobres, presentan una alta capacidad de carga; y el riesgo de asentamientos es muy bajo.

### **Sector Chucarapi**

Localización	Centro Poblado Chucarapi
Profundidad	1.2 m.
Clasificación SUCS	ML
Humedad	28.44%
Peso Específico min.	0.995 g/cm <sup>3</sup>



Peso Específico max.	1.727 g/cm <sup>3</sup>
Limite Líquido	N.P
Limite Plástico	N.P
Índice Plástico	N.P
Capacidad portante	1.8 Kg/cm <sup>2</sup>
Observaciones	Limos de baja plasticidad; materiales considerados muy pobres para ser utilizados como suelos de cimentación, presentan una muy alta capacidad de carga; y el riesgo de asentamientos es bajísimo.

### **Sector Santa Rosa**

Localización	Centro Poblado Santa Rosa Grande
Profundidad	2.00 m.
Clasificación SUCS	SP - SM
Humedad	0.40%
Peso Específico	2.38
Limite Líquido	N.P
Limite Plástico	N.P
Índice Plástico	N.P
Observaciones	Arenas limpias mal graduadas, este tipo de suelos granulares son considerados como materiales de cimentación de buenos a pobres, presentan una alta capacidad de carga; y el riesgo de asentamientos es muy bajo.

Los materiales predominantes en el sector corresponden a Arenas mal graduadas y Arenas Limosas; se ha verificado que la capacidad portante de los sectores evaluados varían entre 1.5 a 2.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

El **Mapa N° 06** muestra la ubicación de las investigaciones geotécnicas en el ámbito de la Cuenca Baja del río Tambo.

### 3.6 Evaluación Preliminar de Canteras de Enocado

En base a la información técnica existente y verificación en campo, se han identificado y evaluado canteras de enocado para ser utilizados como materiales de construcción.

Principalmente, estos materiales corresponden a rocas intrusivas y volcánicas de la Súper Unidad Punta Coles y la Formación Chocolate inferior, las que se presentan poco alteradas, medianamente duras y con un grado de fracturamiento intermedio.

El cuadro N° 29 detalla las canteras evaluadas.

Las descripciones físicas megascópicas de los afloramientos rocosos se rigen de acuerdo a Tablas que caracterizan: Grado de Fracturamiento, Alteración y resistencia en rocas (Ver Anexo B – Cuadros 04 al 08).

**CUADRO N° 29: UBICACIÓN DE CANTERAS DE ENOCADO Y AGREGADOS**

Cantera	Norte	Este	Litología	Tipo de Roca	Localización	Potencia Estimada
Santa Rosa	8115508	213535	<b>Roca Intrusiva</b>	Diorita-Granodiorita	Margen derecha del río Tambo	> 5 m.
Santa María	8118326	223581	<b>Roca Volcánica</b>	Andesitas	Margen Izquierda del río Tambo	> 3 m.
Conventillos	8119707	219290	<b>Roca Volcánica</b>	Andesitas	Margen derecha del río Tambo	> 3 m.
Hacendados	8112160	208391	<b>Roca Intrusiva</b>	Diorita-Granodiorita	Margen derecha del río Tambo	> 5 m.
Ayanquera	8116804	213874	<b>Roca Volcánica</b>	Andesitas	Margen derecha del río Tambo	> 2 m.

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación se describen las características físicas megascópicas de los afloramientos rocosos que conforman las canteras evaluadas.

### **Cantera de Enrocado Santa Rosa**

Localización	Margen derecha del río Tambo
Coordenadas	Este (X) = 213 535 Norte (Y) = 8 115 508
Litología	Super Unidad Punta Coles
Tipo de roca	Roca Intrusiva (Dioritas-Granodioritas)
Color	Gris claro
Textura	Granular
Acceso	A menos de 2 metros trocha carrozable.
Potencia	Superior a 5 metros de potencia
Observaciones	Los afloramientos intrusivos se presentan Medianamente Alterados (A3), de Dureza Intermedia (R3) y Muy Fracturadas (F-3).

Ver Anexo C (Foto N° 08).

### **Cantera de Enrocado Santa María**

Localización	Margen izquierda del río Tambo
Coordenadas	Este (X) = 223 581 Norte (Y) = 8 118 326
Litología	Formación Chocolate Inferior
Tipo de roca	Roca Volcánica (Andesitas)
Color	Gris oscuro
Textura	Masiva
Acceso	A menos de 2 metros trocha carrozable.
Potencia	Superior a 3 metros de potencia
Observaciones	Los afloramientos intrusivos se presentan poco alterados (A2), Duras (R4) y Muy Fracturadas (F-3).

Ver Anexo C (Foto N° 09).

### **Cantera de Enrocado Conventillos**

Localización	Margen derecha del río Tambo
Coordenadas	Este (X) = 219 290 Norte (Y) = 8 119 707
Litología	Formación Chocolate Inferior
Tipo de roca	Roca Volcánica (Andesitas)
Textura	Masiva
Acceso	A menos de 2 metros trocha carrozable.
Potencia	Superior a 3 metros de potencia
Observaciones	Los afloramientos intrusivos se presentan Muy Alterados (A4), Medianamente Duras a débiles (R3 – R2) y Fracturadas (F-2).

Ver Anexo C (Foto N° 10).

### **Cantera de Enrocado Hacendados**

Localización	Margen derecha del río Tambo
Coordenadas	Este (X) = 208 391 Norte (Y) = 8 112 160
Litología	Super Unidad Punta Coles
Tipo de roca	Roca Intrusiva (Dioritas-Granodioritas)
Color	Gris claro
Textura	Granular
Acceso	A 500 metros trocha carrozable

Potencia	Superior a 5 metros
Observaciones	Los afloramientos intrusivos se presentan Poco Alterados (A2), Duros (R4) y Fracturados (F-2).

Ver Anexo C (Foto N° 11).

### **Cantera de Enrocado Ayanquera**

Localización	Margen derecha del río Tambo
Coordenadas	Este (X) = 213874 Norte (Y) = 8 116804
Litología	Formación Chocolate Inferior
Tipo de roca	Roca Volcánica (Andesitas)
Textura	Masiva
Acceso	A 500 metros trocha carrozable.
Potencia	Superior a 2 metros de potencia
Observaciones	Los afloramientos intrusivos se presentan Alterados (A2), Duros (R4) y Muy Fracturados (F3).

Ver Anexo C (Foto N° 12).

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

Tratándose de una masa de roca que muestra un parámetro subvertical, se recomienda un sistema de explotación por medio de voladuras, aprovechando el sistema de fracturas y juntas que exhibe la roca.

El **Mapa N° 07** muestra la ubicación de las Áreas Favorables para canteras en la Cuenca Baja del río Tambo.

Para la elaboración de Proyectos de Inversión Pública sobre encauzamientos de ríos y defensas ribereñas se recomienda realizar un Investigaciones Geotécnicas más

puntuales, que confirmen las características geotécnicas de los materiales de cimentación donde se proyectaran estructuras de defensa ribereña, considerando que existen variaciones tanto en sentido vertical como horizontal. Asimismo, se recomiendan investigaciones geotécnicas de las canteras identificadas a fin de confirmar y/o ubicar nuevas áreas favorables a ser utilizadas como materiales de enrocado.

## CAPITULO 4: CAUDALES MÁXIMOS - EVENTOS EXTREMOS

### 4.1 Planteamiento hidrológico

Los caudales de diseño serán calculados con el método estadístico, mediante las funciones probabilísticas, tomando información hidrométrica de las estaciones de Chucarapi (1952-1986) y la estación de La Pascana (1995-2010), administrados por el SENAMHI.

Con el uso del programa HidroEsta, se evaluó la serie histórica de caudales máximos anuales de 1952–2010, es decir 46 años con 8 modelos probabilísticos, considerando un nivel de significancia de 5%, método de estimación de parámetros, Parámetros Ordinarios y pruebas de bondad de ajuste por Kolmogorov.

Considerando que en la zona de estudio, no existen tributarios, se considerará los caudales para 10, 25, 50 y 100 años de periodo de retorno, calculados a la altura de la estación de Chucarapi.

### 4.2 Método estadístico para el cálculo del caudal máximo

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

Las distribuciones probabilísticas con mejor comportamiento para eventos extremos son: Normal, LogNormal 2 parámetros, LogNormal 3 parámetros, Gamma 2 parámetros, Gamma 3 parámetros, Gumbel y LogGumbel).

Cuadro 30. Caudales máximos anuales diarios

AÑO	Caudal máximo diario(m3/s)	AÑO	Caudal máximo diario(m3/s)
1952	150	1978	426
1953	79.5	1979	65
1954	390	1980	51.2
1955	800	1981	769
1956	195	1982	575.1
1957	102	1983	58
1958	500	1984	617.6
1959	400	1986	670
1960	450	1995	239.2
1961	350	1996	181.7
1962	500	1997	230
1963	480	1998	143.3
1964	180	1999	574.2
1965	100	2000	317.4
1966	150	2001	760.5
1967	250	2002	456
1968	610	2003	82
1970	510	2004	153.5
1971	260	2005	395.1
1972	540	2006	199
1973	834.6	2007	212.3
1976	295.3	2008	336
1977	340.5	2009	341.5

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

La información disponible corresponde a caudales máximos diarios anuales, de las estaciones de Chucarapi y La Pascana, administrado por SENAMHI.

En el cuadro 2, se muestra los datos que serán empleados en el cálculo de los caudales máximos.

### 4.2.1 Distribución Normal.

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

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

ó

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

Para  $-\infty < x < \infty$

Donde:

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

$x$  = variable independiente

$\bar{X}$  = parámetro de localización, igual a la media aritmética de  $x$

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

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

De acuerdo a esta función el caudal para un periodo de retorno de 50 años es 802.50  $m^3/s$ .

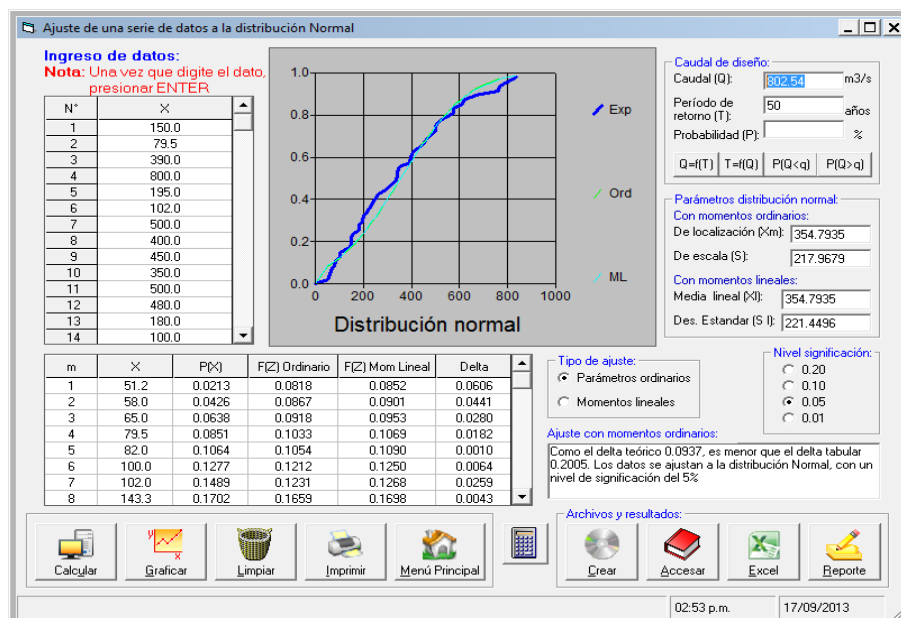


Figura 1. Distribución Normal



### 4.2.2 Distribución Log-Normal de 2 parámetros.

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

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

Para  $0 < x < \infty$ , se tiene que  $x \sim \text{logN}(\mu_y, \sigma_y^2)$

Donde:

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

De acuerdo a esta función el caudal para un periodo de retorno de 50 años es 1,312.90  $\text{m}^3/\text{s}$ .

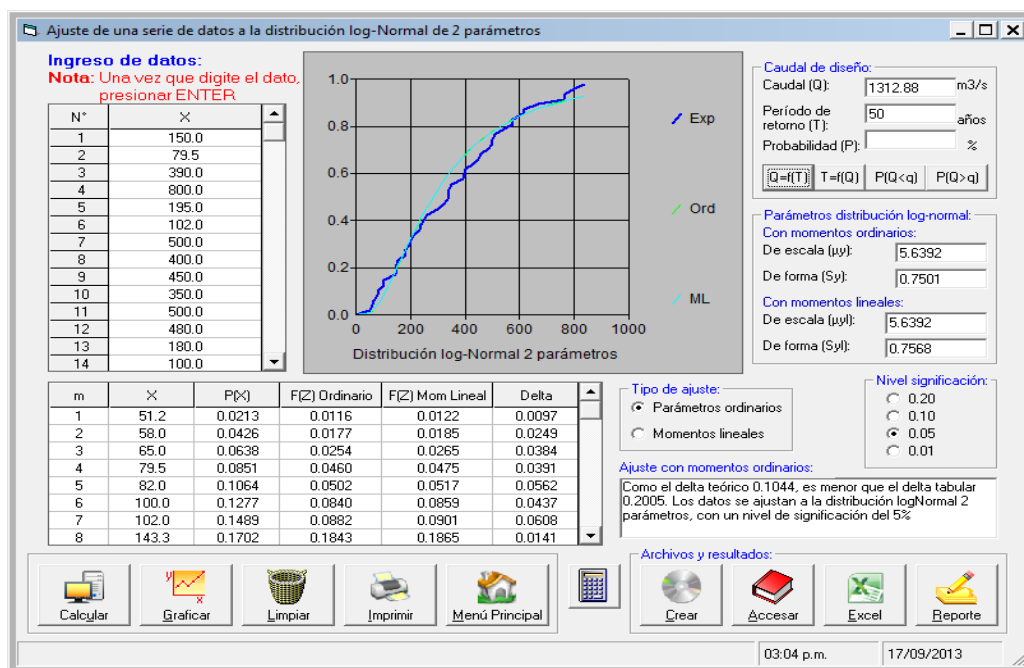


Figura 2. Distribución Log-Normal de 2 parámetros

### 4.2.3 Distribución Log-Normal de 3 parámetros.

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

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

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

Para  $x_0 \leq x < \infty$

Donde:

$x_0$  = Parámetro de posición en el dominio x

$\mu_y$  = Parámetro de escala en el dominio x

$\sigma_y^2$  = Parámetro de forma en el dominio x

De acuerdo a esta función el caudal para un periodo de retorno de 50 años es 910.9 m<sup>3</sup>/s.

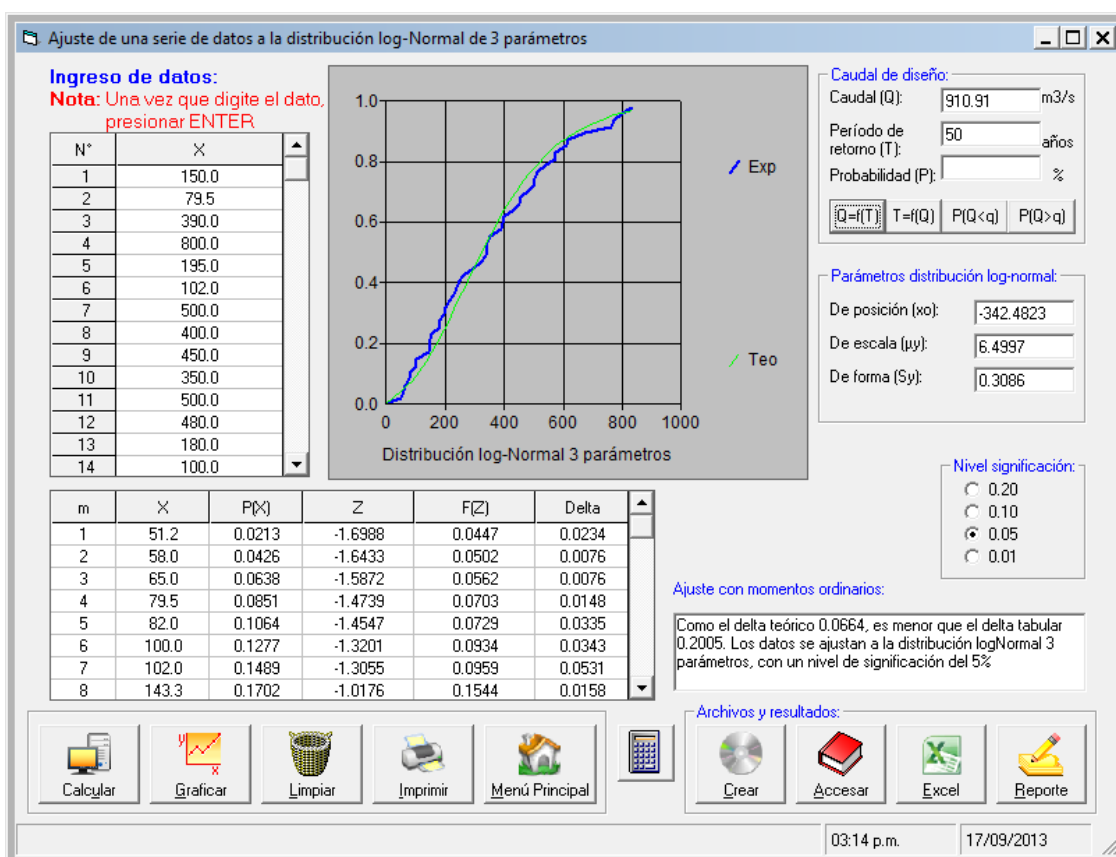


Figura 3. Distribución Log-Normal de 3 parámetros

#### 4.2.4 Distribución gamma de 2 parámetros.

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

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

Para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Siendo:

$\gamma$  = Parámetro de forma (+)

$\beta$  = Parámetro de escala (+)

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

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

De acuerdo a esta función el caudal para un periodo de retorno de 50 años es 979.20 m<sup>3</sup>/s.

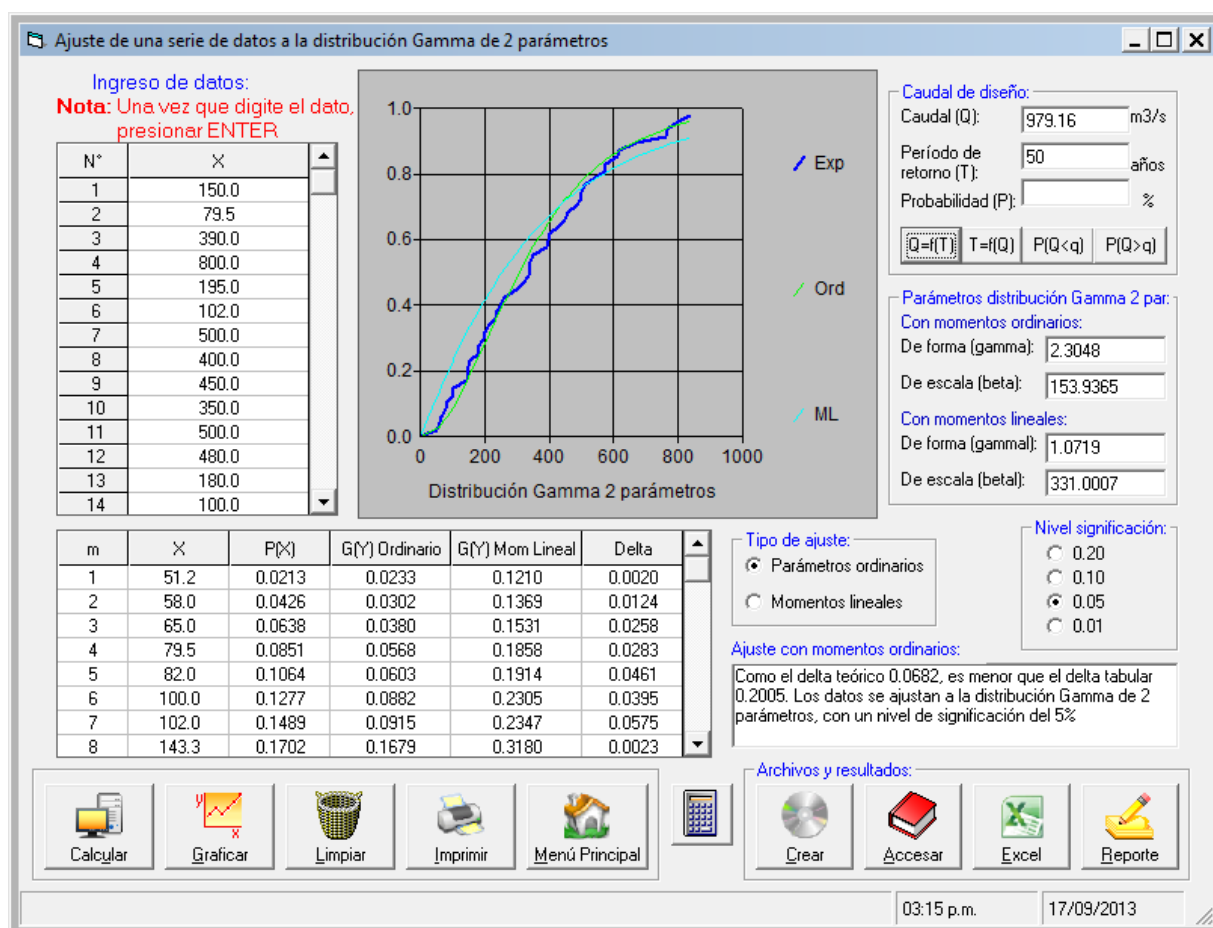


Figura 4. Distribución gamma de 2 parámetros

### 4.2.5 Distribución gamma de 3 parámetros o Pearson Tipo III.

Introduce un tercer parámetro el límite inferior  $\epsilon$ , de tal manera que por el método de los momentos, los tres elementos de la muestra (la media, la desviación estándar y el coeficiente de asimetría) puedan transformarse en los tres parámetros  $\lambda$ ,  $\beta$  y  $\epsilon$  de la distribución de probabilidad.

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

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

Para:

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

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

De acuerdo a esta función el caudal para un periodo de retorno de 50 años es 860 m<sup>3</sup>/s.

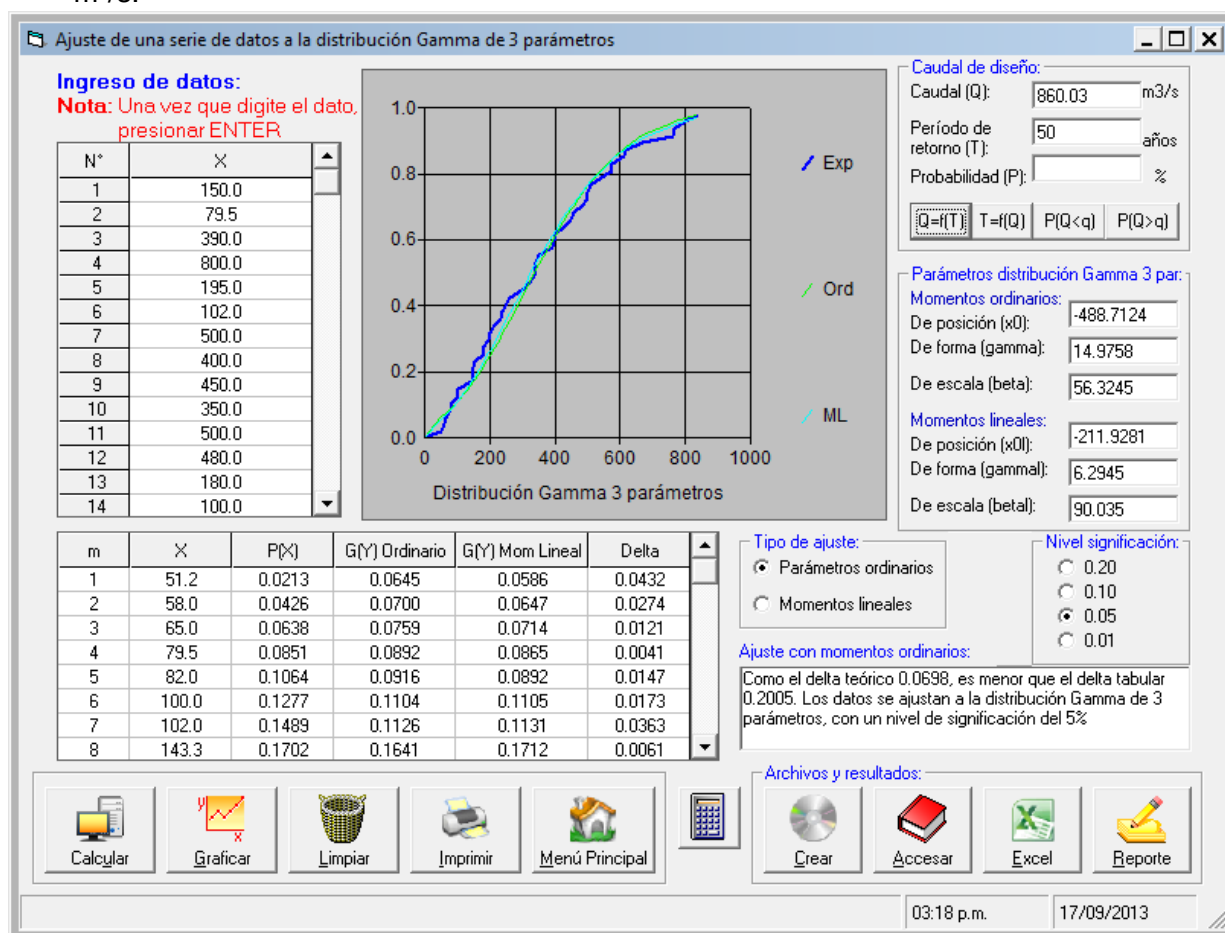


Figura 5. Distribución gamma de 3 parámetros

### 4.2.6 Distribución Gumbel.

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

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

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

ó

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

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

donde:

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

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

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

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

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

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

para:

$-\infty < x < \infty$

De acuerdo a esta función el caudal para un periodo de retorno de 50 años es 919.80 m<sup>3</sup>/s.

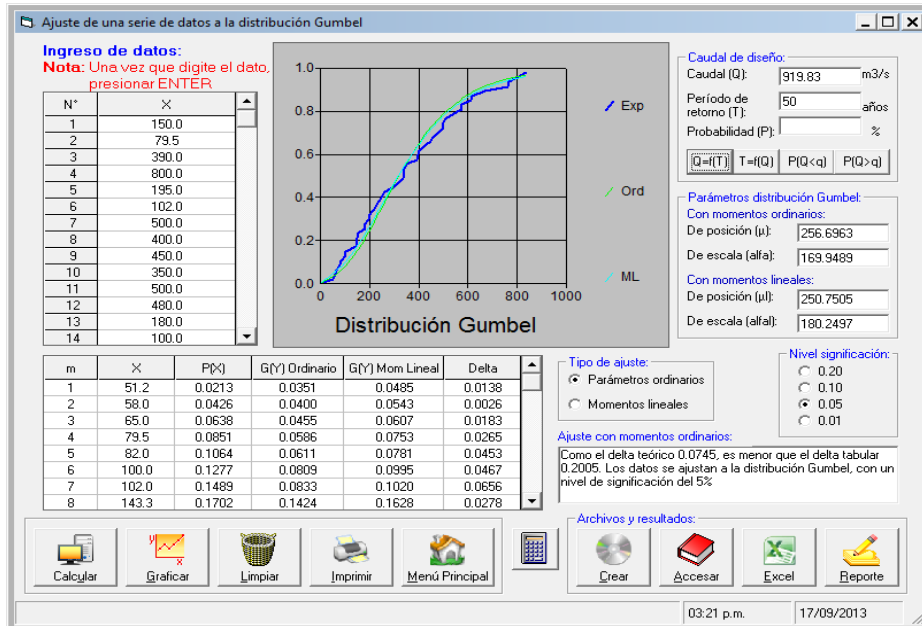


Figura 6. Distribución Gumbel

### 4.2.7 Distribución Log-Gumbel.

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

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

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

donde:

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

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

De acuerdo a esta función el caudal para un periodo de retorno de 50 años es 1,965.70 m<sup>3</sup>/s.

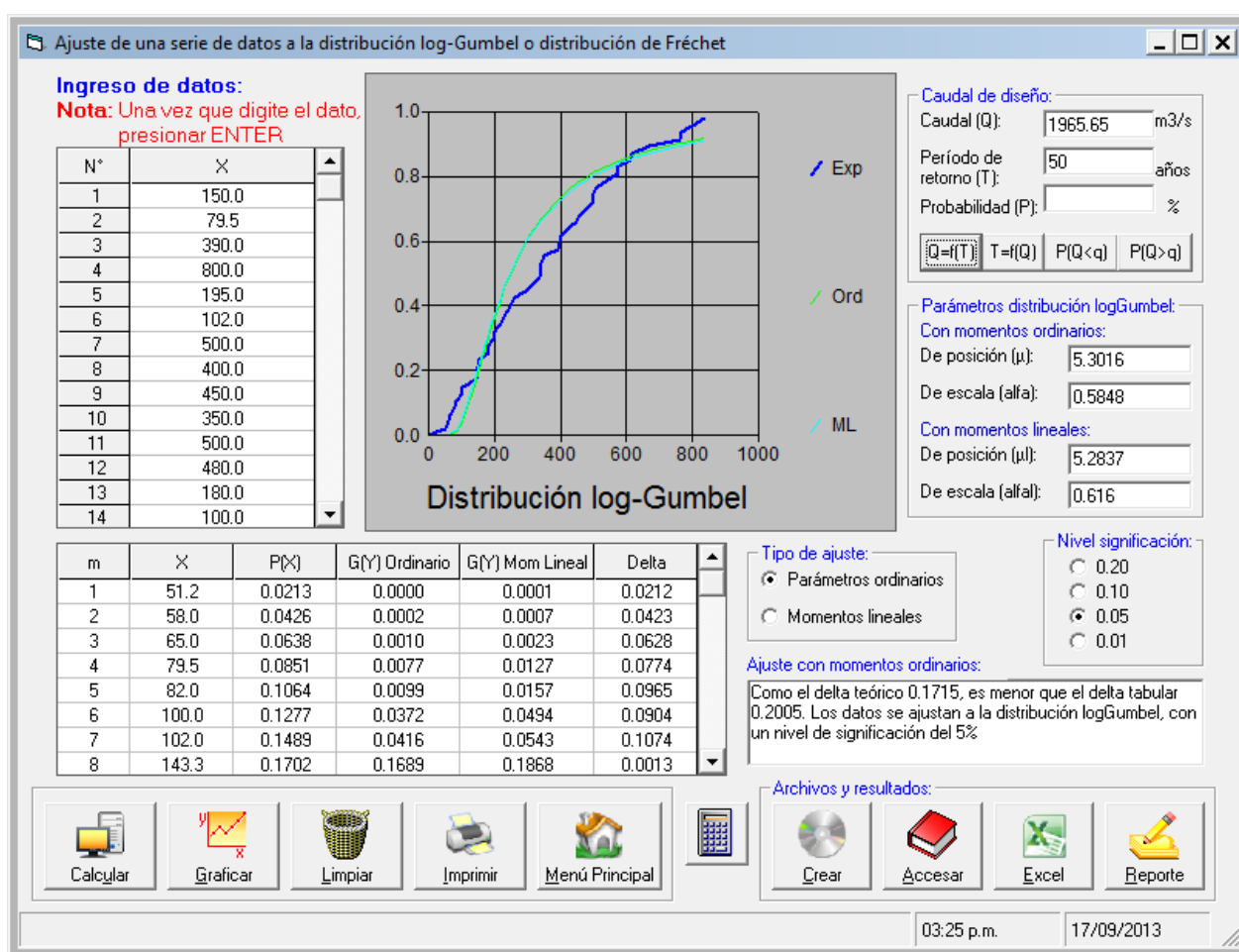


Figura 7. Distribución Log-Gumbel

En el cuadro 31, se muestra los caudales para varios periodos de retorno, calculados mediante las funciones probabilísticas.

Cuadro 31. Caudales máximos para varios periodos de retorno, mediante funciones probabilísticas

Período de Retorno (T)	P	Distribución Normal	Distribución Log Normal 2 parámetros	Distribución Log Normal 3 parámetros	Gamman 2 parámetros	Gamman 3 parámetros	Log-Pearson tipo III	Gumbel	Log Gumbel
2	0.5	354.8	281.2	322.5	305.0	336.1		319.0	248.6
5	0.2	538.2	528.7	519.6	522.3	530.7		511.6	482.4
10	0.1	634.2	735.5	645.1	667.6	643.3		639.1	748.2
25	0.04	736.5	1045.9	799.0	848.1	772.1		800.3	1302.7
50	0.02	802.5	1312.9	910.9	979.2	860.0		919.8	1965.7
75	0.013	838.0	1483.2	975.4	1054.2	908.8		989.3	2496.6
100	0.01	862.0	1610.7	1020.9	1106.9	942.3		1038.5	2956.9

En la figura 10 y cuadro 32 podemos apreciar el comportamiento de la data histórica en relación a las distribuciones probabilísticas.

Por lo tanto, se tomarán los caudales obtenidos por la función Log Normal 3 parámetros por tener un buen ajuste gráfico.

Cuadro 12. Error delta

Función probabilística	Error delta
Distribución Normal	0.0930
Distribución Log Normal 2 parámetros	0.1044
Distribución Log Normal 3 parámetros	0.0664
Gamma 2 parámetros	0.0682
Gamma 3 parámetros	0.0698
Gumbel	0.0745
Log Gumbel	0.1715

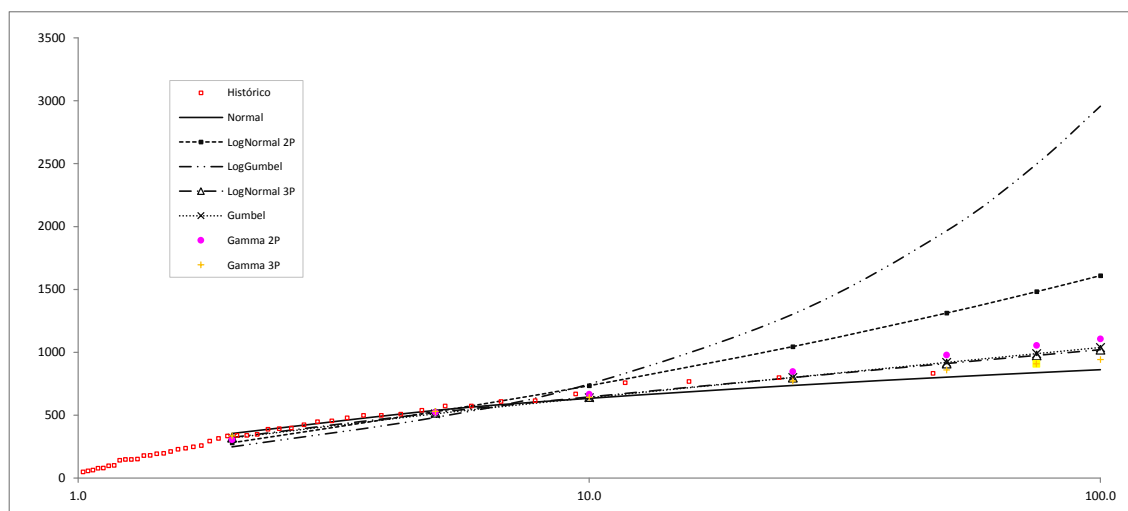


Figura 8. Tendencia de los datos históricos

Empleando el método de Fuller, se calcularon los caudales máximos instantáneos, cuya expresión se muestra.

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

Finalmente, los caudales de diseño se muestran en el cuadro 33. Con fines de diseño de defensas ribereñas, para el dimensionamiento de las estructuras, se recomienda los caudales máximos diarios y para el borde libre los caudales instantáneos, para un periodo de retorno de 50 años.

Cuadro 33. Caudales máximos diarios e instantáneos

Periodo de retorno	Caudal máximo diario (m3/s)	Caudal máximo instantáneo (m3/s)
10	645.1	748.9
25	799.0	927.6
50	910.9	1057.5
100	1020.9	1185.2

### 4.3 Conclusiones y Recomendaciones

El caudal de diseño para el dimensionamiento de las estructuras, delimitación de la faja marginal se recomienda que se tome el caudal para un periodo de retorno de 50 años como mínimo; sin embargo debe considerarse caudales para 100 años, para delimitar la faja marginal en zonas urbanas y para verificar los diseños de cruce como puentes.

En el cuadro 33, se muestra un resumen de los caudales de los caudales máximos instantáneos, el tramo en la cuenca del río Tambo.

Se tomarán los caudales obtenidos por la función Log Normal 3 parámetros por tener un buen ajuste gráfico



## CAPITULO 5: RED GEODÉSICA

La Red Geodésica en el río Tambo está conformada por 18 Puntos de Orden “B”, los cuales fueron instalados y monumentados por el Instituto Geográfico Nacional – IGN en mayo del 2009 a solicitud de COFOPRI.

Esta Red Geodésica servirán de soporte georreferencial para los levantamientos cartográficos y topográficos para la elaboración de estudios de pre inversión e inversión, así como replanteo en la construcción de obras hidráulicas, defensa ribereñas y control de avenidas dentro de la faja marginal.

### 5.1 Establecimiento del Punto Geodésico

Los puntos geodésicos establecidos son del Orden “B” y suman en total 18 puntos, distribuidos en los distritos de Deán Valdivia (7 Puntos), Punta de Bombón (5 puntos) y Cocachacra (6 puntos).

Parámetros del Sistema de Referencia utilizado

▪ Datum	:	WGS 1984.
▪ Achatamiento	:	298.257 223 563
▪ Proyección	:	UTM
▪ Zona UTM	:	19 Sur
▪ Meridiano Central	:	81° W
▪ Unidad de medición	:	Metro Internacional

### 5.2 Información de los Puntos de Orden “B”

En el cuadro 34, se describen los principales datos de los 18 Puntos Geodésicos instalados por el IGN.

La memoria descriptiva de cada punto de los 18 puntos instalados se incluye en anexos.

A continuación se presenta la figura 9, ejemplo de la memoria descriptiva.



0304

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE GEODESIA  
DESCRIPCION MONOGRÁFICA

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

CODIGO: BBQ3		LOCALIDAD: BAJO BOQUERON		ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
UBICACIÓN: PLAZA DE ARMAS BAJO BOQUERON			CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 5 CM		
LATITUD (S) WGS-84 17°08'32.442900"			LONGITUD (O) WGS-84 71°50'29.667290"		
NORTE (Y) WGS-84 8102486.817209 m			ESTE (X) WGS-84 197659.796852 m		
ALTURA ELIPSOIDAL 38.6933 m	ELEVACIÓN GEOIDAL 8.1323 m	ZONA UTM 19 SUR	ORDEN B		
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: DEAN VALDIVIA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA					
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "BBQ3", se encuentra ubicada en la Plaza de Armas de Bajo Boqueron, frente a la Institución Educativa Jose Olaya N° 40503.					
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - BBQ3 - B - 2009".					
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.					
DESCRITA POR: Olivera / Enciso	REVISADO: TC. Ing. M. Delgado M.	JEFE PROYECTO: Cap. Ing. O. Segura M.	FECHA: Mayo 2009		

Figura 9. Memoria descriptiva de los Puntos Geodésicos

**CUADRO 34: RELACION DE PUNTOS GEODESICOS DE ORDEN “B”**

Código	Norte (Y)	Este (X)	ALTURA GEOIDAL	Descripción
				<b>Distrito Deán Valdivia: Siete (07) Puntos de Orden B</b>
ABQ4	8,103,098.622493	198,186.080739	36.3286	El punto BM ABQ4 se encuentra ubicado en el distrito de Deán Valdivia, frente del Wawawasi “Ángel de la Guarda” a espalda de la tribuna de la losa deportiva en la localidad de Alto Boquerón. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-ABQ4-B-2009”.
BBQ3	8,102,486.817209	197,659.796852	8.1323	El punto BM BBQ3 se encuentra ubicado en la plaza de armas de Bajo Boquerón, frente a la institución Educativa “José Olaya – N° 40503. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-BBQ3-B-2009”.
ERN1	8,104,511.291431	202,041.817815	31.1831	El punto BM ERN1 se encuentra ubicado en LA Avenida Independencia Cuadra 2, en el jardín interior de la berma que se encuentra al costado del canal de regadío de la misma avenida, frente al Lote N° 205-209. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-ERN1-B-2009”.
ERN2	8,104,504.904158	201,491.929413	81.3047	El punto BM ERN2 se encuentra ubicado al lado derecho del reservorio de agua potable situado en el Pueblo Joven San Francisco de Paula de la localidad El Arenal. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-ERN2-B-2009”.
LCU1	8,102,345.305215	199,802.153424	14.6581	El punto BM LCU1 se encuentra ubicado en el jardín de la berma central de la Av. Deán Valdivia, frente a la Comisaría La Curva y la Institución Educativa Inicial “Divino Salvador”. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-LCU1-B-2009”.
LCU2	8,102,559.514017	199,401.823570	63.9412	El punto BM LCU2 se localiza AL Suroeste del Cementerio de la localidad de La Curva, al costado del último peldaño de la escalera que conduce al cementerio. . Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-LCU2-B-2009”.
PDB4	8,101,852.317142	203,687.822705	25.9000	El punto BM PDB4 se encuentra ubicado en la Calle Perú, al costado del canal de regadío y al frente de la manzana “A” de la localidad de La Pampilla. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-PDB4-B-2009”.
				<b>Distrito Punta de Bombón: Cinco (05) Puntos de Orden B</b>
PDB1	8,099,277.117783	203,157.660611	12.2991	El punto BM PDB1 se localiza en el jardín lateral a la Calle Espinar en la Plaza de Armas 28 de Julio de La Punta, en el distrito de Punta de Bombón. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-PDB1-B-2009”.
PDB2	8,099,684.960176	203,404.530968	88.1275	El punto BM PDB2 se encuentra ubicado en el Mirador “Cristo Morado” de la localidad de Punta de Bombón. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-PDB2-B-2009”.
PDB3	8,101,653.724135	203,547.087924	24.0712	El punto BM PDB3 se encuentra ubicado en jardín de la Plaza de Armas de La Pampilla en el distrito de Punta de Bombón. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-PDB3-B-2009”.

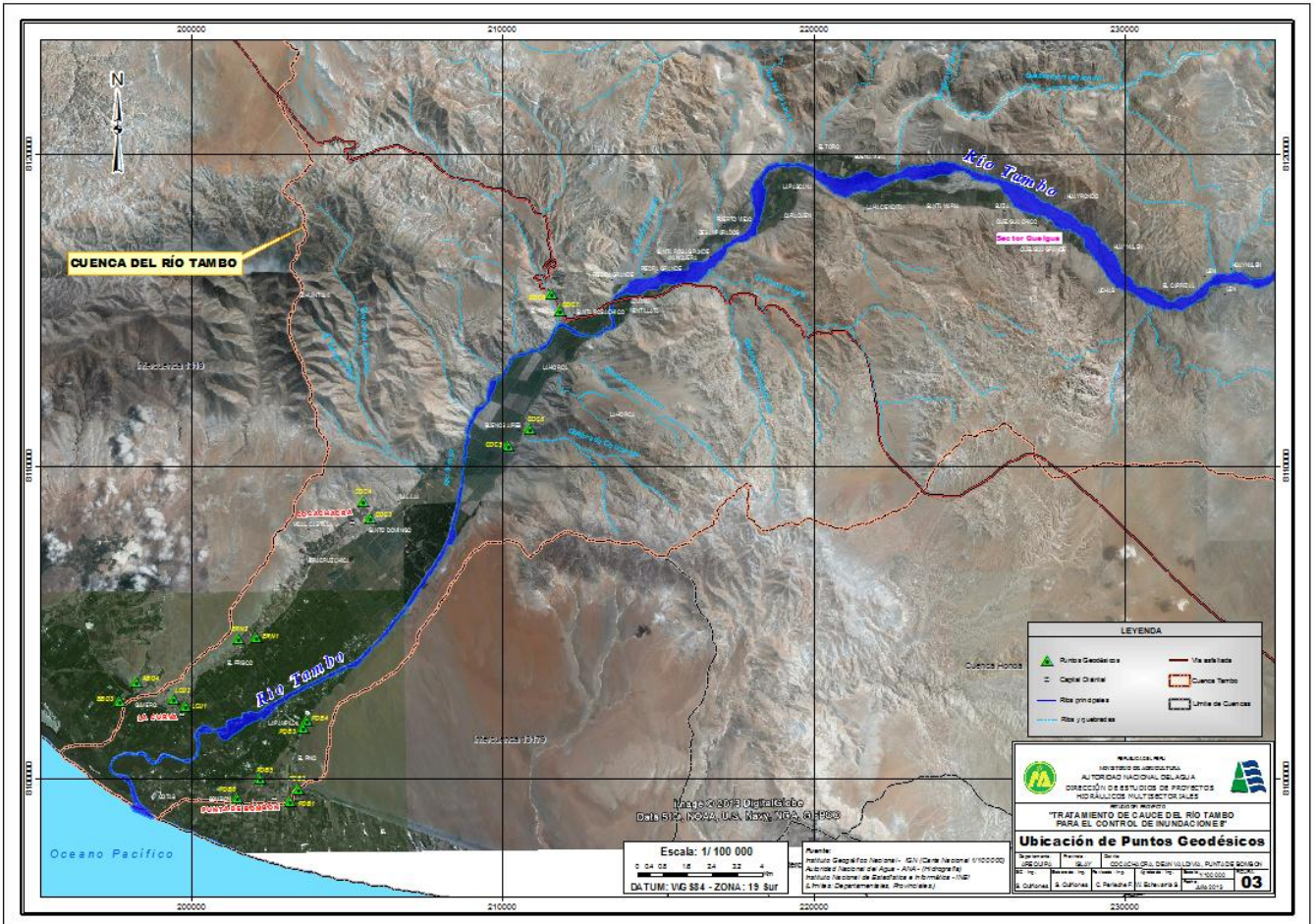
**“Tratamiento de Cauce del Río Tambo para el Control de Inundación y Erosión Fluvial”**

Código	Norte (Y)	Este (X)	ALTURA GEOIDAL	Descripción
PDB5	8,100,013.413709	202,195.462419	14.6392	El punto BM PDB5 se encuentra ubicado frente al Campo Ferial, en el jardín interior de la berma de la Avenida Arequipa Cuadra 4 y a diez 810) metros del grifo PECSA. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-PDB5-B-2009”.
PDB6	8,099,396.401331	201,438.923045	10.3515	El punto BM PDB6 se encuentra ubicado en el jardín lateral de la Calle San Martín de la Plaza de Armas del distrito Punta de Bombón. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-PDB6-B-2009”.
				<b>Distrito Cocachaca: Seis (06) Puntos de Orden B</b>
COC3	8,108,341.646021	205,713.989541	79.4789	El punto BM COC3 se encuentra ubicado en el área de parqueo del estadio municipal, al lado de la calle Arequipa, aproximadamente a 8 metros del primer poste de alumbrado público de dicha calle. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de forma irregular y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-COC3-B-2009”.
COC4	8,108,876.750770	205,510.345904	131.7273	El punto BM COC4 se encuentra ubicado frente a la Capilla Cocachaca, al norte del cementerio de la localidad. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-COC4-B-2009”.
COC5	8,110,675.717742	210,145.879089	103.1565	El punto BM COC5 se encuentra ubicado en la esquina del jardín exterior del I.E. N° 41513, frente a la Mz. “D” de la localidad de Chucarapi. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-COC5-B-2009”.
COC6	8,111,195.160445	210,868.517940	162.2784	El punto BM COC6 se encuentra ubicado en el camino de herradura, aproximadamente a 50 metros del reservorio de agua potable de la Asociación de Vivienda de Interés Social AVIS Buenos Aires de Chucarapi. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-COC6-B-2009”.
COC7	8,114,981.261166	211,834.736801	180.9323	El punto BM COC7 se encuentra ubicado en la esquina y frontis de la I.E. N° 40518 de la localidad Fiscal. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-COC7-B-2009”.
COC8	8,115,524.121021	211,562.768424	217.4440	El punto BM COC8 se encuentra ubicado aproximadamente a 100 metros al norte del CP El Fiscal, en la margen izquierda de la carretera con dirección a Arequipa, a 5 metros antes del letrero de seguridad de velocidad. Es un disco de bronce de 5 cm. de diámetro, incrustado en un hito de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-COC8-B-2009”.

### 5.3 Mapa de Ubicación de los Puntos Geodésicos

En el mapa N°4 se presenta la ubicación de los 18 puntos geodésicos de orden B existentes en los distritos de Deán Valdivia, Punta de Bombón y Cocachacra de la provincia de Islay, departamento de Arequipa.

Mapa N°4 : Ubicación de los Puntos Geodésicos



## CAPITULO 6: PARÁMETROS HIDRÁULICOS Y ACONDICIONAMIENTO DEL CAUCE EN RÉGIMEN ESTABLE

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

El caudal del río Tambo es variable durante el año y espacialmente. Una gran parte del año el caudal es pequeño o mediano, que discurre en una franja relativamente estrecha y otra parte del año el caudal es alto (enero, febrero y marzo), que ocupa franjas mayores para el transporte del flujo. Es importante que el cauce principal, dominado por el ancho estable, garantice el flujo de esta variación de caudales, sin generar erosiones o colmataciones de importancia.

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

### 6.1 Morfología fluvial

En la parte alta de la cuenca presenta un lecho rocoso y encajonado, mientras que en la parte baja se puede apreciar zonas aluviales con menores pendientes que pueden conformar las llanuras de inundación.



Figura 10. Río Tambo, Sector Quelgua, inicio del estudio



Figura 11. Río Tambo sector Buena Vista El Toro. Tipo trezado

## 6.2 Acondicionamiento del cauce

Para tratar de dar las condiciones de régimen estable del río Tambo se ha considerado determinar algunos parámetros fundamentales como los que se describen.

### 6.2.1 Trazo del eje del río

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

#### CRITERIOS

- Sinuosidad del río

Se ha rectificadado con tramos compuesto por curvas grandes y ligeramente rectas, considerando que la pendiente de equilibrio va a permitir un equilibrio entre la sedimentación y la erosión. Teniendo en cuenta que no deben existir alineaciones rectas sino curvas (figura 8).

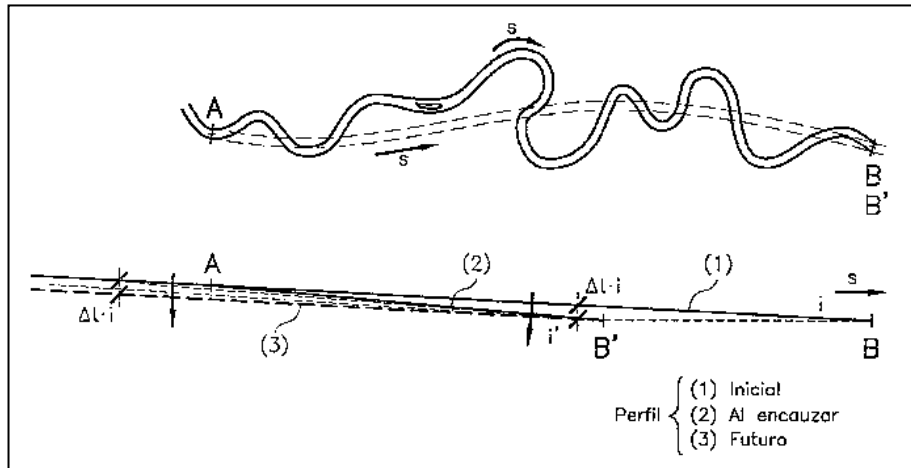


Figura 92. Trazo para reducir curvas  
Fuente: Ingeniería de Ríos- Martín, J.

Dentro de la curvatura no es recomendable trazar arcos de círculos, ya que la curvatura es constante y cambiaría bruscamente de signo en el punto de tangencia (figura 9).

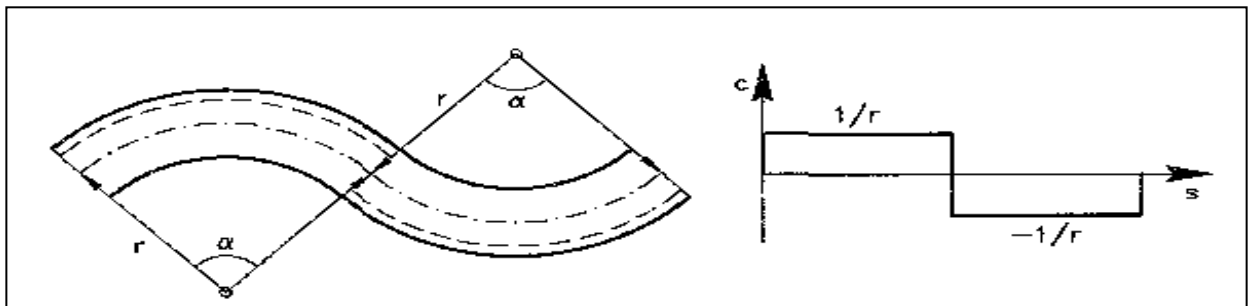


Figura 103. Alineaciones circulares alternadas

- **Estructuras viales de cruce e hidráulicas**

Los puentes y bocatomas de alguna forma definen el ancho de un río en ese tramo (figura 10).



Figura 114. Existencia de Bocatoma Hacendados

- **Predios agrícolas**

Se ha tenido en cuenta la propiedad privada, para no generar conflictos con los propietarios.

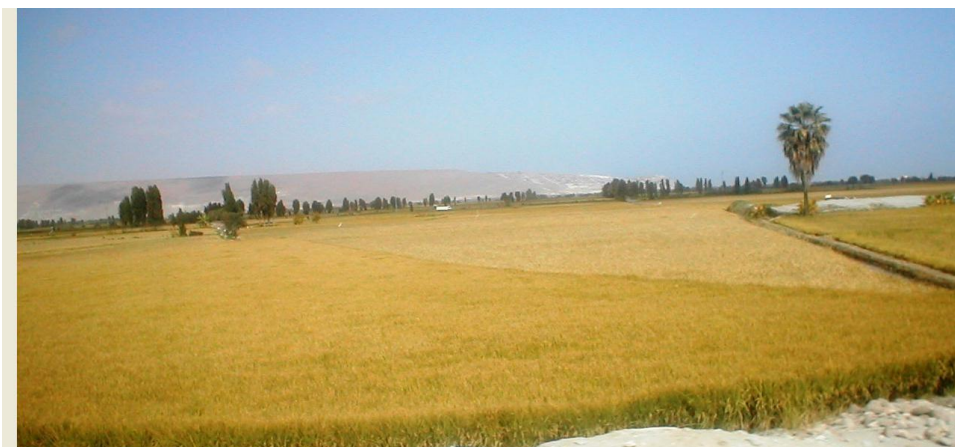


Figura 125. Predios con cultivos de arroz

- **Estrangulaciones naturales**

Existen tramos del río con presencia de zonas rocosas que definen de manera natural el ancho del río, el cual no puede ser modificado.





Figura 16. Estrangulaciones naturales y predios agrícolas  
Fuente: Google Earth

#### ▪ Existencia de obras de defensa ribereña

Las obras construidas en los cauces de los ríos pueden estar bien o mal ubicadas con respecto a la alineación de los bordes de las márgenes y ancho estable.



Figura 17. Defensas ribereñas mal ubicadas en el cauce  
Fuente: Google Earth

#### ▪ Aspectos legales

Se hace referencia a la Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos, su reglamento y a las directivas aprobadas por la Autoridad Nacional del Agua, tales como:

- R.J. N° 300-2011-ANA del 23/05/2011

Aprueba el Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Aguas Naturales y Artificiales

- R.J. N° 423-2011-ANA del 8/07/2011

Apruébese los "Lineamientos para emitir la opinión técnica previa vinculante sobre la autorización de extracción de material de acarreo en cauces naturales"

De acuerdo a los criterios descritos se propone un eje de longitud 47,440 m. Desde la progresiva 0+000, que inicia en la desembocadura del mar con las coordenadas: Este (X) 198 319.49 Norte (Y) 8 099 076.94 hasta la progresiva 47+440 (fin del tramo), que tiene las siguientes coordenadas: Este (X) 229 396.32 Norte (Y) 8 116 687.05, en el sector Quelgua.

En el cuadro N° 35, se indican las coordenadas de las progresivas del eje del río, desde Kilómetro 0 + 000 en la desembocadura al mar hasta el kilómetro 47 + 440 m, ubicado en el sector Quelgua. Las coordenadas están expresadas en coordenadas UTM, datum WGS 84 y zona 19 Sur.

**Cuadro N° 35  
Coordenadas de las progresivas**

<b>Progresiva</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Pendiente</b>
0+000	755006	8586197	
5+000	752508	8583522	0.004
10+000	749962	8579818	0.002
15+000	751039	8576231	0.010
20+000	752696	8571868	0.002
25+000	753252	8567261	0.008
30+000	754117	8563339	0.010
35+000	756170	8560266	0.008
40+000	757820	8558464	0.010
45+000	757684	8553826	0.029
50+000	760218	8550140	0.017
55+000	762223	8545926	0.034
56+250	762231	8544875	0.088

Fuente: Elaboración propia.

### **6.2.2 Pendiente del eje del cauce**

La pendiente promedio del eje del río Tambo en el tramo estudiado es de 1.70% (0.017). La pendiente del río aumenta a medida que sube la cota de la cuenca.

La pendiente mínimo promedio es 0.2%, ubicado en el kilometraje 10+000 y 20+000.

Las mayores pendientes se ubican en el kilometraje 47+440 hacia arriba con pendiente que llega a 8.8%.

En el cuadro 35, se indica las pendientes de equilibrio promedio por tramos cada 5 kilómetros.

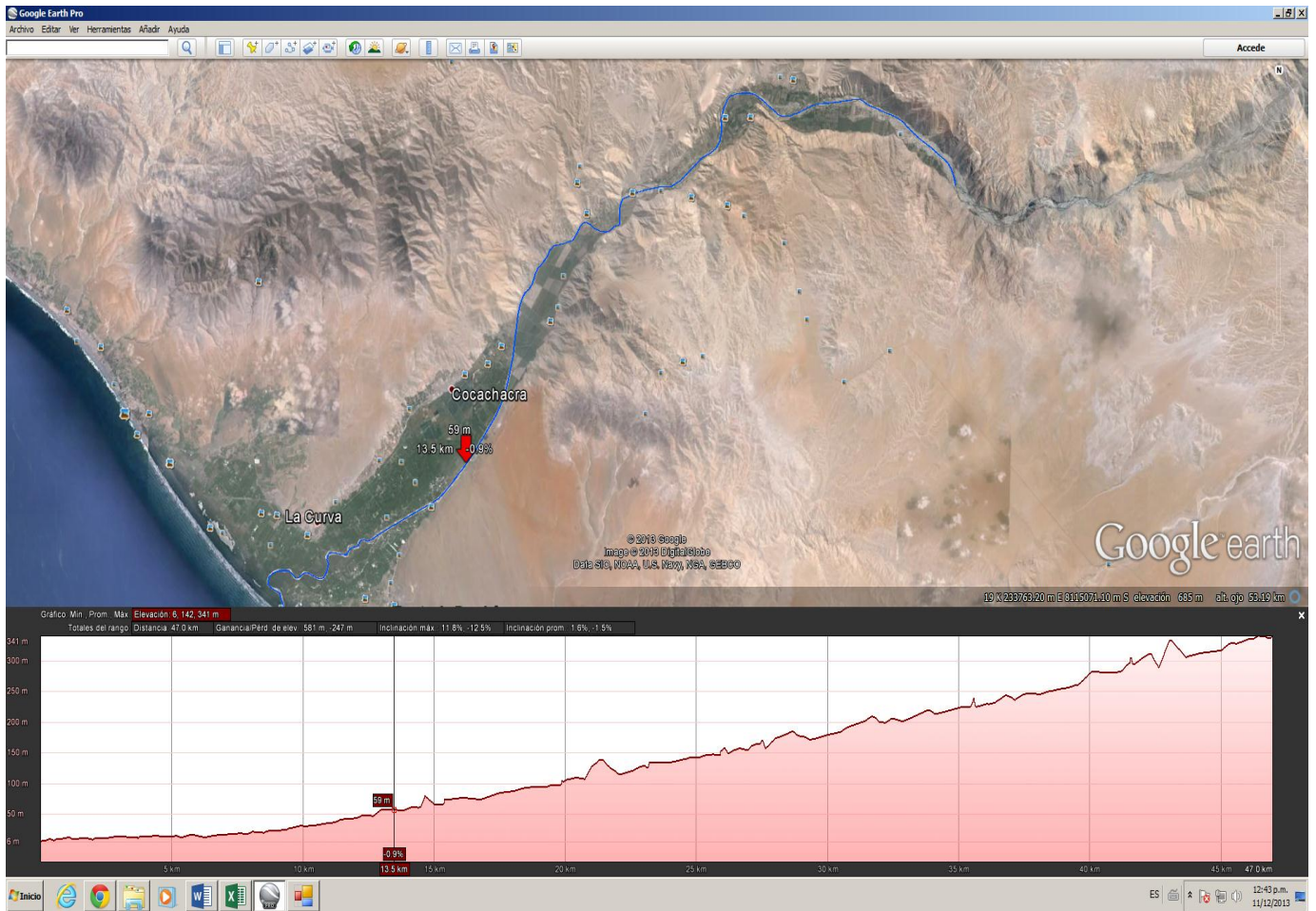


Figura 138. Pendiente promedio del cauce

### 6.2.3 Coeficiente de rugosidad

La elección del coeficiente de rugosidad (“n” de Manning), se realizó mediante la observación en campo de las características del cauce principal y de los márgenes derecha e izquierda, así como la comparación con estudios anteriores y tablas (Cuadro N° 36). Los valores de “n” varían según las características de los tramos del río.

**Cuadro Nº 36  
Valores de Manning**

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

Fuente: Ven T. Chow

En el cuadro 37, se muestra los valores del coeficiente de Manning ("n") del cauce y márgenes del río Tambo, desde Kilometro 0 + 000 en la desembocadura al mar hasta el kilómetro 47 + 440 m, ubicado en sector Quelgua.

**Cuadro Nº 37**  
**Valores de Manning del río Tambo**

Progresiva (Km)	Referencia	Coeficiente rugosidad (n)		
		Margen derecha	Cauce	Margen izquierda
0+000 -47+440	Distritos de Deán Valdivia, Punta de Bombón - Cocachacra	0.040-0.045	0.035-0.040	0.040-0.045

#### 6.2.4 Cálculo del ancho estable

El ancho estable, se calculó tomando en consideración 5 criterios o métodos: (1) Recomendación Práctica, (2) Método de Petits, (3) Método de Simons y Henderson, (4) Método de Blench y Altunin y (5) Método de Manning y Strickler. Todos estos métodos son empíricos y bajo la teoría del régimen estable.

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

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (M³/S)	ANCHO ESTABLE ( B2 )
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

b. **Método de Petits.** La expresión empleada es la siguiente

$$B = 4,44 * Q^{0,5}$$

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

B = K <sub>1</sub> Q <sup>1/2</sup>	
<input checked="" type="radio"/> Fondo y Orillas de Arena .....	K1 = 5.70
<input type="radio"/> Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo .....	K1 = 4.20
<input type="radio"/> Fondo y Orillas de Material Cohesivo .....	K1 = 3.60
<input type="radio"/> Fondo y Orillas del cauce de Grava .....	K1 = 2.90
<input type="radio"/> Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo .....	K1 = 2.80

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

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

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

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

- Sí el canal arrastra poco sedimento y el fondo es arenoso, emplear la siguiente expresión:  $Fb = 1.9\sqrt{D}$ , donde “D” es el diámetro medio de las partículas, en mm.

- Sí existe arrastre de sedimentos y el fondo es arenoso, emplear la siguiente expresión:

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

$B = 1.81(Q Fb/Fs)^{1/2}$

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

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

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

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

Metodo de Manning y Strickler

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

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

En el cuadro N° 38, se indican las características del cauce y los parámetros hidráulicos del río Tambo.

Según los métodos expuestos, el ancho estable del cauce varía de 90 metros en el tramo de mayor cota del cauce a 190 metros hacia el litoral.

Cuadro 38. Características hidráulicas del río Tambo

Río	Pendiente (m/m)	Ancho estable (m)	Tirante máximo (m)	Velocidad máxima (m/s)	Froude	Coeficiente de rugosidad		
						M.D.	Cauce	M.I.
Tambo	0.017	90-190	1.2-1.8	4.0-5.3	1.2	0.04-0.045	0.035-0.04	0.04-0.045

## CAPITULO 7: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE ACARREO EN EL RÍO TAMBO

### 7.1 Generalidades

La zona evaluada del estudio de tratamiento del río Tambo comprende el tramo desde la progresiva 0+000 en la desembocadura en el mar, hasta la altura del sector Quelgua, cercano al centro poblado denominado Castillo, en una longitud aproximada de 48 kilómetros. Políticamente abarca a los distritos de Dean Valdivia, Punta de Bombón y Cocachacra de la provincia de Islay.

El fuerte crecimiento demográfico que ha experimentado la ciudad y la proliferación de urbanizaciones en los últimos años ha supuesto una demanda de materiales de construcción. Entre ellos se encuentran las arenas, gravas y piedras que, debido a la cercanía del río Tambo, se extraen de las terrazas inferiores al encontrarse como materiales detríticos aportados por el propio río.

La identificación de zonas de extracción de material de acarreo en el cauce natural del río Tambo está orientada a ubicar zonas con gran acumulación de agregados que serán extraídos para la construcción.

En el presente capítulo se presentan los criterios técnicos que permiten identificar las zonas donde se acumula material de acarreo en el cauce del Río Tambo y son factibles de ser autorizadas por de los Gobiernos Locales y /o Regionales.

### 7.1 Lineamientos para identificar, seleccionar y explotar las zonas de acumulación de material de acarreo.

La Administración Local de Agua Tambo Alto Tambo, pondrá a disposición de las Municipalidades y otras entidades de su ámbito que colindan con el río Tambo, el presente documento a fin que sea considerado en la solicitud de extracción de material de acarreo.

A continuación se presenta los criterios para la identificación, determinación del volumen y explotación de material de acarreo:

#### 7.1.1 Ubicación de las zonas de extracción

Para la ubicación de la zona de extracción se tiene que realizar una inspección de campo para identificar y priorizar los posibles sectores de extracción de material de acarreo, respetando para ello que éstas no se encuentren adyacentes a poblaciones, infraestructura productiva, zonas vulnerables y otros que pudieran ser afectados cuando se realice la explotación.

Para ello, se recomienda considerar como zona de extracción los siguientes puntos:

- En ríos sin encauzamiento con régimen permanente.
- En ríos con régimen no permanente
- En desembocaduras de río.

A continuación se graficará las zonas de extracción de materiales en cada uno de los puntos mencionados.



a.- En ríos sin encauzamiento con régimen permanente.

Para ríos con su flujo en el eje del cauce

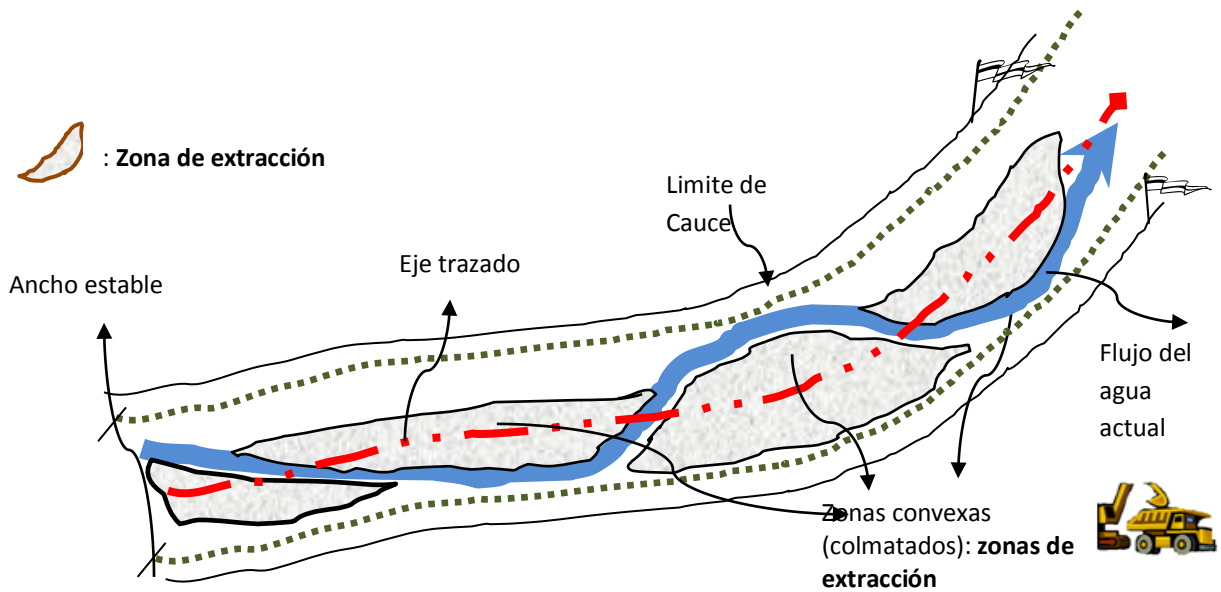


Figura 19 Delimitación de zona de extracción de material de acarreo

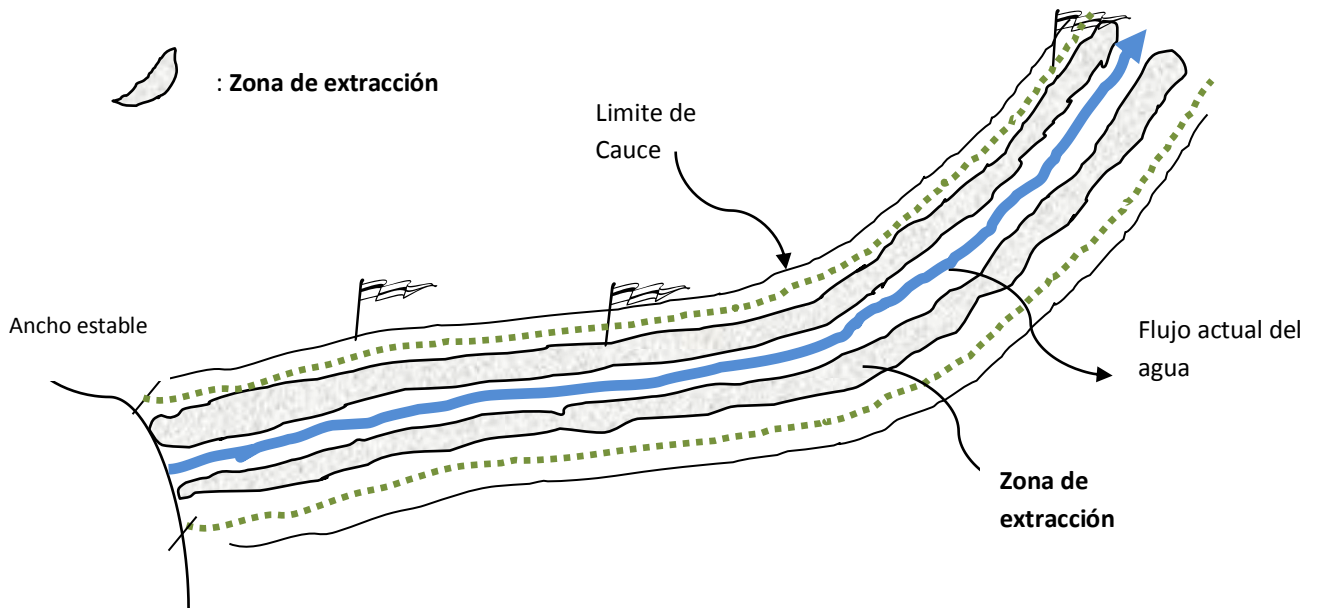


Figura 20: En ríos que mantienen la dirección del flujo

**b.- En ríos con régimen no permanente**

Para ríos con régimen no permanente se deberá trazar el eje central del cauce y se determinará el ancho estable, respetando la influencia de estructuras.

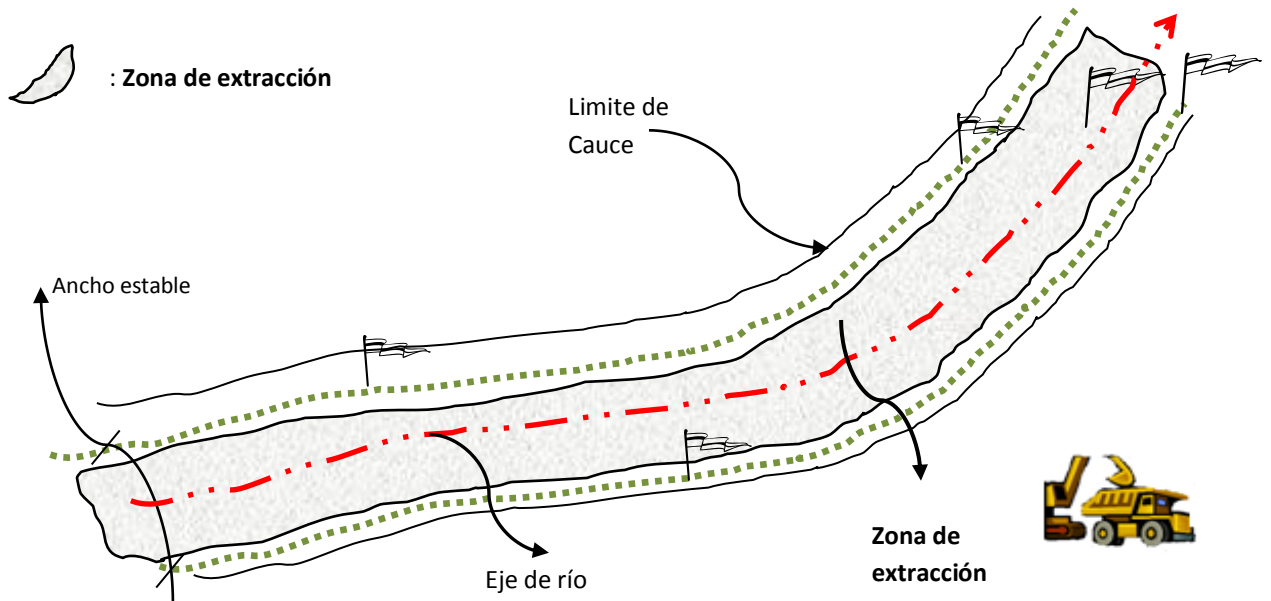


Figura 21: En ríos que no mantienen el flujo

**c. En desembocaduras de río.**

Considerar como zona de extracción las desembocaduras del río con la finalidad de efectuar el “destaponamiento” del material depositado en el cauce, para evitar las inundaciones por efectos de remanso, tal como se indica la Figura 19.

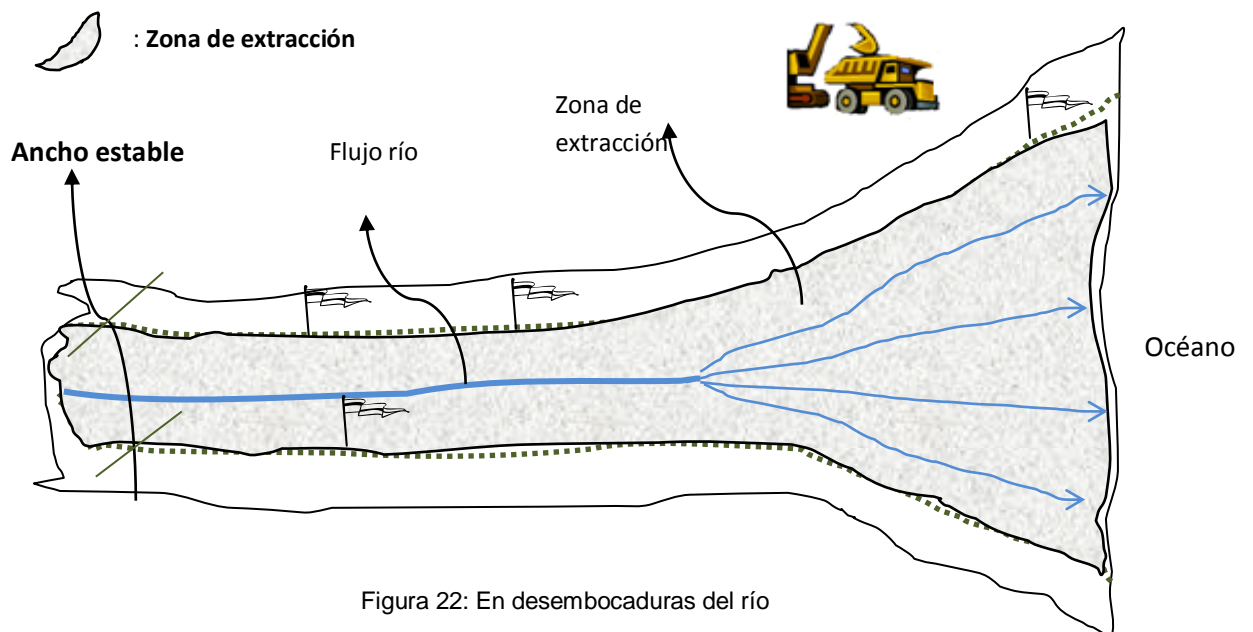


Figura 22: En desembocaduras del río

### 7.1.2 Determinación del volumen de material de acarreo a explotar.

Para determinar el volumen a explotarse se recomienda fijar el eje y la pendiente del río, considerando para ello la **Línea de Thalweg**.

Asimismo, considerar las dimensiones del ancho estable.

**Línea de Thalweg:** Sucesión de puntos que forman una línea, siendo cada punto el más profundo de una corriente en cada sitio o sección transversal.

#### a. Trazo del eje de cauce.

Para determinar el eje del cauce se realizará un levantamiento topográfico a curvas de nivel cada metro, en el cual se debe visualizar el actual cauce del río y las márgenes dejadas por el paso de las máximas avenidas.

Es recomendable que el levantamiento se deba prolongar 100 metros, aguas arriba y aguas abajo, de la zona evaluada.

#### b. Secciones transversales.

El levantamiento de las secciones transversales se realizara cada 25 metros, en tramos rectos y cada 10 metros en tramo curvo, considerando el ancho total del cauce e incluida la faja marginal.

#### c. Pendiente del río.

Con la información de la topografía se obtendrá la pendiente, dato que se requiere en algunas formulas empíricas para determinar el ancho estable. La pendiente se trazará considerando la Línea de **Thalweg**

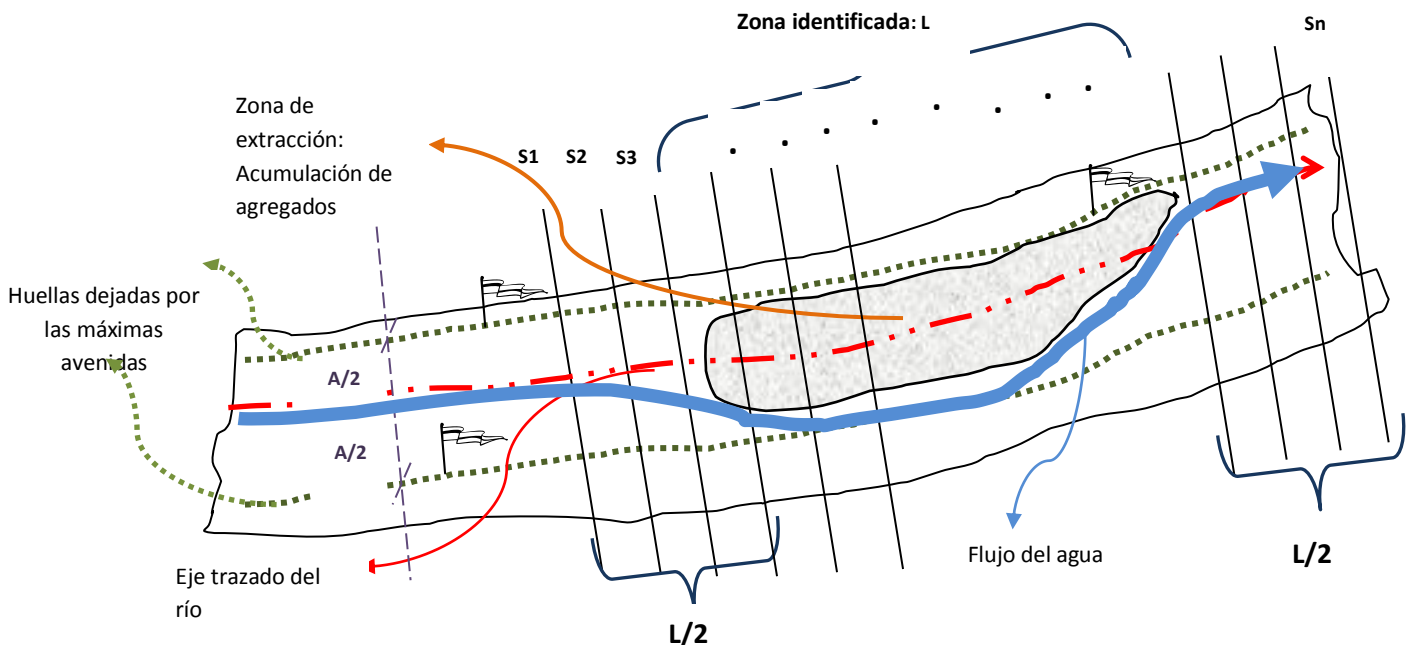


Figura 23: Trazado del eje de río y las secciones transversales

**d. Ancho estable.**

Para determinar el ancho estable, se debe considerar el caudal máximo, proporcionado por la Administración Local de Agua para los tiempos de retorno de 100 años para zonas urbanas y 50 años para zonas agrícolas.

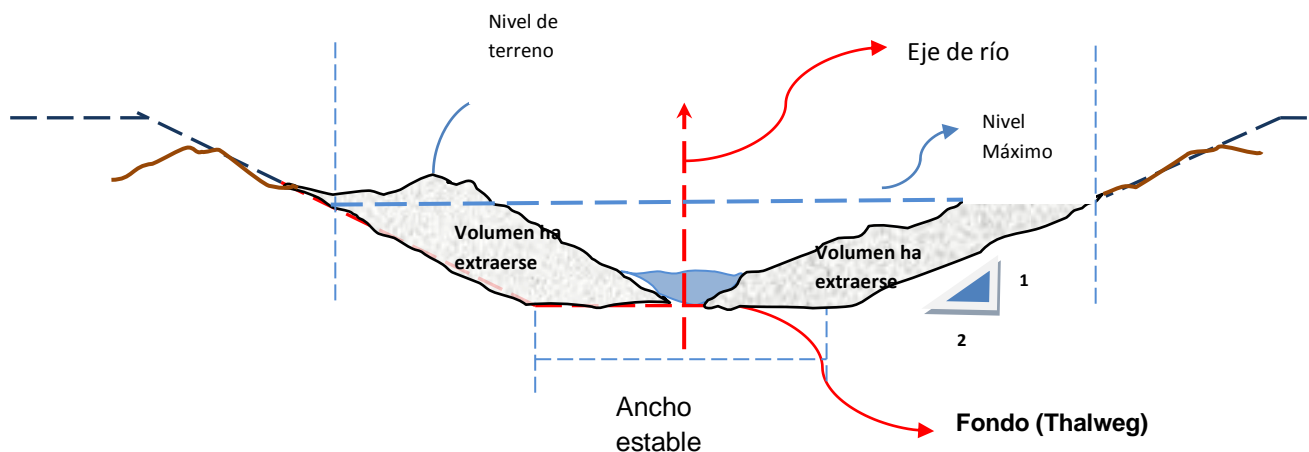


Figura 24: Ancho estable

En el capítulo 6 se presentan cinco criterios o métodos empíricos y bajo la teoría del régimen estable, para el cálculo del ancho estable: (1) Recomendación Práctica, (2) Método de Petits, (3) Método de Simons y Henderson, (4) Método de Blench y Altunin y (5) Método de Manning y Strickler.

Se recomienda, inicialmente, seleccionar la que presente el mayor valor, luego se comparará con la información de campo y se realizará los ajustes necesarios.

**e. Determinación del área de corte.**

Definido el ancho estable, el eje del cauce y las secciones transversales del río, se determinará el área de corte.

A continuación en las Figuras N° 25 y 26 se muestra secciones típicas con diferentes flujos del río y las áreas de corte.

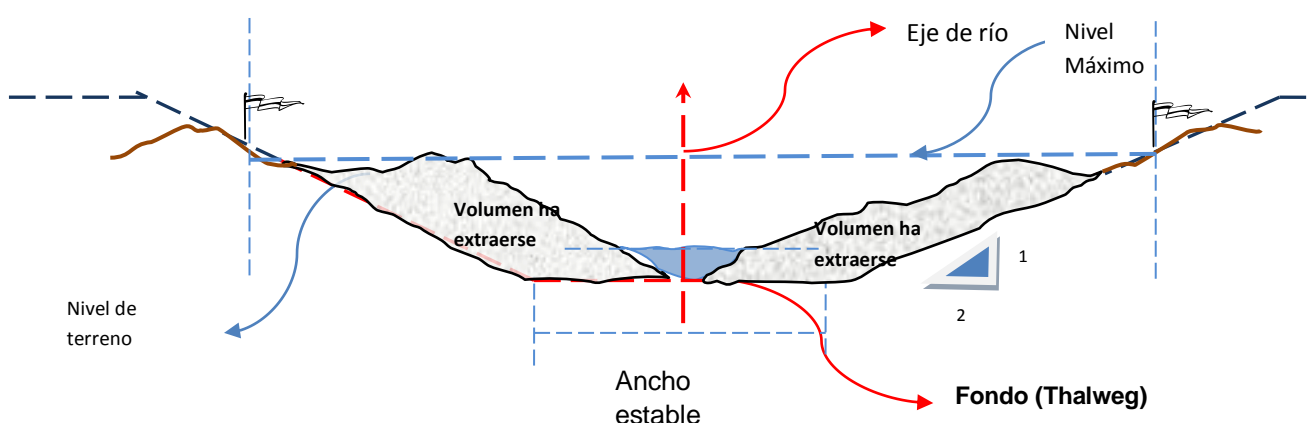


Figura 25: Ancho estable considerando un solo flujo en el río

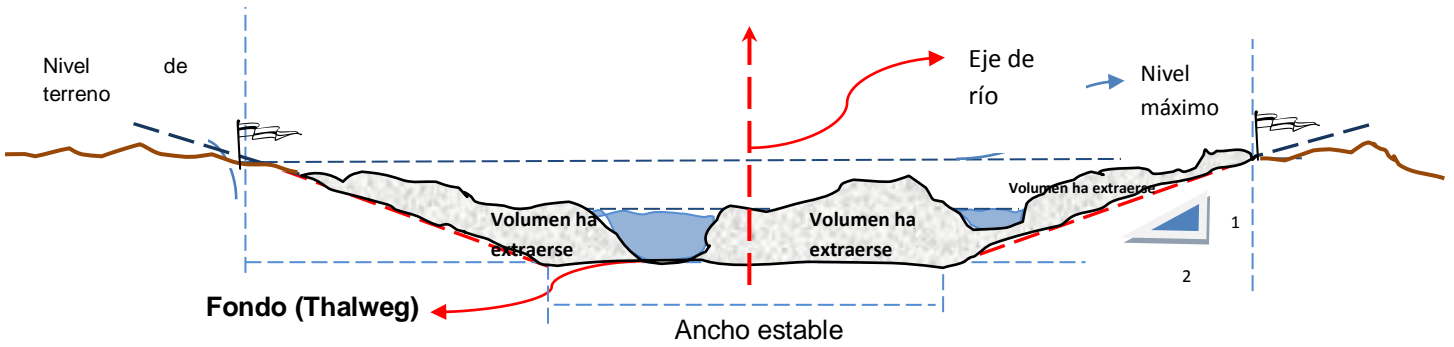


Figura 26: Ancho estable considerando dos a más flujos en el río

### 7.1.3 Explotación de material de acarreo

Para la extracción de material de acarreo del río se sugiere excavar en forma de barrido, por capas y tramos, respetando la profundidad máxima que es la línea de Thalweg y su ancho estable hasta conformar la caja del río.

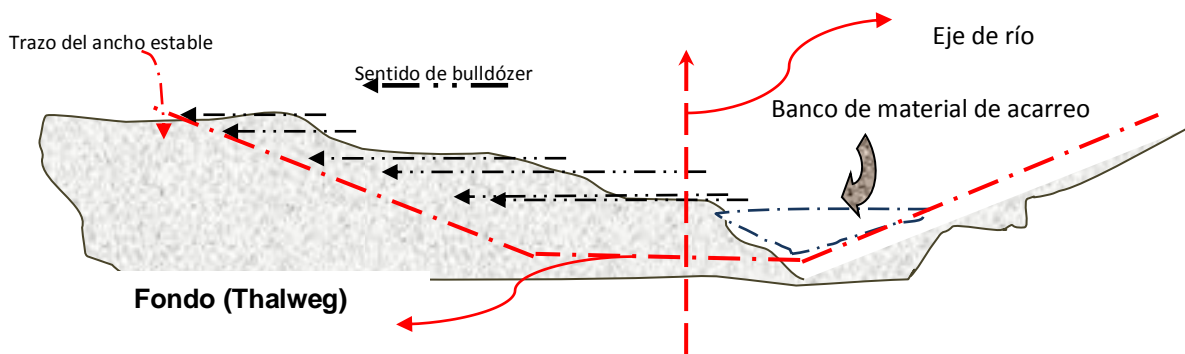


Figura 27: Extracción de material de acarreo por el método de barrido utilizando bulldozer

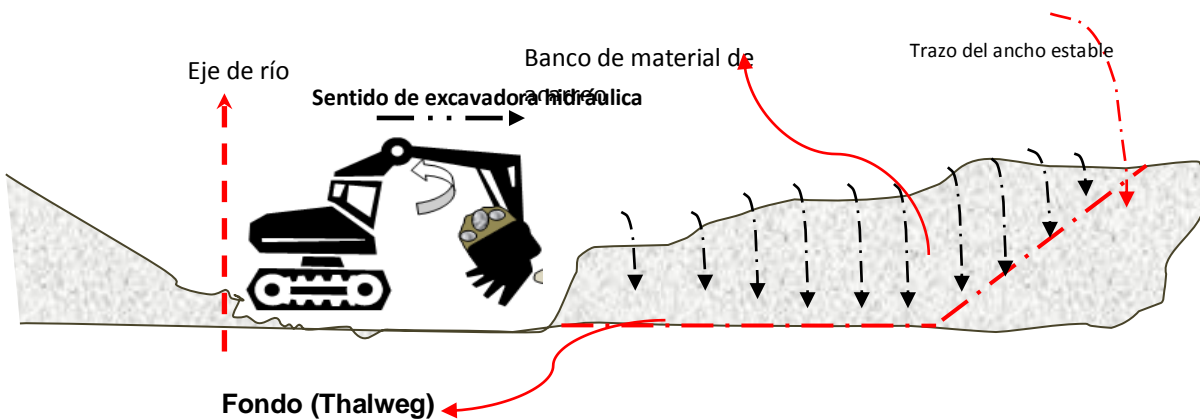


Figura 28: Extracción de material de acarreo por el método de barrido utilizando excavadora.

Los cortes de material se puede realizar con bulldózer o excavadora hidráulica, pero en ambos casos la extracción se realizará desde el eje del río hacia afuera con la finalidad de conformar la caja.

**Material descarte:** Producto de la selección y clasificación de la explotación de material de acarreo, se origina un material no utilizado denominado Material de descarte.

Éste no se arrojará en cualquier parte del cauce, si no en la zona indicada en el Expediente Administrativo.

Se recomienda colocar este material, en las riberas debilitadas del río a fin de conformar diques fusibles que protegerían las zonas críticas expuestas a erosiones e inundaciones (Figura 29)

La conformación del dique fusible se conformara encimando el material de descarte y con el paso de las unidades que intervienen en las operaciones de extracción se lograría compactar en algún grado.



Figura 29: Conformación de dique fusible

#### 7.1.4 Tipos de extracción

Está referido a la extracción de material de acarreo cuando el caudal del río es temporal y permanente.

##### a.- En ríos con caudal temporal:

Se definirán en la sección transversal del río, tramos y estos dependerá del ancho estable, teniendo como máximo una longitud de 20 metros.

La extracción se iniciará en el tramo I, para pasar al II y así sucesivamente hasta llegar al tramo n, tal como se muestra en las figuras 30 y 31.

La finalidad, de ésta extracción en el eje del río, es la conformación de una sección típica por donde se conducirá el flujo.

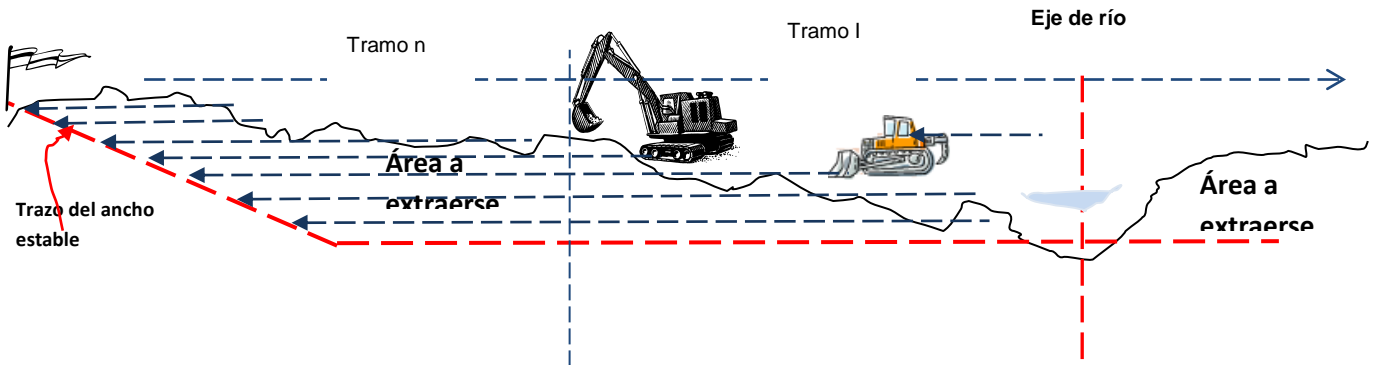


Figura 30: Trabajos de extracción de material Tramo I

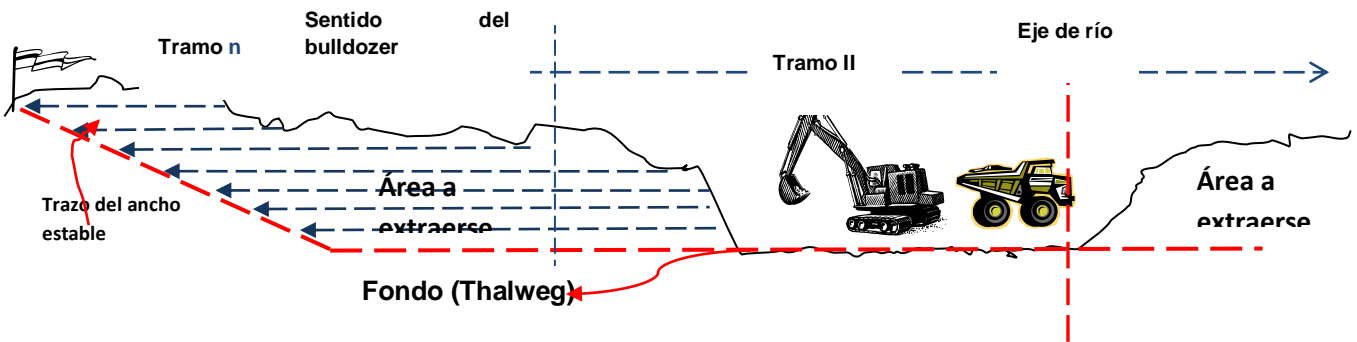


Figura Nº 31 (a): Trabajos de extracción de material Tramo II

En figura Nº31 (a), se observa el avance de las actividades de explotación del material de acarreo en el Tramo II, se aprecia que se realiza la excavación hasta el nivel de Thalweg. Se recomienda que el talud del dique fusible sea de 1: 2.

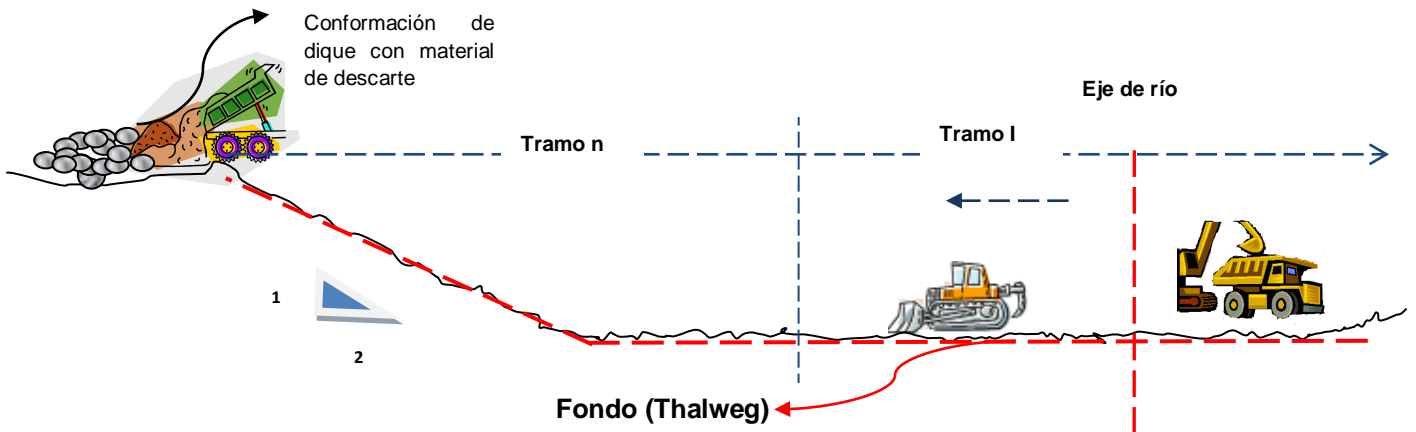


Figura 32 (b): Caja canal del río, después de haber extraído el material de acarreo.

Por ningún motivo se arrojará el material de descarte en otras zonas que no sea los puntos señalados en el Expediente Administrativo.

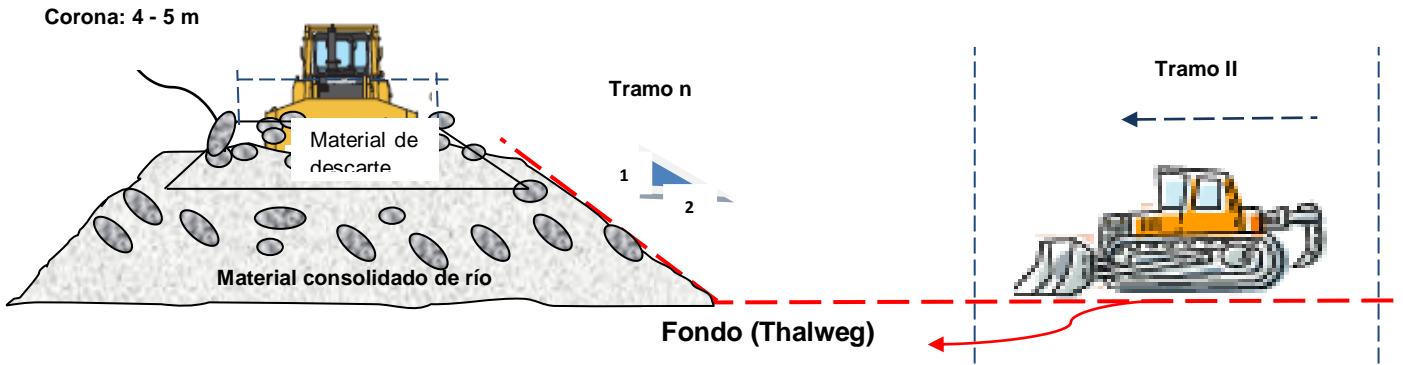


Figura Nº 33: Se aprecia el dique fusible

**b.- En ríos con caudal permanente:**

Se definirán tramos de hasta 20 metros en la sección transversal, tomando como referencia el eje del río.

Para estas características del río la explotación se iniciará en el tramo II y así sucesivamente hasta llegar al tramo n, tal como se muestra en las figuras Nº 34 y 35.

Por ningún motivo se realizará las operaciones dentro del tramo I, toda vez que perjudicaría el flujo del agua, afectando a la vida que se encuentra en ella.

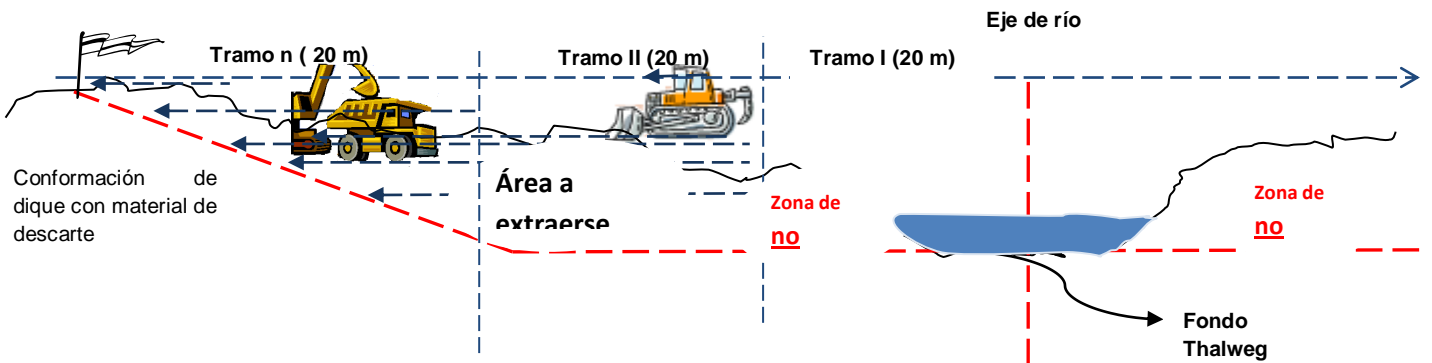


Figura 34: Trabajos de extracción de material Tramo II

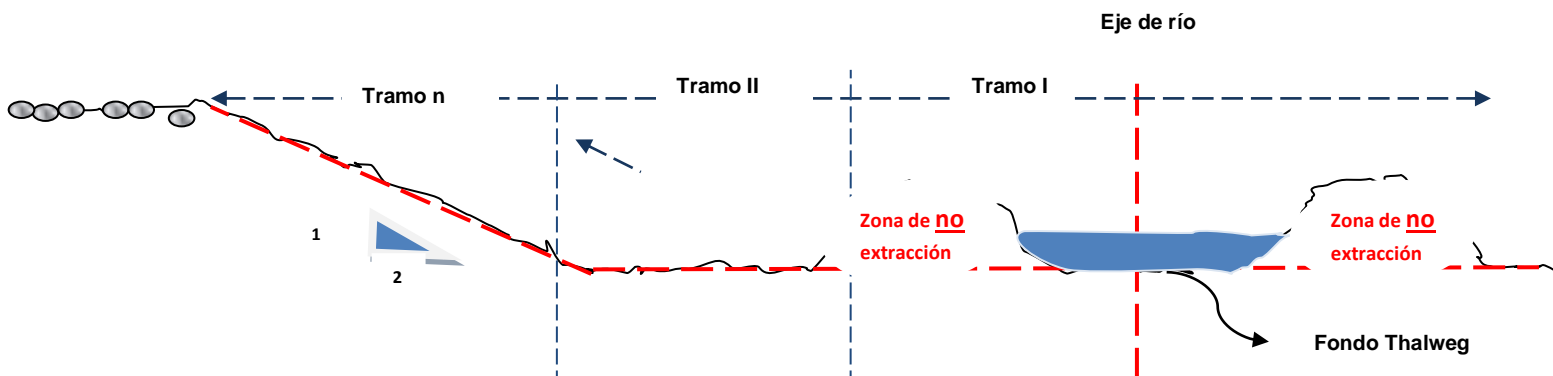


Figura 35: Trabajos de extracción de material Tramo II



Por ningún motivo se deberá cambiar el curso del río con la finalidad de realizar la extracción de material de acarreo, y será de entera responsabilidad del extractor y del Gobierno Local.

El titular de la autorización de extracción deberá conservar la pendiente promedio del fondo.

### **7.1.5 Características de la extracción y explotación del material de acarreo en el Río Tambo**

En primer lugar se realiza el "saneamiento" de la zona. Consiste en eliminar toda la vegetación que ocupa la superficie de explotación. Dada la proliferación de este tipo de actividades se puede afirmar que se han destruido mucha vegetación ribereña.

Una de las causas de afectación a las poblaciones asentadas en las riberas, infraestructura productiva, áreas de cultivos y otros, es la mala ubicación de las zonas de extracción de material de acarreo. Los puntos de extracción de material deberán enmarcarse dentro de las zonas convexas del flujo del agua del río.

El impacto será mayor en las zonas de ribera, pues se favorece la erosión y el peligro de inundaciones. Además, en esas zonas se pierde la capa más superficial del suelo, que es la más fértil, por lo que se hace difícil o imposible la regeneración natural del bosque o el aprovechamiento para cultivos.

El trabajo consiste en extraer el material detrítico con excavadoras hidráulicas, cargadores frontales y transportarlo en camiones volquetes a la planta de tratamiento para ser zarandeada y seleccionado por tamaños. Así se separan distintas fracciones que quedan almacenadas y clasificadas formando montículos. El lavado de los áridos genera un fluido cargado de barro que, si no se reposa en balsas de decantación, se vierte al río. El barro se deposita en el fondo del cauce cubriendo las irregularidades y formando un fondo plano que se compacta impidiendo el asentamiento de la vida vegetal y animal aguas abajo. El movimiento constante de palas excavadoras, y camiones volquetes, produce un levantamiento de polvo y partículas en suspensión que es causa de contaminación atmosférica y acústica.

Una vez retirado el material detrítico superficial, continúa la extracción en profundidad por lo que se alcanza el nivel freático del agua subterránea y se inunda la zona de extracción. En estas condiciones la extracción se realiza mediante dragado.

En ese sentido la excesiva excavación de las zonas de extracción de material de acarreo viene ocasionando que la pendiente natural del río vaya variando considerablemente ocasionando que la velocidad del flujo del agua se incremente y se presente inundaciones aguas abajo; por tal sentido se deberá considerar la Línea de **Thalweg**, como límite de corte:

Línea de **Thalweg**: sucesión de puntos que forman una línea, siendo cada punto el más profundo de una corriente en cada sitio o sección transversal.

La inundación de las zonas de extracción crea humedales artificiales de gran extensión a modo de lagunas más o menos profundas. La exposición de la extensa lámina superficial de agua facilita una intensa evaporación que repercute en un descenso del nivel freático y salinizando la laguna. Al estar comunicada con el río y el acuífero se produce una contaminación por salinización de ambos.

El abandono de las zonas de extracción de material de acarreo supone nuevos problemas ambientales por contaminación, al ser utilizados como vertederos incontrolados. Recientemente se pretende regenerar las graveras con la intención de conservación (introduciendo vegetación y fauna), educación y recreo.

El caudal del río Tambo entre los meses de diciembre, enero, febrero y marzo se incrementa ocasionando que las riberas se expongan a riesgo por inundación, razón por la cual en esta temporada no es recomendable que se efectúe la extracción de material de acarreo.



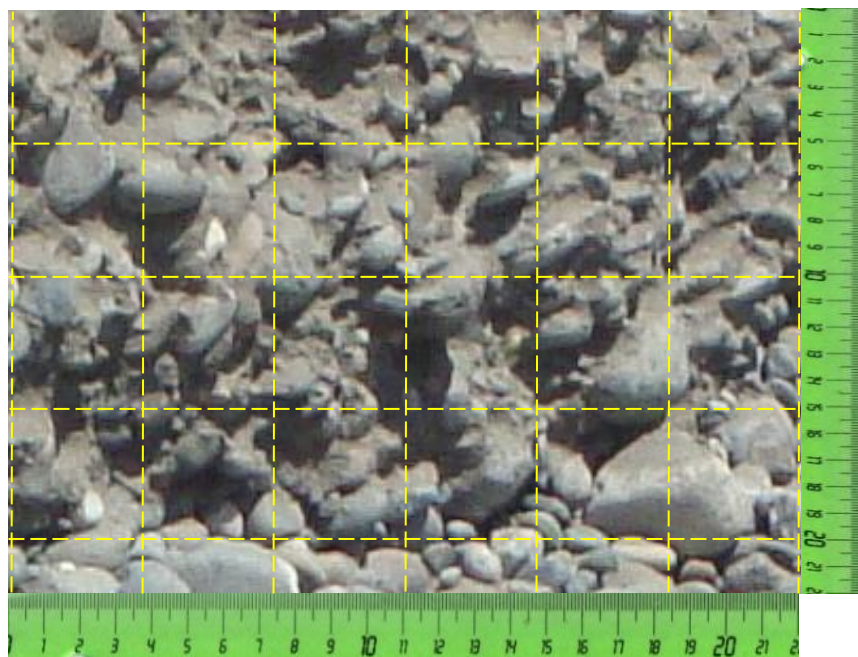
**Fotografía N° 04**

Extracción de material de acarreo con uso de maquinaria pesada

#### **7.1.6 Calidad del material de acarreo**

El material de río Tambo por los efectos de arrastre tiene una textura lisa y una forma redondeada que lo diferencian del material de cantera que por el proceso de explotación tiene superficie rugosa y forma angulosa.

En general las gravas de río, glaciares, y conglomerados, así como las arenas de playa o desierto son materiales redondeados, y pueden ser esféricos (cantos rodados) y laminares.



**Fotografía N° 05**  
Tamaño del material de acarreo

## 7.2 Zonas de extracción de material de acarreo en el Río Tambo.

En el recorrido efectuado al Río Tambo se ha podido detectar que ambos márgenes presentan abundante potencial de material de acarreo que podría ser explotado, debiendo las Municipalidades señalar las zonas identificadas, a fin que se desarrolle un plan de extracción de este agregado con la finalidad de efectuar la limpieza de la caja hidráulica del río y mitigue los efectos negativos de las inundaciones.

Se ha podido identificar 17 zonas en el cauce del río Tambo con potencial de material de acarreo siendo estas:

### 1. Sector Quelgua Grande

Coordenadas UTM: 229 119 E y 8 116 592 N

226 947 E y 8 118 534 N

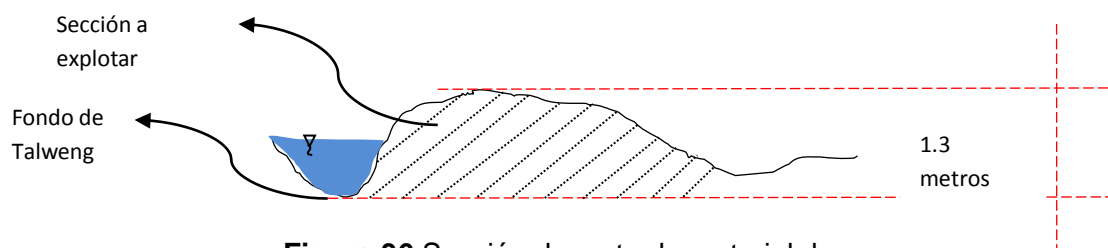
En el sector denominado Quelgua Grande, se ha identificado un área de 50,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad de 1.3 metros con potencial de material de acarreo que se puede extraer. Se tiene un volumen aproximado de 65,000 m<sup>3</sup> a explotarse.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores a 5 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obra de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar en el eje del río Tambo y en parte de la margen derecha a fin, de no afectar a la margen izquierda donde se encuentra un dique enrocado de 500 metros que protege a la infraestructura productiva de este sector.

El río se encuentra altamente colmatado, ocasionando que con caudales ordinarios se presenten desborde de sus aguas y afecte a la población ribereña e infraestructura

productiva, como lo ocurrido en los últimos años. Para lo cual, el ALA Tambo Alto Tambo, debe promover que el gobierno regional de Arequipa y los gobiernos locales de la zona implementen un plan que impulse la limpieza del cauce del río, complementándose con la actividad de extracción de material de acarreo en cumplimiento de la Ley de Recursos hídricos y Ley N° 28221.

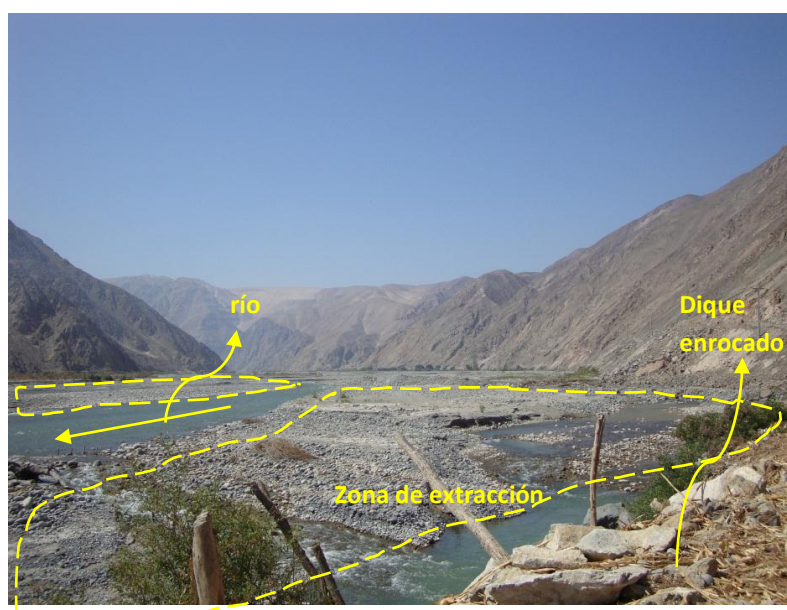


**Figura 36** Sección de corte de material de acarreo

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual se debe construir los caminos necesarios a fin que no se afecten a terceros en el desarrollo de las actividades extractivas.

*El río Tambo en su curso alto tiene una pendiente elevada por lo que el agua circula a gran velocidad empujando a las piedras y haciéndolas desplazarse rodando sobre sí mismas.*

Esto hace que se vayan redondeando las aristas con los golpes que reciben al rodar, de manera que todas terminan por tener una forma redondeada de donde les viene el nombre de cantos rodados.



**Fotografía N° 06**

Zona de extracción de material de acarreo.

## 2. Sector Checa II

En Coordenadas UTM: 225 972 E y 8 118 981 N

En el sector denominado Checa II, se ha identificado un área de 20,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad de 1.5 metros con potencial de material de acarreo que se puede extraer, se tendría un volumen aproximado de 30,000 m<sup>3</sup> a explotarse.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 5 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar en el eje del río tendiendo a la margen derecha a fin, no afectar a la margen izquierda donde se encuentra un dique enrocado de 400 metros que protege a la infraestructura productiva.

El río se encuentra altamente colmatado, ocasionando que con caudales ordinarios el flujo del agua se desborde y afecte a la población ribereña e infraestructura productiva de la zona. Para lo cual, el ALA Tambo Alto Tambo, promueva que el Gobierno Regional de Arequipa y Gobiernos Locales de la zona implementen zonas de extracción de material de acarreo como una medida de prevención que reduzca los efectos negativos de las inundaciones.



**Fotografía N° 07**  
Zona de extracción de material de acarreo

### 3. Sector La Pascana (La oroya)

En Coordenadas UTM: 228 992 E y 8 119 615 N

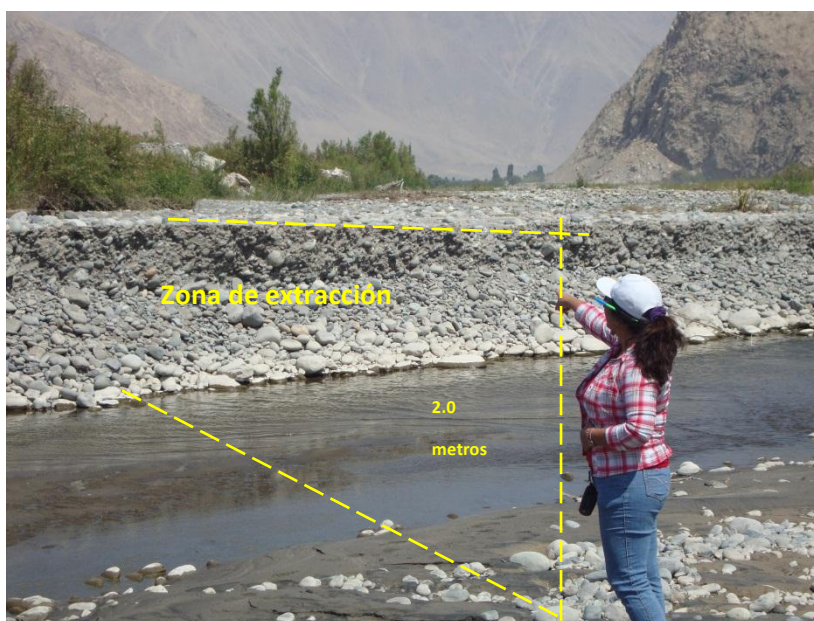
En el sector denominado La Pascana, se ha identificado un área de 40,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad de hasta 2.0 metros con potencial de material de acarreo que se puede extraer, se podría explotar hasta un volumen aproximado de 80,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 5 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar en el eje del río tendiendo a la margen derecha a fin, de no afectar a la margen izquierda donde se encuentra baterías de espigones de roca que requieren rehabilitarse y que protegen este sector.

El río se encuentra altamente colmatado, pudiendo ocasionar solo con caudales ordinarios desborde de sus aguas y afectando a la población ribereña e infraestructura productiva. Para lo cual el ALA Tambo Alto Tambo, deberá promover que el Gobierno Regional de Arequipa y Gobiernos Locales de la zona implementen zonas de extracción de material de acarreo como una medida de prevención que reduzca los efectos negativos de las inundaciones.

En la fotografía N° 05 se puede apreciar la altura del personal del ALA, con relación a la altura de los niveles del montículo acumulado de material de acarreo en la margen izquierda del cauce del río, llegan hasta 2.00 metros.



**Fotografía N° 08**  
Sección de corte de material de acarreo

#### 4. Sector El Toro

En Coordenadas UTM : 219 558 E y 8 119 698 N

En el sector denominado El Toro, se ha identificado un área de 20,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad de corte 1.5 metros (línea de Talweg) con potencial de material de acarreo ha extraerse, pudiendo lograr a explotar un volumen aproximado de 30,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 5 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo en el eje del río Tambo, con la finalidad que se efectuó la limpieza del cauce; se tiene que tener cuidado en explotar material en ambas márgenes que cuentan con diques enrocados que protegen este sector.

El río se encuentra altamente colmatado, ocasionando que con caudales ordinarios se podrían presentar desbordes de sus aguas y afecte a la población ribereña e infraestructura productiva.



**Fotografía N° 09**

Zona de extracción de material de acarreo

#### 5. Sector Caraquen

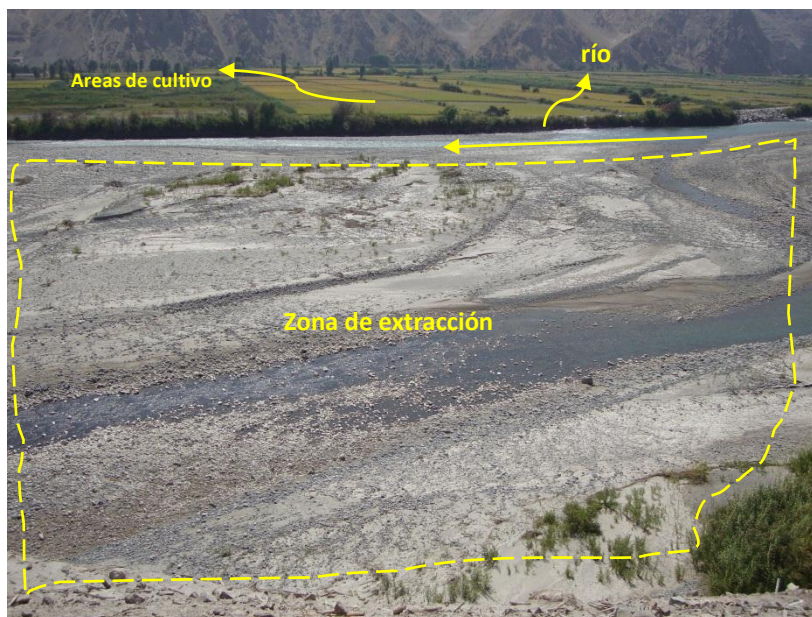
En Coordenadas UTM: 218 158 E y 8 117 416 N

En el sector denominado Caraquen, se ha identificado un área de 30,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad de 1.2 metros de potencial de material de acarreo y se podría explotar un volumen aproximado de 36,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 5 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo en el eje del río Tambo, con la finalidad que se efectuó la limpieza del cauce, pero se tiene que tener cuidado en explotar material por la márgenes, debido a que se observa la presencia de áreas de cultivo en la margen derecha.

El río se encuentra altamente colmatado, ocasionando que con caudales ordinarios se pueda desbordar sus aguas y afecte a la población ribereña e infraestructura productiva.



**Fotografía N° 10**  
Zona de extracción de material de acarreo

## 6. Sector Desamparados

En Coordenadas UTM: 216 539 E y 8 115 945 N

En el sector denominado Desamparados, se ha identificado un área de 25,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.2 metros con potencial de material de acarreo que se podría extraer, en total de volumen a explotarse sería de 30,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 5 pulgadas, aparentemente son adecuadas las características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río Tambo y considerando el dique enrocado que protege la margen derecha de la población e infraestructura productiva.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica se reduzca y ante la presencia de caudales ordinarios se presente desbordes de sus aguas afectando a la población e infraestructura productiva de la zona.





**Fotografía N° 11**  
Sección de corte de material de acarreo

## 7. Sector Piedra Grande

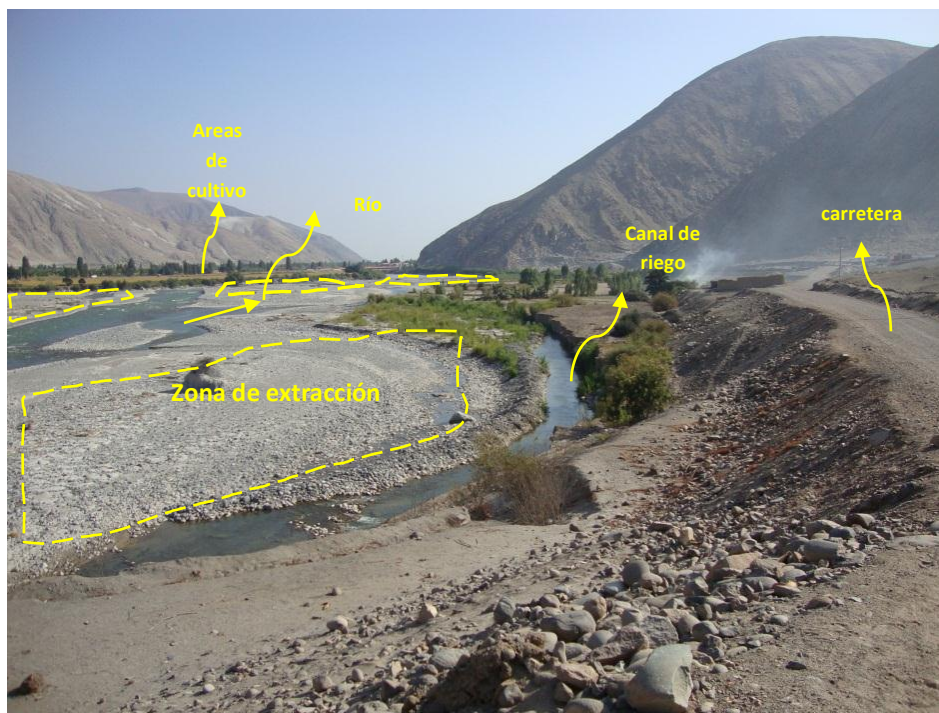
En Coordenadas UTM: 214 417 E y 8 115 476 N

En el sector denominado Piedra Grande, se ha identificado un área de 25,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.3 metros con potencial de material de acarreo que se puede extraer. Se tiene un volumen aproximado de 32,500 m<sup>3</sup> a explotarse.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 3 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obra de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río Tambo y considerando el canal de riego y carretera que se encuentra en la margen derecha.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica del cauce se reduzca y ante la presencia de caudales ordinarios podría desbordarse sus aguas y afectaría a la población e infraestructura productiva.



**Fotografía N° 12**  
Sección de corte de material de acarreo

## 8. Sector Santa Rosa

En Coordenadas UTM: 215503 E y 8115821 N.

En el sector denominado Santa Rosa, se ha identificado un área de 25,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.2 metros con potencial de material de acarreo, pudiendo extraer un volumen aproximado de 30,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 3 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obra de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río Tambo y considerando la infraestructura productiva que se encuentre en ambos márgenes del río.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica del cauce se reduzca y ante la presencia de caudales ordinarios podría presentarse desbordes de sus aguas.



**Fotografía N° 13**  
Zona de extracción de material de acarreo

### 9. Sector Hacienda Chucarapi (Fiscal)

En Coordenadas UTM: 209495 E y 8112580 N

En el sector denominado Hacienda Chucarapi, se ha identificado un área de 25,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.4 metros de corte, pudiéndose extraer un volumen aproximado de 35,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 4 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río Tambo, considerando el dique enrocado de la margen derecha y las áreas agrícolas de la otra margen.



**Fotografía Nº 14**  
Zona de extracción de material de acarreo

## 10. Sector Puente Pampa Blanca

En Coordenadas UTM: 208783 E y 8110903 N

En el sector denominado Pampa Blanca, se ha identificado un área de 30,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.5 metros de corte que se podría extraer, logrando a explotarse un volumen aproximado de 45,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 4 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río Tambo y considerando la infraestructura de protección, carretera y las áreas agrícolas de ambas márgenes.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica del cauce se reduzca y ante la presencia de caudales ordinarios se podría presentar desbordes de sus aguas.



**Fotografía N° 15**

Zona de extracción de material de acarreo

### **11. Sector Bocatoma Ensenada (El Caballo)**

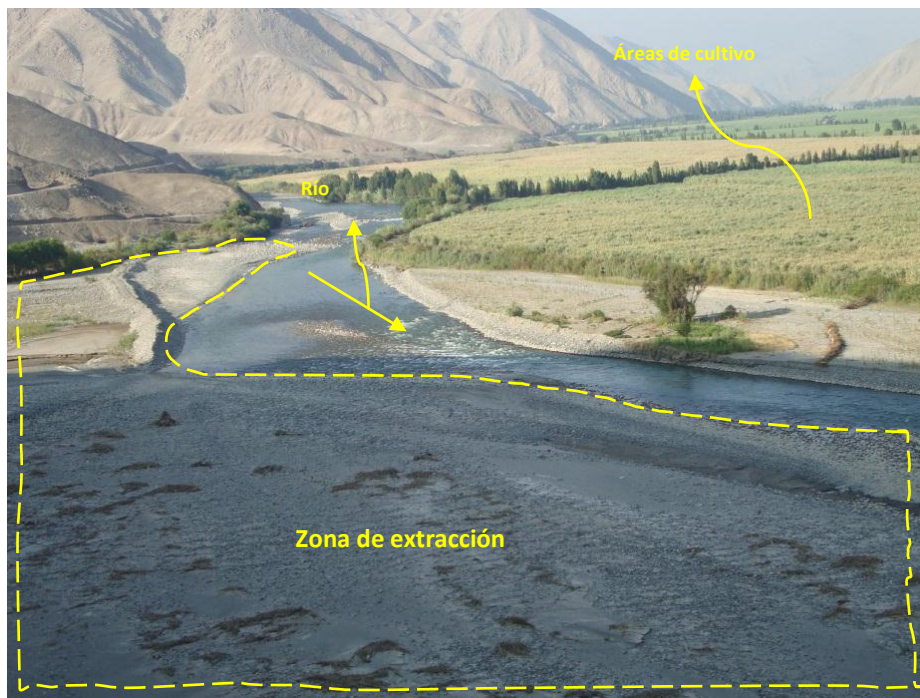
En Coordenadas UTM: 207664 E y 8106735 N

En el sector denominado Bocatoma Ensenada, se ha identificado un área de 25,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.4 metros con potencial de material de acarreo que se puede extraer. Se tiene un volumen aproximado de 35,000 m<sup>3</sup> a explotarse.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 4 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río Tambo y considerando las áreas de cultivo de la margen izquierda.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica del cauce se reduzca y ante la presencia de caudales ordinarios podría desbordar sus aguas pudiendo afectar las áreas de cultivo de la margen izquierda.



**Fotografía N° 16**  
Zona de extracción de material de acarreo

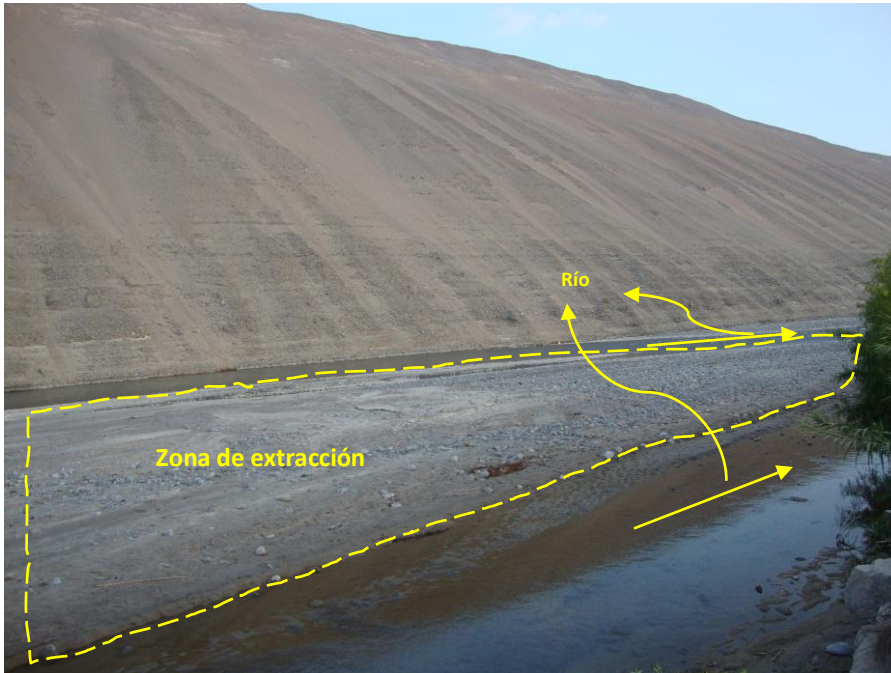
## 12. San Francisco

En Coordenadas UTM: 206942 E y 8105694 N.

En el sector denominado San Francisco, se ha identificado un área de 30,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.5 metros de corte, pudiéndose extraer un volumen aproximado de 45,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 4 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obra de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río Tambo y considerando la infraestructura de protección, carretera y las áreas agrícolas de la margen derecha.



**Fotografía N° 17**  
Zona de extracción de material de acarreo

### 13. San Jorge

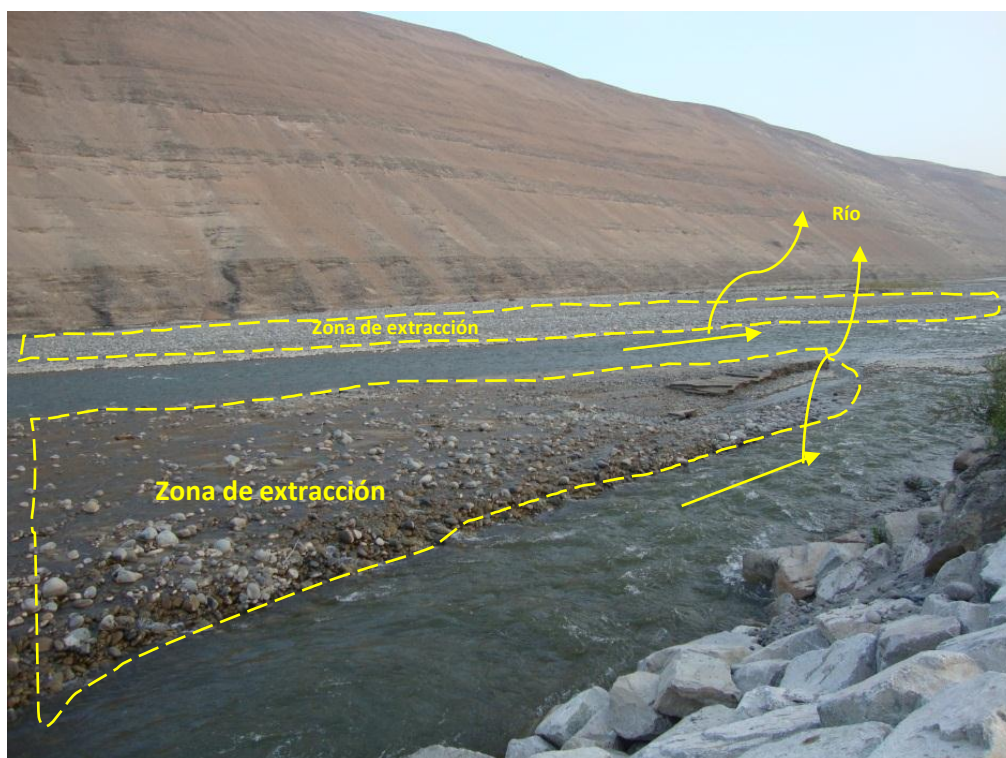
En Coordenadas UTM: 205724 E y 8104253 N

En el sector denominado San Jorge, se ha identificado un área de 30,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.5 metros de corte, pudiéndose extraer un volumen aproximado de 45,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 4 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río Tambo y considerando la infraestructura de protección, carretera y las áreas agrícolas de la margen derecha.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica del cauce se haya reducido y ante la presencia de caudales ordinarios podría descordarse sus aguas.



**Fotografía N° 18**  
Zona de extracción de material de acarreo

#### 14.- Sector Tuco

En Coordenadas UTM: 208370 E y 8107588 N

El flujo del río Tambo se ha desviado hacia la margen izquierda del sector denominado Tuco, lo cual viene ocasionando que erosione la base de un gran conglomerado de matriz no muy consolidada a lo largo de 5.5 kilómetros del río hasta el puente Freyre, produciendo mayor colmatación aguas abajo de este punto. Se ha observado que en algunos sectores del cauce el nivel se encuentre por encima de los áreas de cultivo.

Aguas abajo del puente Freyre, el cauce del río se encuentra altamente colmatado; las áreas de cultivo adyacentes están siendo protegidos en ambas márgenes por diques enrocados que no se encuentran en buenas condiciones exponiendo a riesgo ante las avenidas.

Para evitar que se continúe erosionando el primer tramo denominado Tuco, se debería proyectar la construcción de 0.5 Kilómetros de una defensa ribereña, continuando con la estructura de protección se recomienda instalar vegetación ribereña de la zona en una longitud de 5.0 kilómetros hasta el puente Freyre.





**Fotografía N° 19**  
Sector Tuco que viene siendo erosionado

En tal sentido, para disminuir la acumulación de material de acarreo aguas abajo del sector Tuco, necesariamente se debe construir una estructura de protección e instalación de vegetación ribereña a lo largo de la margen izquierda del río Tambo.



**Fotografía N° 20**  
Sector Tuco que viene siendo erosionado



**Fotografía N° 21**

Zona de erosión de conglomerado Aguas abajo del sector Tuco hasta el puente Freyre se aprecia el tipo de material conglomerado

### 15. Sector La Isla (Freyre)

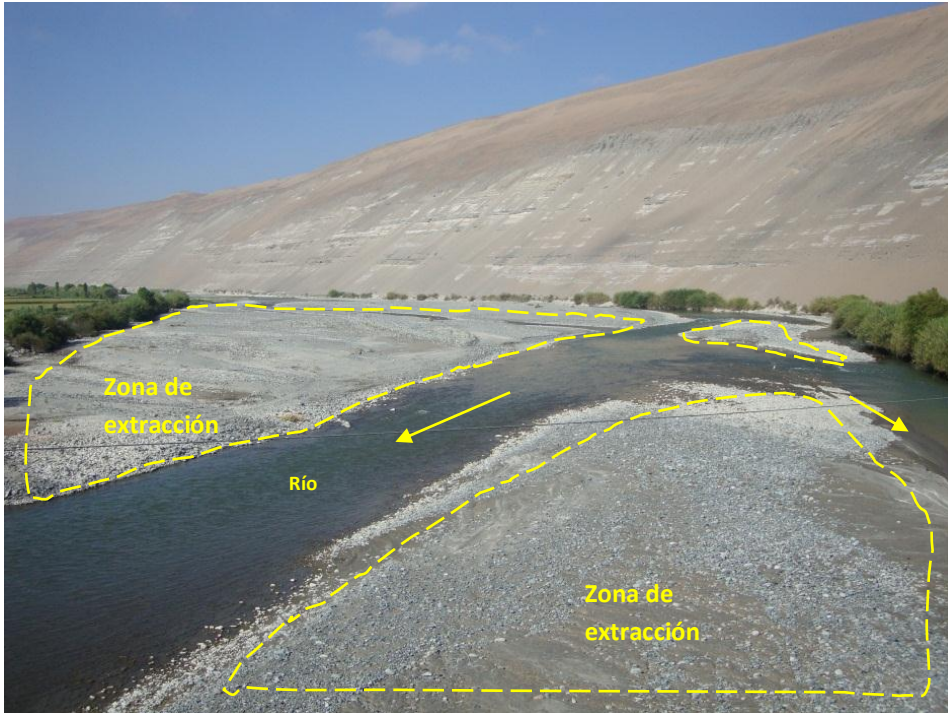
En Coordenadas UTM: 205213 E y 8103792 N.

En el sector denominado La Isla, se ha identificado un área de 20,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de 1.5 metros de corte, pudiéndose extraer un volumen aproximado de 30,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 3 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica se reduzca y ante la presencia de caudales ordinarios pueda presentarse el desborde de sus aguas.

La extracción del material de acarreo se tiene que realizar siguiendo el eje del cauce del río y considerando la infraestructura de protección, carretera y las áreas agrícolas de la margen derecha.



**Fotografía N° 22**  
Zona de extracción de material de acarreo

**16. Sector Monte Grande (aguas abajo del puente Freyre)**

En Coordenadas UTM:      204598 E y 8103341 N      203389 E y 8102740 N  
   203026 E y 8102533 N      201949 E y 8102068 N

En el sector denominado Monte Grande, se ha identificado un área de 30,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de corte de 1.6 metros pudiéndose extraer un volumen aproximado de 48,000 m<sup>3</sup>.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 3 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica del cauce se haya reducido y ante la presencia de caudales ordinarios podría desbordarse y afectaría la carretera y las áreas de cultivo de la margen izquierda y derecha.



**Fotografía N° 23**  
Zona de extracción de material de acarreo

### **17. Sector La Curva**

En Coordenadas UTM: 200476 E y 8101580 N

En el sector denominado La Curva, se ha identificado un área de 30,000 m<sup>2</sup> y con una profundidad (Línea de Talweg) de corte de 1.6 metros, pudiéndose extraer un volumen aproximado de 48,000 m<sup>3</sup> a explotarse.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros menores de 3 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características y especificaciones para el uso en obras de ingeniería.

El cauce del río se encuentra colmatado, ocasionando que la caja hidráulica del cauce se reduzca y ante la presencia de caudales ordinarios podría desbordarse afectando a la carretera y las áreas de cultivo de ambas márgenes.



**Fotografía N° 24**  
Zona de extracción de material de acarreo

### 7.3 Volumen total de material de acarreo a extraerse

En el cuadro 39, se ha consolidado el volumen aproximado de material de acarreo a extraerse en los diferentes puntos identificados a lo largo del río Tambo, en un total de 648,500 m<sup>3</sup>.

**Cuadro 39**  
**Consolidado de zonas de extracción de material**

Nº	Sectores	Volumen m3		
		Area m2	Altura mts	Total m3
1	Quelgua Grande	50,000.00	1.30	65,000.00
2	Checa II	20,000.00	1.50	30,000.00
3	La Pascana	40,000.00	1.60	64,000.00
4	El Toro	20,000.00	1.50	30,000.00
5	Caraquen	30,000.00	1.20	36,000.00
6	Desamparados	25,000.00	1.20	30,000.00
7	Piedra Grande	25,000.00	1.30	32,500.00
8	Santa Rosa	25,000.00	1.20	30,000.00
9	Hacienda Chucarapi (Fiscal)	25,000.00	1.40	35,000.00
10	Pampa Blanca	30,000.00	1.50	45,000.00
11	Bocatoma Ensenada (El Caballo)	25,000.00	1.40	35,000.00
12	San Francisco	30,000.00	1.50	45,000.00
13	San Jorge	30,000.00	1.50	45,000.00
14	La Isla (Freyre)	20,000.00	1.50	30,000.00
15	Monte Grande (aguas abajo del puente Freyre)	30,000.00	1.60	48,000.00
16	La Curva	30,000.00	1.60	48,000.00
				648,500.00

## CAPITULO 8: IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE EROSIÓN FLUVIAL

### 8.1 INTRODUCCIÓN

En nuestra historia, el agro, los sectores urbanos, industriales, viales, etc. han tenido grandes pérdidas, por no tener una adecuada planificación que incluya con carácter prioritario la prevención contra las acciones erosivas y destructivas de las corrientes de agua, las mismas que se ven agravadas, incluso con pérdidas de vidas humanas, por la presencia cíclica del fenómeno de El Niño.

Para el presente trabajo se ha realizado un reconocimiento del ámbito del proyecto, identificando algunas zonas que vienen siendo afectadas por la erosión e inundación del río Tambo y estas se vienen agravando por la inadecuada extracción de material de acarreo en la zona.

Este capítulo se refiere a la identificación de puntos críticos por desborde y erosión, como consecuencia de la topografía de las riberas áreas aledañas, condiciones físico-mecánico del suelo y a caudales máximos en época de precipitaciones fuertes.

Para la identificación de los puntos críticos se realizó un reconocimiento del ámbito del proyecto y se analizaron por distritos desde Santa Teresa en la parte alta de la cuenca hasta el distrito de Santa Ana, en el límite con el distrito de Echarate.

### 8.2 OBJETIVO

Identificar las zonas vulnerables que vienen siendo afectadas por procesos geológicos que originan la inundación de terrenos agrícolas y la erosión de riberas del río Tambo.

### 8.3 ANÁLISIS DE LA IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS

Se ha realizado un reconocimiento del ámbito del proyecto, y se han identificado los puntos que se encuentran expuestos a la erosión e inundación del río Tambo.

Con el apoyo de los Formatos previamente elaborados se ha registrado la información que a continuación se detalla:

- Coordenadas UTM WGS – 84
- Sector Vulnerable
- Amenaza o Peligro
- Efectos previsibles
- Elementos expuestos
- Recomendaciones
- Fotos

Asimismo, en las zonas identificadas no se ha podido verificar si los extractores del material de acarreo vienen realizando su actividad en forma inadecuada ocasionando que el río se desvíe y ocasione mayores daños en las márgenes del río.

## 8.4 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS

Para fines del presente estudio han sido consideradas como zonas críticas aquellos sectores que presentan recurrencia, en algunos casos, periódica a excepcional de peligros geológicos y geohidrológicos, alta susceptibilidad a procesos geológicos que puede causar desastres y alto grado de vulnerabilidad.

Principalmente, han sido evaluados e inventariados los procesos geológicos correspondientes a: erosión fluvial, erosión de ladera e inundaciones fluviales.

El cuadro N° 01 resume los eventos principales identificadas y complementadas con información obtenida del INGENMET que causaron daños en el ámbito de la Cuenca Baja del río Tambo, en los que se indica el paraje, localización, peligros y recomendaciones.

El **Mapa N° 05** muestra las Zonas Críticas en la cuenca del río Tambo; el Anexo **C Fotos** se muestra imágenes de algunas zonas críticas identificadas.

A continuación se describen los principales puntos identificados:

- **Sector Montegrando**, comprende desde la desembocadura hasta el Puente Freyre. Este sector se encuentra expuesto a ser erosionado por las avenidas del Río Tambo en un tramo aprox. de 5,000 metros, además existe una gran cantidad de material acumulado en el cauce.

Para proteger la zona en peligro se deberá construir un dique que conecte al existente y de una longitud de 5000 metros en ambas márgenes y complementándose con vegetación de la zona. Además se debe limpiar y descolmatar el cauce del río, especialmente el volumen de material de acarreo que se ha acumulado.



- **Puente Freyre**, aguas arriba en su margen derecha, existe un gran cantidad de material acumulado, por lo que en este sector se encuentra expuesta, a ser erosionada por el flujo del río Tambo, la carretera que conecta los centros poblados de La Curva y Punta de Bombón y podría colapsar el estribo derecho del puente.



Para proteger la zona identificada se deberá considerar la construcción de una defensa ribereña de 100 metros de longitud en la margen derecha antes del puente Freyre y complementándose con vegetación de la zona. Además se debe limpiar y descolmatar el volumen de material de acarreo que se ha acumulado en el cauce del río Tambo.



- **Sector El Tuco**, aguas arriba del Puente Freyre. El río está erosionando la base de un gran conglomerado de matriz no muy consolidada a lo largo de 5.5 kilómetros del río hasta el puente Freyre, produciendo mayor colmatación aguas abajo de este punto.

Para proteger la zona identificada se deberá considerar la construcción de una defensa ribereña de 100 metros de longitud. Además se debe limpiar y descolmatar el volumen de material de acarreo que se ha acumulado en el cauce del río Tambo.



- **Sector Desamparados**, ubicado en la margen derecha del río.

Presenta un estrechamiento en su cauce lo que origina una gran acumulación de material de acarreo aguas arriba.

Existe un dique enrocado de aproximadamente 3200 metros de longitud en su margen derecha, pero necesita un mejoramiento y de colapsar se verían afectadas aproximadamente 200 has de cultivo de arroz. Además se debe limpiar y descolmatar el volumen de material de acarreo que se ha acumulado en el cauce del río Tambo.



- **Sector La Pascana**, ubicada en la margen izquierda del río.

Presenta un estrechamiento en su cauce lo que origina una gran acumulación de material de acarreo aguas arriba.

Existe una batería de catorce (14) espigones que con la avenida en el mes de febrero del presente año han ocasionado el colapso de ellos, por lo que es necesario que en forma inmediata se mejoren considerando un buen diseño hidráulico y estructural. De colapsar estos espigones se verían afectadas aproximadamente 350 has de cultivo de arroz. Además se debe limpiar y descolmatar el volumen de material de acarreo que se ha acumulado en el cauce del río Tambo.



- **Sector Buena Vista El Toro**, ubicada en la margen derecha del río.

Existe un dique enrocado de aproximadamente 3200 metros de longitud en su margen derecha, pero el diseño no concuerda con el eje del río y su diseño origina estrechamiento de cauce y una elevación del tirante y por lo tanto una gran inundación de los terrenos de cultivo. Es necesario que en forma inmediata se mejore su diseño hidráulico y estructural. De colapsar el dique se verían afectadas aproximadamente 300 has de cultivo de arroz.

Además se debe limpiar y descolmatar el volumen de material de acarreo que se ha acumulado en el cauce del río Tambo.



- **Sector Quelga**, ubicada en la margen izquierda del río. Se encuentra la toma rustica del mismo nombre, sin compuerta y protegida con un enrocado en regulares condiciones que son necesarias mejorar por encontrarse en riesgo el poblado de Quelga y los terrenos de cultivo de caña de azúcar y arroz, así mismo se debe prolongar el dique en 300 metros de longitud. Además se debe limpiar y descolmatar el volumen de material de acarreo que se ha acumulado en el cauce del río Tambo.



## 8.5 RESULTADOS

Se han identificado veinte (20) puntos críticos en el cauce del río Tambo, se incluye la información obtenida en INGENMENT, los cuales deben ser considerados dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

Las obras de defensas ribereñas existentes necesitan mejoramiento tales como diques de roca (Sector desamparados y Buena Vista El Toro) y espigones de roca (Sector La Pascana).

La infraestructura vial, tal como puentes y la carretera que une al Centro Poblado La Curva con Punta de Bombón, debe ser protegida especialmente los estribos y/o pilares centrales de los puentes.

**“Tratamiento de Cauce del Río Tambo para el Control de Inundación y Erosión Fluvial”**

**CUADRO N° 40: Zonas Críticas Cuenca Baja del río Tambo**

N°	PARAJE	FUENTE	NORTE	ESTE	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	PELIGRO	OBSERVACION
1	Monte Grande	DEPHM - ANA	8103609	204858	Arequipa	Islay	Punta de Bombon	Inundación Fluvial	Sector donde el cauce del río Tambo llega a tener un ancho de 100 metros, se encuentra muy colmatado en una altura superior a los 2 metros, por lo que el cauce del río se encuentra a la misma altura. Se recomienda la descolmatación del cauce, protección del estribo derecho del puente Freyre, mejoras del dique de enrocado existente y construcción de una defensa ribereña aguas abajo.
2	El Tuco	DEPHM - ANA	8107582	208150	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión fluvial e Inundaciones	Hacia la margen derecha se observan terrenos de cultivos y carretera, afectados por erosión fluvial e inundaciones. Sector donde el ancho de cauce tiene un ancho de 100 m. Existe un dique constituido por rocas al volteo, necesita rehabilitación y mejoramiento.
3	Aguas abajo de Pampa Blanca	INGEMMET	8109000	209000	Arequipa	Islay	Cocachacra	Inundación Fluvial	En ambas márgenes del río se observan terrenos de cultivos que pueden ser afectados por inundación fluvial, al producirse periodos de lluvias excepcionales.
4	Puente Pampa Blanca	DEPHM - ANA	8110313	208757	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión Fluvial	En el sector se observan terrenos de cultivo en ambas márgenes, afectadas por erosión fluvial. Necesita una protección en ambos estribos del puente.
5	Bocatoma Hacendados	DEPHM - ANA	8111317	208865	Arequipa	Islay	Cocachacra	Inundación Fluvial	Localizada en la margen izquierda del cauce del río. Presenta un barraje de 100 metros aproximadamente que necesita una protección en la margen izquierda del cauce del río
6	Chucarapi - Pacheco	INGEMMET	8110820	210950	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión fluvial e Inundaciones	Debido a la forma del río (anastomosado), la dirección del cauce cambia cuando se producen lluvias de tipo excepcional, generando erosiones de laderas que pueden afectar terrenos de cultivo y centros poblados. Se recomienda reforestar el área, construcción de muros en el cauce de las quebradas.
7	1 Km aguas abajo del Puente Fiscal	INGEMMET	8114367	213360	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión Fluvial	Hacia la margen derecha se observa el centro poblado El Fiscal afectado por la erosión fluvial en épocas de avenidas del río Tambo.
8	Toma Fiscal	DEPHM - ANA	8115947	214207	Arequipa	Islay	Cocachacra	Inundación Fluvial	Es una toma rustica, sin compuertas, ubicada en la margen derecha del cauce del río. A la altura de Puente Santa Rosa, el cauce llega a tener un ancho de 100 metros, es estrecho, lo que origina una acumulación de sedimentos aguas arriba del río y una gran llanura de inundación, afectando terrenos agrícolas regados por la Toma Santa Rosa de Ventillata, ubicada en la margen izquierda.
9	Puente Fiscal	INGEMMET	8115888	215917	Arequipa	Islay	Cocachacra	Inundación Fluvial	En este punto del cauce del río, el flujo de las aguas se orienta hacia la margen derecha y presenta un dique de aproximadamente 160 metros que conecta la bocatoma y un cerro.
10	Desamparados	DEPHM - ANA	8118572	217939	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión fluvial e Inundaciones	Ubicado en la margen derecha del cauce del río. El cauce llega a tener un ancho de 130 metros, estrecho, lo que origina una acumulación de sedimentos aguas arriba del río. Presenta un dique enrocado de 3,200 metros aproximadamente, pero necesita rehabilitación
11	La Pascana	DEPHM - ANA	8119616	218990	Arequipa	Islay	Cocachacra	Inundación Fluvial	Localizado en la margen izquierda del cauce del río Tambo. Sector donde el río tiene un cauce de ancho promedio de 60 metros, estrecho, lo que origina un gran volumen de sedimentos aguas arriba del río. Se ha construido una batería de catorce (14) espigones, en los cuales se ha destruido la cabeza (inicial) de cada uno de ellos, quedando una longitud de trabajo de 3 metros aproximadamente, en cada espigón.
12	Conventillo	DEPHM - ANA	8119730	219517	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión fluvial e Inundaciones	Ubicado en la margen derecha del cauce del río, presenta un dique enrocado de 500 m. aprox., pero necesita rehabilitación. El cauce tiene un ancho de 90 m. muy estrecho, lo que origina un gran volumen de sedimentos aguas arriba del río.
13	Puerto Viejo, Desamparados, Quebrada Piedra Grande y Panamericana Sur	INGEMMET	8120250	220150	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión fluvial e Inundaciones	Sector donde el río Tambo es de tipo anastomosado, debido a ello la dirección del cauce cambia al producirse lluvias de tipo excepcional, generando erosión fluvial e inundaciones que afectan terrenos de cultivo y centros poblados. Se recomienda construcción de muros de contención en el cauce de las quebradas.
14	Buena Vista El Toro	DEPHM - ANA	8119599	222975	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión Fluvial	En este punto del cauce del río, el flujo de las aguas se orienta hacia la margen derecha y presenta un dique de aproximadamente 160 metros que conecta la bocatoma y un cerro. Se recomienda construir un dique de 0.75 Km aproximadamente.
15	La Haciendita	DEPHM - ANA	8119246	223006	Arequipa	Islay	Cocachacra	Inundación Fluvial	Ubicado en la margen izquierda del Río Tambo. Se recomienda la descolmatación del cauce del río y la construcción de un dique enrocado en una longitud de 0.3 km.
16	Sector Checa Alta	INGEMMET	8119300	223850	Arequipa	Islay	Cocachacra	Inundación Fluvial	Hacia la margen izquierda se observan terrenos de cultivos afectados por inundación fluvial. Se recomienda la descolmatación del cauce del río.
17	Bocatoma Checa (Margen izquierda río Tambo)	DEPHM - ANA	8118616	226234	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión Fluvial	Bocatoma semi rustica, ubicada a la margen izquierda del río Tambo. El cauce necesita descolmatación en una longitud de 500 metros y presenta un dique de roca en regulares condiciones y que necesita rehabilitación y una ampliación de 0.5 Km.
18	Santa María	INGEMMET	8117450	227500	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión de laderas	Procesos de erosión de ladera se han podido observar hacia la margen izquierda del río Tambo. Los afloramientos rocosos en el sector de quebradas corresponden a rocas erosionables. Pueden afectar a viviendas y terrenos de cultivo del sector Santa María.
19	Bocatoma Quelgua (Margen izquierda río Tambo)	DEPHM - ANA	8116584	229125	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión Fluvial	Bocatoma rustica, ubicada cerca al poblado de Quelgua y en la margen izquierda del Río Tambo. Presenta un dique de enrocado en regulares condiciones y que necesita rehabilitación y una ampliación de 0.3 Km.
20	Carrizal - Len	INGEMMET	8115300	230800	Arequipa	Islay	Cocachacra	Erosión de laderas	En ambas márgenes del río Tambo se observa intensa erosión de laderas, en el sector se han podido identificar quebradas con materiales sueltos los que pueden ser removidos por periodos de lluvias de tipo ocasional o excepcional. Se recomienda reforestar el área y construir defensas tipo muros en el cauce.

Fuente: INGEMMET/ANA

## CAPÍTULO 9: GESTIÓN DEL RIESGO: PROPUESTA DE MEDIDAS ESTRATÉGICAS

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

La Gestión del Riesgo de Desastre (GRD) es el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas y estrategias, y para fortalecer sus capacidades, con el fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos.

Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales (por ejemplo, construcción de defensas ribereñas para evitar el desbordamiento de un río) y no-estructurales (por ejemplo, la reglamentación de los terrenos) para evitar o limitar los efectos adversos de los desastres (ITDG, 2009).

### 9.1 Comportamiento hidráulico del río Tambo: sustento teórico

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

#### Flujo gradualmente variado

Se puede simplificar el flujo del agua en un cauce natural como unidimensional, es decir, la profundidad y velocidad sólo varían en la dirección longitudinal del canal, cuyo eje se supone aproximadamente una línea recta, la velocidad es constante en cualquier punto de una sección transversal

Si mantenemos la hipótesis metodológica de un flujo permanente, es decir que el caudal no varía con el tiempo, pero con una variación paulatina de la velocidad en el espacio, y por tanto del tirante, al no modificarse el caudal, el régimen recibe el nombre de gradualmente variado, y en él se produce una distribución hidrostática de las presiones. Los perfiles pueden analizarse considerando régimen supercrítico y subcrítico.

Los cálculos están orientados a flujo unidimensional, para flujo estacionario gradualmente variado y para régimen mixto (subcrítico y supercrítico). Desarrollado con la ecuación de la energía, por un proceso iterativo: standart step method. Que resuelve la ecuación dinámica del flujo gradualmente variado igualando la energía en dos secciones consecutivas mediante un procedimiento cíclico de aproximaciones sucesivas.

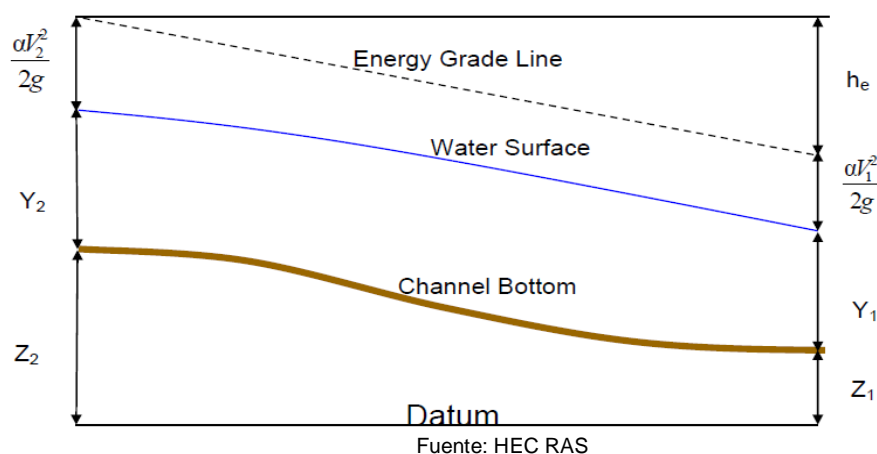
$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Donde,

$Z_1$ y $Z_2$	=	elevación del cauce en la sección
$Y_1$ y $Y_2$	=	elevación del agua en la sección
$V_1$ y $V_2$	=	velocidades promedios

$\alpha_1$ y $\alpha_2$	=	coeficiente de velocidad
$g$	=	aceleración de la gravedad
$h_e$	=	pérdida de energía

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



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

### Condiciones de frontera

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

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

**Stage Hydrograph.** Nivel de agua en función del tiempo, si la corriente fluye en un entorno como el remanso de un estuario o bahía en la que se rige la elevación de la superficie del agua por las fluctuaciones de la marea, o donde desemboca en un lago o reservorios.

**Flow Hydrograph.** Puede utilizarse si los datos registrados está disponible y el modelo está calibrado a un evento de inundación específico

**Single Valued Rating Curve.** Es función monótona de la etapa y el flujo. Puede emplearse para describir con precisión la etapa de flujo como cascadas, estructuras hidráulicas de control, aliviaderos, presas.

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

### Criterios requeridos para los cálculos de las obras

- Coeficientes de rugosidad
- Caudales
- Pendiente del cauce
- Topografía

Curvas de nivel cada metro de desnivel.

La faja topográfica del cauce y llanura de inundación. La cobertura de la llanura de inundación garantiza que los resultados de la simulación queden dentro de esta faja.

La faja topográfica abarca campos de cultivos, vías de comunicación, obras

hidráulicas y centros poblados.

- Ancho estable teórico del cauce (B)
- Determinación del eje del río
- Identificación de defensas ribereñas existentes.

## 9.2 Propuesta de medidas estratégicas

Dentro de las estrategias de intervención para prevenir y reducir el riesgo por inundación y erosión, tenemos las medidas estructurales y no estructurales.

### A. Medidas estructurales

Son obras de defensa ribereñas como diques, espigones, encauzamiento, reforestación, entre otros.

Dentro de las medidas estructurales para evitar los desbordes y erosión se propone principalmente diques revestido de roca u otro material adecuado a cada lugar de intervención; el cuerpo del dique puede ser material del lugar o material de préstamo.

Cuando se refiera a diques, debe tenerse en cuenta, si la velocidad del agua es mayor a la velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado, se recomienda emplear filtro de geotextil o filtro de grava; así como, la plantación de gramíneas (carrizos) entre los poros dejados por el enrocado, el cual fortalecerá, la protección contra el lavado del material del cuerpo del dique.

En la figura 1, se esquematiza un modelo del dique y en el cuadro 1, se indica las principales dimensiones de las estructuras que deben considerarse cuando se formula un perfil de defensas ribereñas.

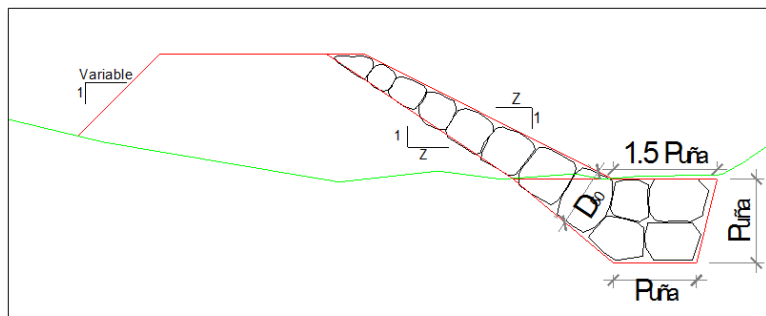


Figura 1. Modelo de dique con revestimiento

En la figura 2, se presenta espigón de roca para que se considere en los sectores que han sido propuestos como medidas de protección.



Figura 2. Modelo de espigón de roca

También se debe estudiar la alternativa de muros de contención de concreto armado para el caso donde el ancho del río es reducido y protege centros poblados

La limpieza y descolmatación del cauce toma como referencia el ancho estable y la pendiente indicada. Para estas actividades se recomienda emplear los siguientes tipos de maquinaria pesada: Bulldozer con una potencia promedio de 250 HP, excavadora de potencia 190 HP, volquete de 12 m<sup>3</sup> o más, cargador frontal de 170 HP.

En la figura 3, se representa un esquema indicando algunas características en las actividades de descolmatación. Se debe tener en cuenta la pendiente de equilibrio indicada en el capítulo 6, el ancho estable y la altura de corte que puede variar entre 0.5 a 1.5 metros.

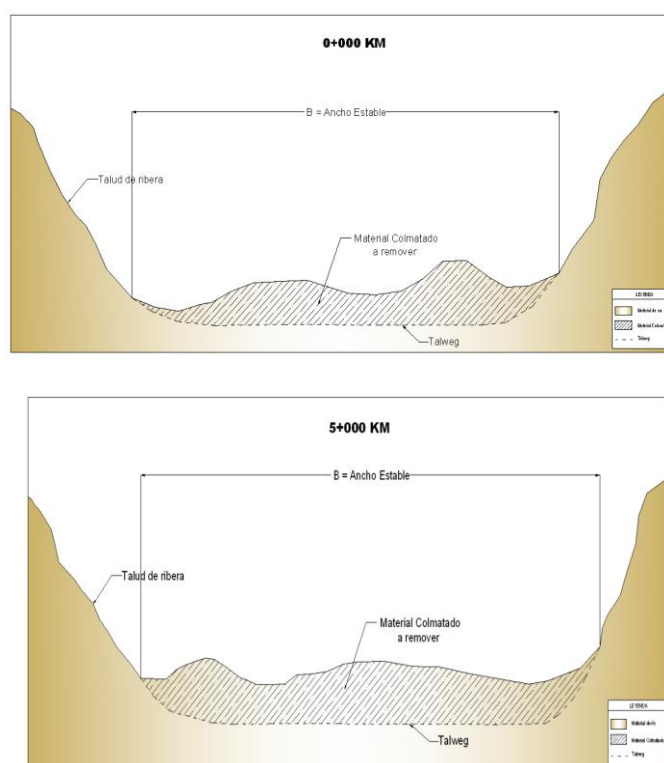


Figura 3 Esquema de la descolmatación

Las actividades de forestación y reforestación deben realizarse en la parte alta y media de la cuenca; así como, en las áreas de recuperación, ubicado en la faja marginal.

## B. Medidas no estructurales

Podemos citar:

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



### C. Propuesta en zonas Vulnerables de inundación y erosión fluvial

Los proyectos que involucren el cauce del río Tambo y bienes asociados, deberán tomar como referencia las dimensiones del dique revestido que se muestra en el cuadro N° 41, y están identificados por progresiva cada 5 kilómetros.

En este cuadro se indica la altura y ancho del dique, profundidad y ancho de uña y el talud de la cara seca y húmeda del dique.

**Cuadro N° 41.**  
**Propuesta de Dimensiones del dique con roca**

Lugar de referencia	Modelo de dique con recubrimiento				
	H: Altura de dique (m)	Ancho de dique (m)	P: profundidad de uña (m)	1.5P: ancho de uña (m)	Z
Dean Valdivia, Punta de Bonbom Cocachacra	3.5	4.0	2.5	3.75	1.5

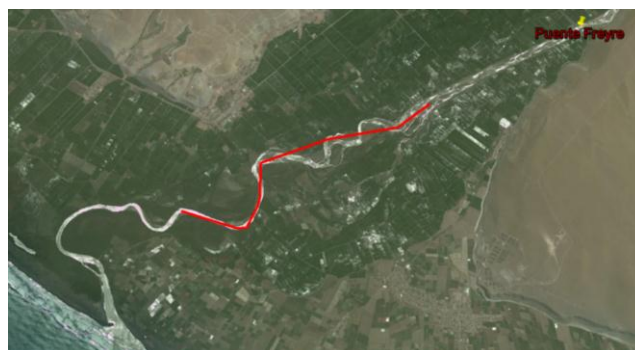
Las medidas estratégicas de prevención contra las inundaciones y erosión en el cauce del río Tambo se han estudiado por sectores.

#### c.1 Sector Montegrande: Coordenadas 202 252.61 E 8 102 189.85 N

Comprendido entre la Desembocadura al mar hasta el Puente Freyre; Tiene una longitud aproximada de 12 Km aproximadamente. En este tramo existe la implementación de 2.8 Km de dique enrocado a ambas márgenes en buenas condiciones con un ancho del cauce que alcanza los 150 metros y presenta una pendiente promedio de 0.5%.

En este tramo es necesario:

- Limpieza y descolmatación, considerando un ancho mínimo estable de 100 metros, aproximadamente un volumen de 100 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Corrección del cauce del río Tambo hasta alcanzar un ancho estable de 100 metros de ancho.
- Protección de ambas márgenes del río con diques de material rocoso, gaviones u otro material adaptado a zona en una longitud aproximada de 5 km que conecte el dique existente y se prolongue hasta las cercanías del Santuario Lagunas de Mejía.
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.



### c.2 Sector Puente Freyre: Coordenadas 204 858 E 8 103 609 N

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza los 120 metros y presenta una pendiente promedio de 0.4%. En este tramo el estribo derecho del Puente y la Carretera que une el Centro Poblado de La Punta con Punta de Bombón se encuentran en mayor riesgo de erosión por la gran acumulación de material de acarreo. Se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del cauce del río de 120 metros, aproximadamente un volumen de 50 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Protección de la margen derecha con dique de material rocoso, gaviones u otro material adaptado a zona u acorde al aspecto ambiental, en una longitud aproximada de 100 metros.
- Reforestación en la margen derecha del cauce.



### c.3 Sector El Tuco: Coordenadas UTM: 208 370 E y 8 107 588 N

El flujo del río Tambo se concentra en la margen izquierda lo cual viene ocasionando que erosione la base de un gran conglomerado de matriz no muy consolidada a lo largo de 5.5 kilómetros del río hasta el puente Freyre. Igualmente, en algunos tramos del cauce el nivel del río se encuentra casi por encima de las áreas de cultivo, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del río existente de 90 metros, aproximadamente un volumen de 245 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Para evitar que continúe la erosión, implementar la construcción de 0.7 Kilómetros de una defensa ribereña, continuando con la estructura de protección se recomienda instalar vegetación ribereña de la zona en una longitud de 5.0 kilómetros hasta el puente Freyre.



#### c.4 Sector Puente Pampa Blanca: Coordenadas 208 757 E 8 110 313 N

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza los 90 metros y presenta una pendiente promedio de 0.45%. En este tramo el estribo derecho del Puente y la Carretera que une el Centro Poblado de Cocachacra y Chucarapi se encuentran en mayor riesgo de erosión por la gran acumulación de material de acarreo. Se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del cauce del río de 90 metros, aproximadamente un volumen de 45 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Mejorar la protección de las márgenes con dique de material rocoso, gaviones u otro material adaptado a zona u acorde al aspecto ambiental, en una longitud aproximada de 100 metros, aguas arriba y aguas abajo del puente.
- Reforestación en las márgenes del cauce.



#### c.5 Sector Puente Santa Rosa: Coordenadas 213 484 E 8 115 246 N

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza los 75 metros y presenta una pendiente promedio de 0.45%. En este tramo el cauce del río es estrecho y origina una erosión de ribera izquierda y gran acumulación de material aguas arriba del Puente. Se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

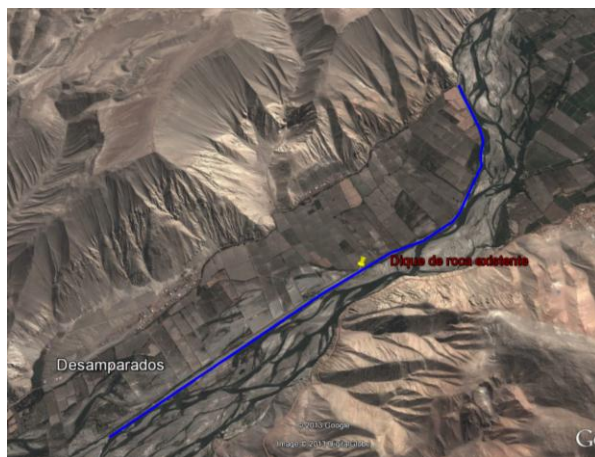
- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del cauce del río de 100 metros, aproximadamente un volumen de 30 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Prolongar en una longitud de 830 metros el dique enrocado que protege la Bocatoma Ayanquera.
- Reforestación en las márgenes del cauce.



**c.6 Sector Desamparados:** Coordenadas UTM: 217 939 E y 8 118 572 N

El flujo del río Tambo se concentra en la margen derecha lo cual viene ocasionando que erosione la base del dique existente a lo largo de 3.2 kilómetros del río hasta el cerro. En este tramo existe un ancho de cauce de 135 metros, con una pendiente de 0.9% por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del río existente de 90 metros, aproximadamente un volumen de 80 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Mejorar en una longitud de 320 metros el diseño del hidráulico (Altura) y estructural (Uña) del dique, a partir de las Coordenadas UTM 217 281.86 E y 8 117 223.56 N



**c.7 Sector La Pascana:** Coordenadas UTM: 218 792.27 E y 8 119 527.50 N

El flujo del río Tambo se concentra en la margen izquierda lo cual ha ocasionado la erosión de los catorce espigones de roca. En este tramo existe un ancho de cauce de 71 metros, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del río existente de hasta 160 metros, aproximadamente un volumen de 120 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Reconstruir los catorce espigones de roca mejorando su diseño estructural (Uña).



### c.8 Sector Buen Vista El Toro: Coordenadas UTM: 217 939 E y 8 118 572 N

El flujo del río Tambo se encuentra afectado por el estrechamiento del cauce de 70 metros existente en el Sector La Pascana lo que ha originado que 200 has de cultivo de arroz se encuentren perdidas, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

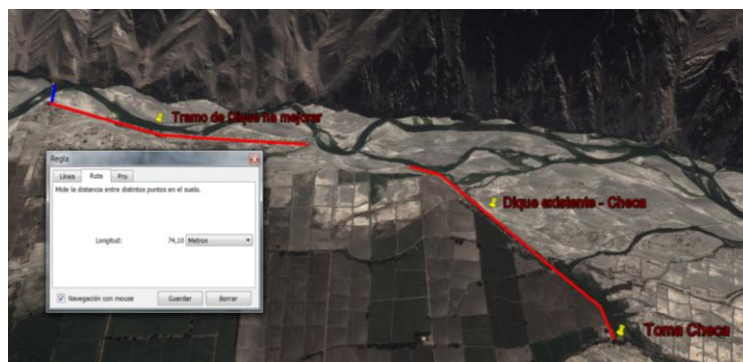
- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del río existente de 280 metros, aproximadamente un volumen de 230 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Implementar un dique enrocado en una longitud de 1730 metros en la margen derecha que conecte diques existentes. El diseño del hidráulico (Altura) y estructural (Uña) del dique deberá basarse en un buen levantamiento topográfico que defina la influencia del estrechamiento del cauce.



### c.9 Sector Checa: Coordenadas UTM: 226 327.88 E y 8 118 374.89 N

El flujo del río Tambo se encuentra afectado por la existencia de un estrechamiento del cauce de 74.10 metros, lo que ha originado la rotura del dique existente y que 50 has de cultivo de arroz se encuentren perdidas, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del río existente de hasta 280 metros, aproximadamente un volumen de 95 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Implementar un dique enrocado en una longitud de 1730 metros en la margen izquierda que conecte diques existentes. La ubicación y el diseño del hidráulico (Altura) y estructural (Uña) del dique deberá basarse en un buen levantamiento topográfico que defina la influencia del estrechamiento del cauce.



**c.10 Sector Quelgua:** Coordenadas UTM: 229 085.78 E y 8 116 533.47 N

En este tramo existe un dique de 270 metros aproximadamente y que protege el centro poblado de Quelgua, la bocatoma Quelgua y terrenos de cultivo de caña de azúcar y arroz. El tramo está inconcluso por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación, considerando el ancho del río existente de 300 metros, aproximadamente un volumen de 195 mil metros cúbicos de material acumulado.
- Implementar un dique enrocado en una longitud de 1070 metros en la margen izquierda que conecte el dique existente con terrenos de cultivo.



En conclusión, como medidas estratégicas de prevención y/o mitigación de los peligros geológicos: Erosión Fluvial e Inundaciones; observados en la cuenca baja del río Tambo se recomiendan lo siguiente:

- Encauzamiento del lecho principal, en zonas donde se produzcan socavamientos laterales de las terrazas aledañas. Para ello se debe construir diques, espigones laterales, enrocado o gaviones, para aumentar la capacidad de tránsito en el cauce de la carga sólida y líquida durante las crecidas; y limpieza del cauce.
- Protección de las terrazas fluviales de los procesos de erosión fluvial por medio de diques de defensa o espigones, que ayudan a disminuir el proceso de arranque y desestabilización.
- Realizar trabajos que propicien el crecimiento de bosques ribereños con especies nativas (molle, sauce, carrizos, caña brava); pero evitar la implantación de cultivos en el lecho fluvial para que no interrumpa el libre discurrir de los flujos hídricos.

Es decir, para proteger los puntos expuestos por erosión e inundación del río Tambo se deberá construir diques de roca y mejorar la batería de catorce espigones cortos, complementándose con vegetación de la zona.

Así mismo, los beneficiarios y las Municipalidades de Deán Valdivia, Punta de Bombón y Cocachacra considerar el mantenimiento y la consolidación de las estructuras de protección a fin que cumplan con su función.

Complementariamente, las Municipalidades de Deán Valdivia, Punta de Bombón y Cocachacra y la Administración Local de Agua La Convención deberán formular un adecuado Plan para la extracción de material de acarreo en el río Tambo, a fin que estas actividades no afecten a las defensas ribereñas.

## CAPITULO 10: IMPACTOS DEL ESTUDIO

### 10.1 Evaluación de Impactos Ambientales

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

### 10.2 Determinación de las Áreas de Influencia

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

Las medidas de manejo ambiental se dirigen hacia los impactos ambientales directos y por tanto su alcance corresponde al Área de Influencia Directa (AID).

El estudio ha identificado 12 puntos críticos y propone medidas estratégicas para prevenir y reducir el riesgo por inundación y erosión, éstas se desarrollarán a lo largo del cauce río Tambo y beneficiará a los distritos de Dean Valdivia, Punta Bombon y Cocachacra en la Provincia de Islay, departamento de Arequipa.

El Mapa N° 5 se presenta la ubicación y el ámbito de estudio.

#### Área de Influencia Directa (AID)

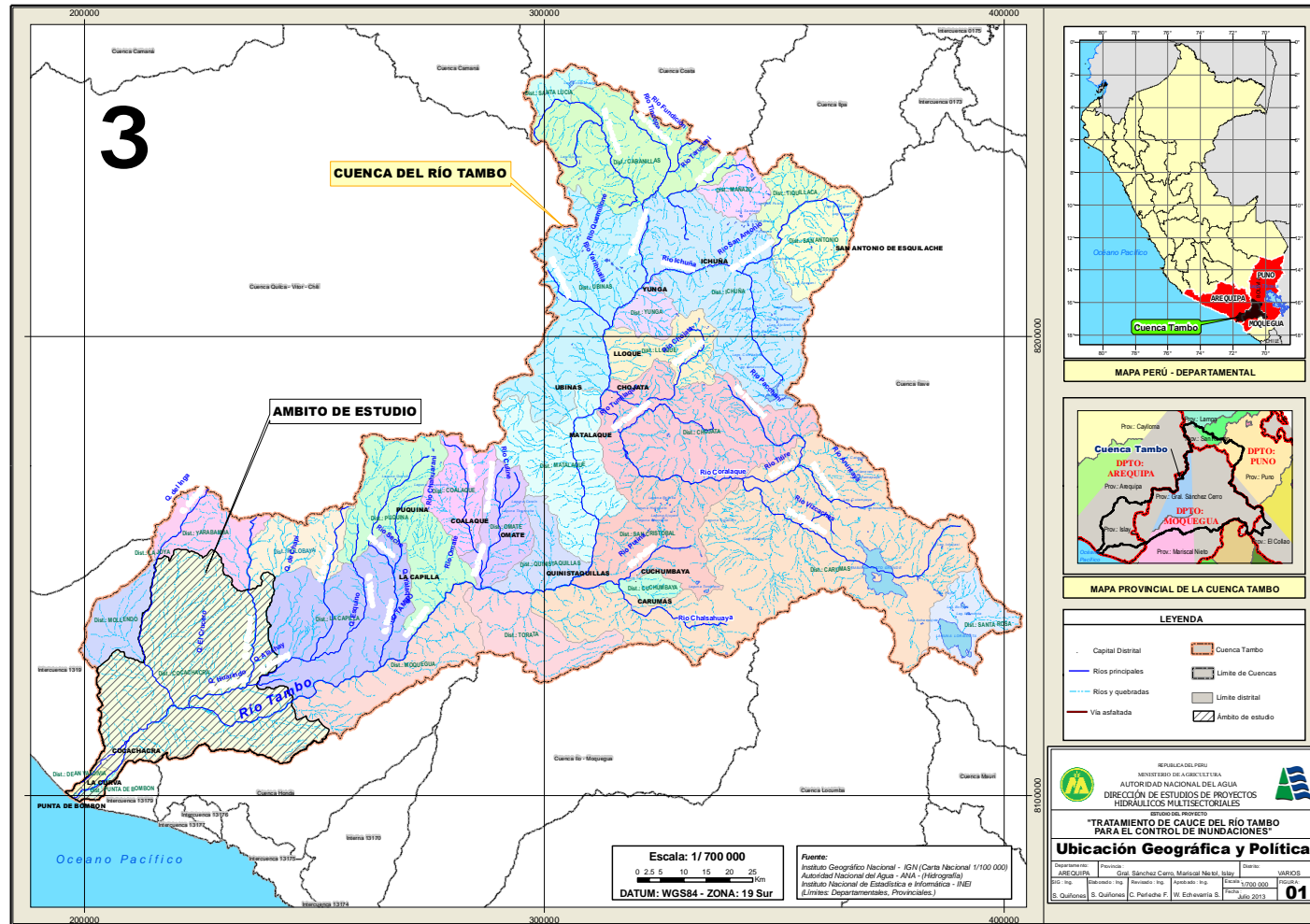
El Área de Influencia Directa (AID) tiene una superficie total de 58 km<sup>2</sup>, considerando el área del cauce de río Tambo, su ancho natural, el ancho estable y faja marginal, así mismo abarca zonas de canteras, los puntos críticos y los distritos adyacentes al cauce del río, que serán beneficiadas directamente por las medidas estratégicas proyectadas. El AID, cubre en su margen derecha parte del distrito de Dean Valdivia, en su margen izquierda parte del distrito de Punta Bombon y a partir de los 12 km aguas arriba hasta el sector Quelgua en ambas márgenes cubre un pequeño porcentaje del distrito de Cocacharca, pertenecientes a la provincia de Islay.

El alcance del AID está determinado principalmente por:

*Áreas de afectación definitiva: construcción de obras estructurales*

El estudio propone medidas estructurales entre ellos la conformación de dique y defensas vivas, construcción de dique, protección de dique/talud, mantenimiento de dique con gaviones, mantenimiento de dique con enrocado y reforestación, que generarán movimiento de tierra y otras actividades.

**“Tratamiento de Cauce del Río Tambo para el Control de Inundación y Erosión Fluvial”**



Mapa 5. Mapa de Ubicación  
Fuente: Elaboración propia, con información del IGN, INEI y ANA.



Áreas de afectación temporal: canteras, depósitos de desmonte, y campamento de obra.

### **Área de Influencia Indirecta (All)**

El Área de Influencia Indirecta (All) corresponde, casi en su totalidad, a la provincia de Islay, tiene una superficie total de 1,500 km<sup>2</sup>. Comprende el Valle del río Tambo y abarca los distritos de Callao, Ventanilla, San Martín de Porres, Puente Piedra, Los Olivos, Dean Valdivia, Punta Bombon y Cocachacra en la Provincia de Islay, departamento de Arequipa.

En el Mapa N° 5 se muestra la delimitación de las Áreas de influencia.

## **10.3 Descripción General de Actividades de Medidas Estratégicas**

Para el presente estudio, se ha adoptado la escala regional, en función de la distribución espacial del impacto que pudieran generar las medidas estratégicas planteadas en la cuenca del río Tambo.

Para ello, se realizó la recopilación de información (textual y cartográfico) complementado por un reconocimiento en campo y posteriormente el análisis en gabinete. Sobre la base del resultado anterior, se elaboró una caracterización ambiental regional para estudiar las variables ambientales más significativas, a fin de identificar aquellos rasgos más alterables del mismo en función de las medidas estratégicas planteadas.

En el capítulo 10: Gestión de Riesgos, se proponen medidas de tipo estructural y no estructural.

### **10.3.1 Actividades de Medidas Estructurales**

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

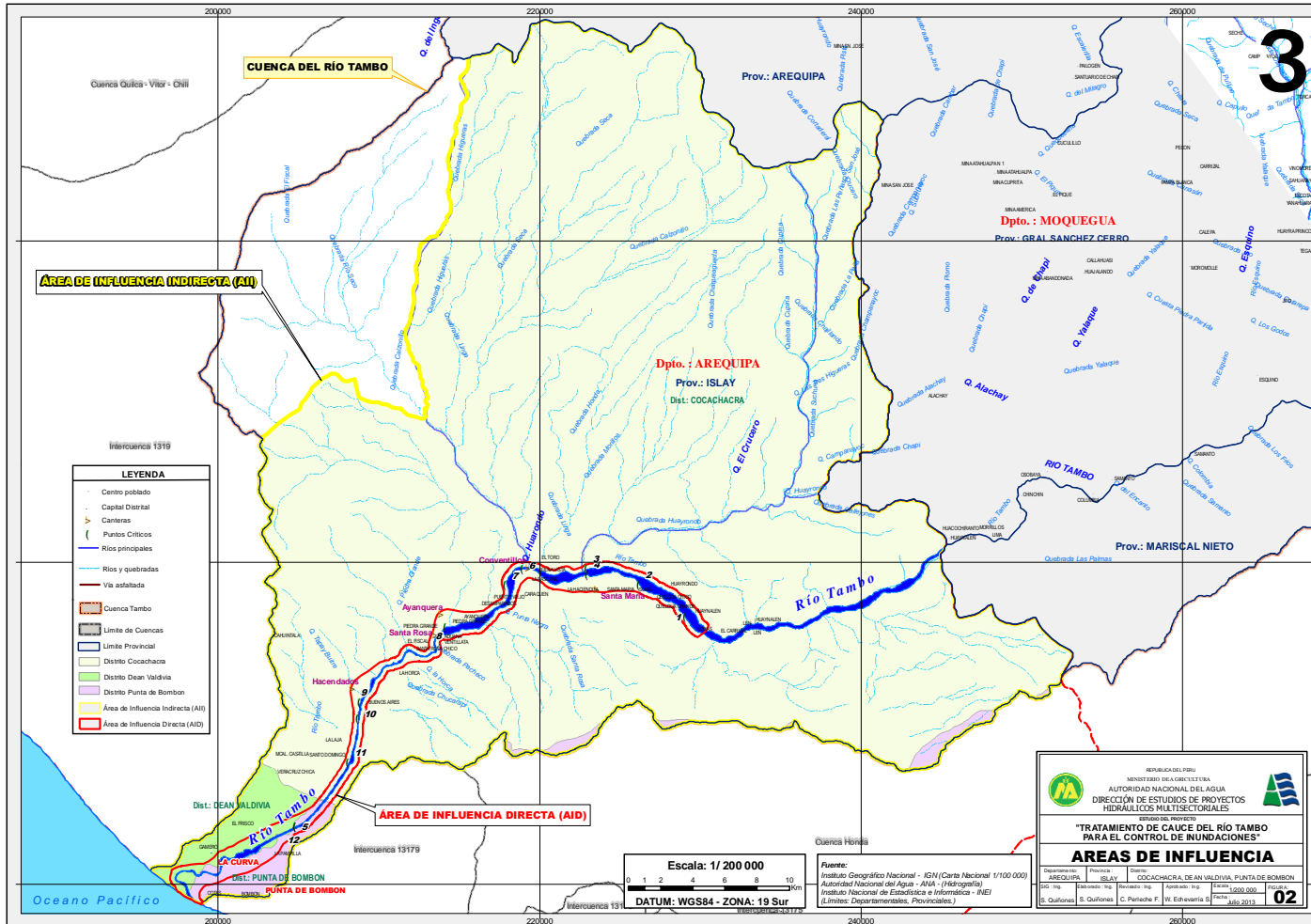
#### *Etapa: Pre Construcción*

- Instalación y funcionamiento del campamento

#### *Etapa: Construcción*

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

**“Tratamiento de Cauce del Río Tambo para el Control de Inundación y Erosión Fluvial”**



Mapa 6. Mapa de Áreas de Influencia

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

#### *Etapas: Post Construcción*

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

### **10.3.2 Actividades de Medidas No Estructurales**

Las medidas no estructurales se resumen en:

- Resoluciones administrativas, emitidas por la Autoridad Local de Agua (ALA); donde se especifiquen respetar el ancho estable del río, caudales máximos de diseño, entre otros parámetros hidráulicos.
- Programa de capacitación y sensibilización, sobre Alerta Temprana, Gestión de Riesgos ante inundaciones, simulacros, etc.
- Ordenamiento territorial de la faja marginal, liderado por las municipalidades, respetando la normatividad sobre delimitación de fajas marginales.

Las acciones de las medidas no estructurales, van encaminadas a impedir, reducir, minimizar o incluso anular los daños generados por las inundaciones.

## **10.4 Caracterización ambiental**

### **10.4.1 Clima**

El clima del área de influencia del estudio, está determinado principalmente por su ubicación cercana a la costa peruana, donde ejerce influencia la cercanía al Océano Pacífico que alberga a la Corriente Peruana de Humboldt (aguas frías), la presencia de los vientos del Anticiclón del Pacífico Sur y la influencia regional de la Cordillera de los Andes; factores que condicionan una elevada humedad relativa, escasas precipitaciones, y en general, poca variación en la temperatura ambiental a lo largo del año.

En esta región, la humedad atmosférica es particularmente elevada en algunos sectores litorales, como es el caso del área donde se proyecta las *medidas estructurales*, donde la topografía favorece la concentración de nieblas invernales, que pueden producir lloviznas y densas neblinas.

En el área de influencia indirecta (All), el clima local corresponde al desierto litoral costero; que tiene la particularidad de ser un medio que durante los meses invernales está cubierto por gruesas capas de niebla, que producen una precipitación o lluvia constante muy fina, llamada corrientemente "llovizna", la cual desde el punto de vista del volumen pluviométrico resulta muy reducida, y no produce un cambio cualitativo de la condición desértica. Sin embargo, la nubosidad que provoca la llovizna implica una notoria reducción de la evapotranspiración anual, y un ligero pero prolongado humedecimiento superficial del suelo.

### **10.4.2 Hidrografía**

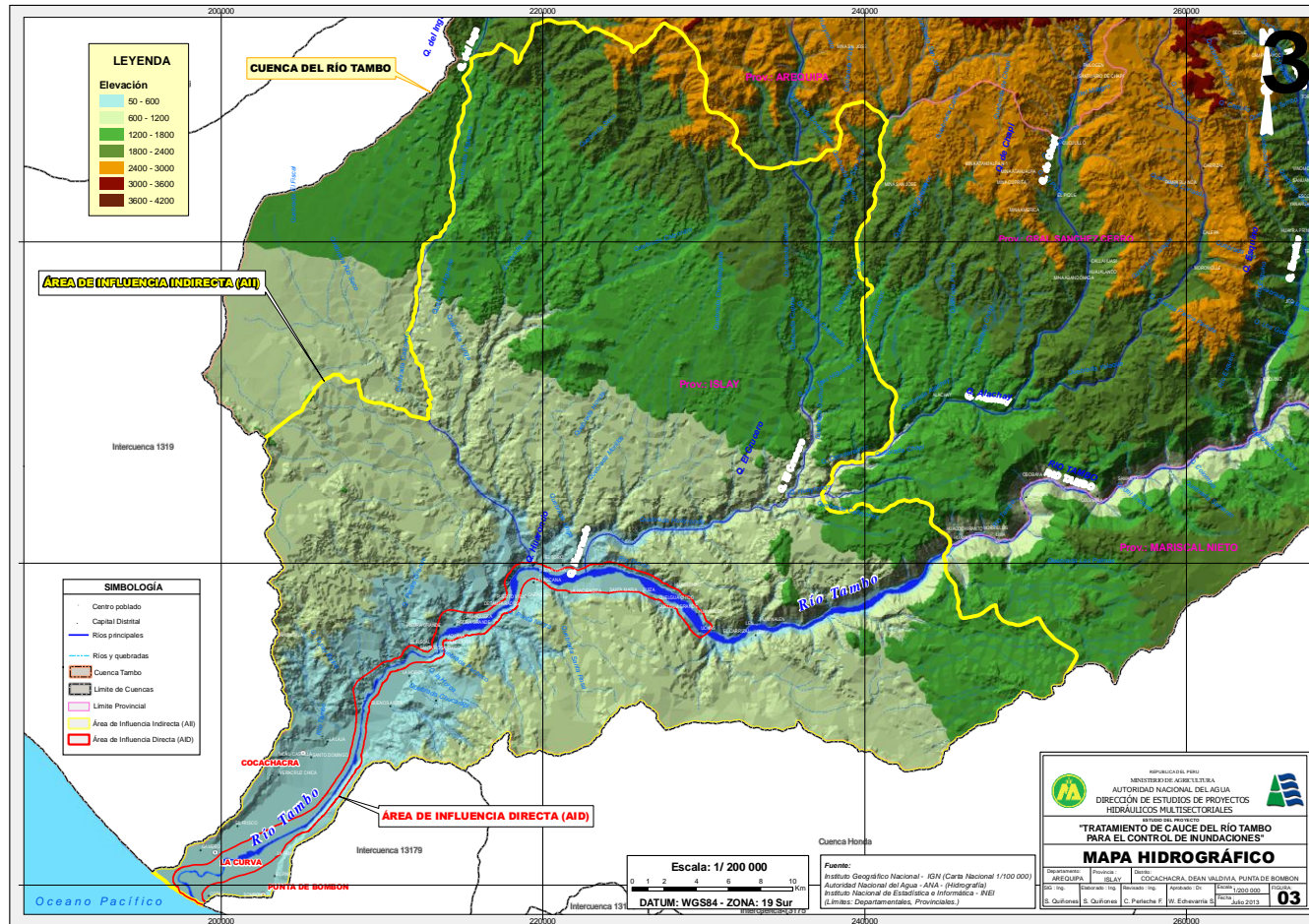
El ámbito de estudio está ubicado en la parte baja de la cuenca del río Tambo, uno de los cursos de agua más importantes del sur del Perú. La cuenca del Tambo pertenece en su mayoría a la región Moquegua (parte media y alta de la cuenca), y es compartida con las regiones de Arequipa (parte baja) y Puno (parte alta).

El río Tambo tiene sus orígenes en la confluencia de los ríos Paltiture e Ichuña y discurre en dirección aproximadamente Norte-Sur hasta la confluencia con el río Carumas (cuenca de 633 km<sup>2</sup>) en la margen izquierda. El río Carumas soporta un área de irrigación de aproximadamente 1,800 ha (INADE, 2001).

Hasta su confluencia con el río Carumas, el río Tambo recibe dos tributarios sobre la margen izquierda, el río de Curo y el río Coalaque. El río Coalaque (cuenca de 2,512 km<sup>2</sup>) está formado por los ríos Titire, Vizcachas y Chilota. A partir de la confluencia con el río Carumas, el río Tambo escurre en dirección Noreste- Sudoeste hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Los principales afluentes que recibe en este tramo son el río Pachas sobre la margen izquierda, y el río Omate y las quebradas Espino, Huayrondo y Linga, todos sobre la margen derecha. Estas dos últimas quebradas se encuentran en el ámbito de estudio ubicadas en la provincia de Islay.

Ver detalle en el Mapa N° 7.

**“Tratamiento de Cauce del Río Tambo para el Control de Inundación y Erosión Fluvial”**



Mapa 7. Mapa de Hidrografía

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

### **10.4.3 Geomorfología**

La superficie de la provincia de Islay, consta de cinco unidades geomorfológicas, propias de la región de la costera.

#### ***Faja litoral***

De una longitud de 90 km la misma que es estrecha y discontinua comprendida entre la ribera del mar y el sistema de colinas denominada Cordillera de la Costa. Su topografía la configuran playas y acantilados.

#### ***Valle principal***

Esta unidad geomorfológica la conforma el valle ubicado a ambos costados del río Tambo, que en la provincia de Islay llega a tener una longitud hasta de 60 km.

#### ***Quebradas secundarias***

Las mismas que son reducidas y secas, activas en forma esporádica sólo cuando se producen precipitaciones. Entre las principales dentro del área de influencia indirecta (All) figuran: Calzoncillo, El Fiscal, Higueras, Honda y Huayrondo.

#### ***Cordillera de la costa***

Esta unidad geomorfológica está conformada por el sistema de colinas ubicadas cerca y en paralelo al litoral, las cuales se las conoce como "lomas", con pendientes que oscilan entre el 15% a 75%. El macizo montañoso tiene un ancho entre 10 y 15 km y una altitud que se va de 500 a 1000 m. Hacia el lado del mar su pendiente es muy empinada y hacia el este su pendiente es ondulada suavizándose hasta perderse en la llanura costanera.

#### ***Llanura costanera***

De superficie llana y árida con características de desierto, se conoce como "pampas". Es una zona amplia, llegando a medir 45 km en su parte más ancha. Las pampas más conocidas son: Caballo Blanco y Guerreros.

El lugar en donde se proyectan las medidas estructurales son zonas topográficamente muy variables ya que presenta muy poca pendiente. En contraste notable con la topografía anterior se aprecian zonas con pendientes pronunciadas de los cuales cabe mencionar los más importantes: Cerro Chichuando, Cerro Bronce, Cerro Cabo de Hornos, Cerro Yanamayo, Cerro Huayrondo y Cerro Quelgua.

### **10.4.4 Ecología**

Las características bio-climáticas dan lugar a la formación de diversos ámbitos conocidas como Formaciones Ecológicas o Zonas de Vida.

La zonificación de las formaciones ecológicas tiene como objeto mostrar espacios con características similares mediante parámetros de temperatura, precipitación, evapotranspiración, y la composición florística que se desarrollan en dichos espacios.

Ver detalle en el siguiente cuadro N° 42 y Mapa N° 8:

Cuadro N° 42. Características de las Zonas de Vida

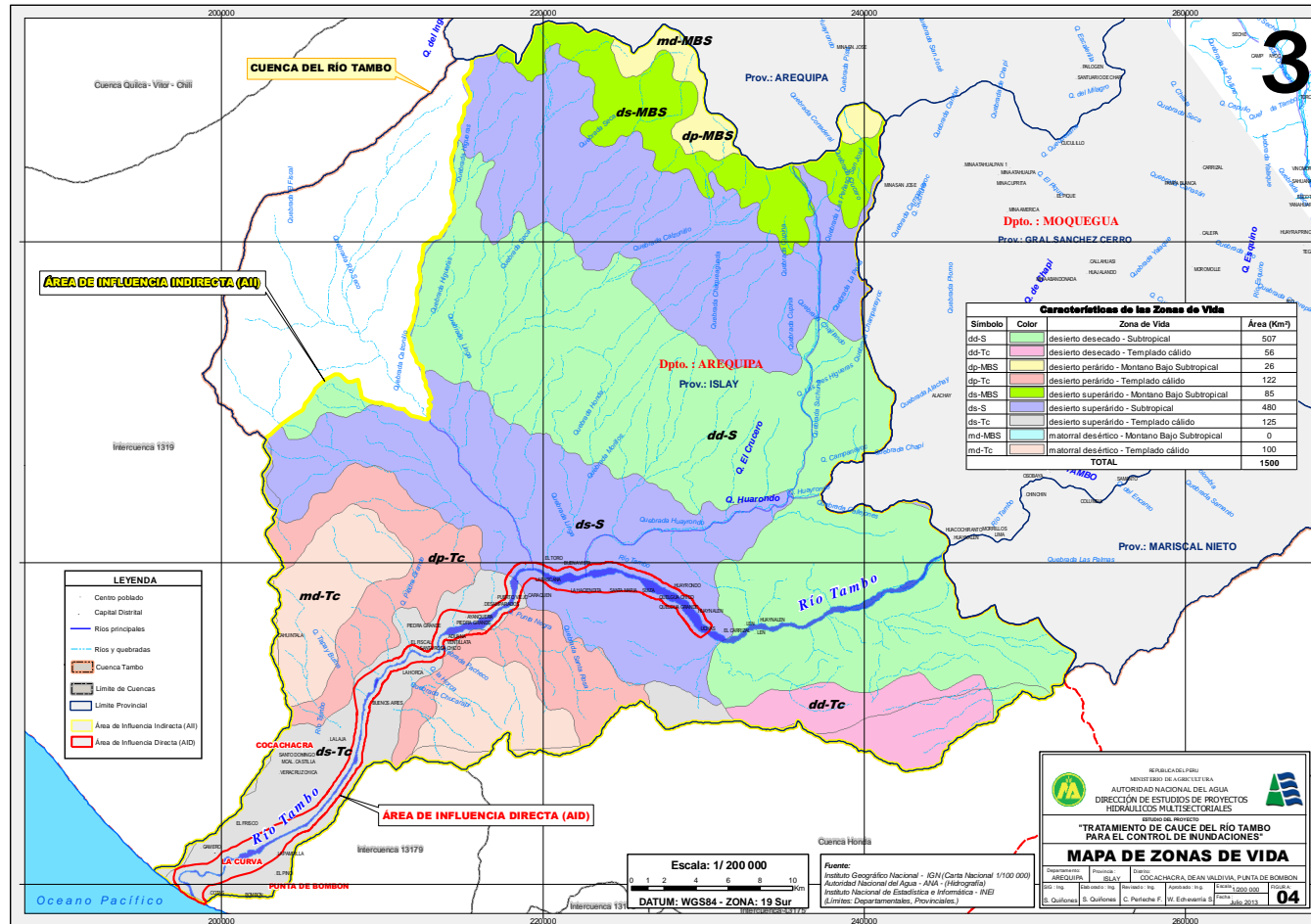
<b>Características de las Zonas de Vida</b>		
<b>Símbolo</b>	<b>Zona de Vida</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>
dd-S	desierto desecado - Subtropical	507
dd-Tc	desierto desecado - Templado cálido	56
dp-MBS	desierto perárido - Montano Bajo Subtropical	26
dp-Tc	desierto perárido - Templado cálido	122
ds-MBS	desierto superárido - Montano Bajo Subtropical	85
ds-S	desierto superárido - Subtropical	480
ds-Tc	desierto superárido - Templado cálido	125
md-MBS	matorral desértico - Montano Bajo Subtropical	0
md-Tc	matorral desértico - Templado cálido	100
<b>TOTAL</b>		<b>1,500</b>

*Fuente: MINAG. Dirección General de Asuntos Ambientales – DGAA*

La vegetación es muy escasa, solamente a lo largo de los cauces y orillas de los ríos secos se encuentran arbustos xerófilos y especies halófilas distribuidas en pequeñas manchas verdes dentro del extenso arenal. El uso de la tierra es posible pero mediante el uso de una tecnología de riego.

Según Cabrera (1980), el área de estudio, corresponde a la provincia del desierto, caracterizada por ser una zona muy seca, donde la vegetación falta casi por completo.

**“Tratamiento de Cauce del Río Tambo para el Control de Inundación y Erosión Fluvial”**



Mapa 8. Mapa de Zonas de Vida

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



#### 10.4.5 Flora

El ámbito del área de estudio corresponde al desierto costero del Perú por debajo de los 1,000 msnm, conocido por la escasa o nula vegetación, formaciones vegetales únicas y especies endémicas.

Las exploraciones científicas en la región Arequipa son escasas, existiendo pocas publicaciones como las realizadas por Brako & Zarucchi (1993), quienes reportaron 847 especies de plantas con flores para la región Arequipa, mientras que Tryon (1994) registró 32 especies de helechos; León et al. (2006) indicó que de todas las especies en la región, 237 son endémicas del país y de ellas 103 están restringidas para Arequipa: *Alternanthera arequipensis*, *Domeykoa amplexicaulis*, *Cynanchum tiaratu*. Algunos estudios realizados por Linares (2000), dan a conocer 122 especies de plantas usadas por los pobladores de la región Arequipa ya sea como medicina, en la industria (especialmente tintórea), combustible y forraje.

#### **Formaciones vegetales**

Basándose en la composición florísticas de cada una de las áreas de estudio, en la información de las características topográficas y estructurales de cada una de estas zonas, se determinaron 7 tipos principales de vegetación:

- **Tillandsiales**

Este tipo de vegetación está conformada por una sola especie de *Tillandsia sp.*, que crece de manera dispersa en la zona de Cacaahuara, y que debido a causas naturales (ausencia de flores) no se pudo identificar la especie.

- **Lomas**

Esta formación es muy característica en la faja costera del Perú y Chile, (Dillon 1989) formada por una vegetación herbácea efímera.

En las zonas costeras donde existen montañas con laderas abruptas, las nubes son interceptadas desarrollando una zona de neblina que mantiene húmedas las laderas. Estas neblinas que se conocen como "garúas" aportan humedad que favorece el desarrollo de las formaciones de "lomas".

Dillon 1997, elaboró un listado de las Lomas de Mejía, (17° 07', 71° 55'), donde reporta 30 familias y 64 especies. En época húmeda hay más especies herbáceas, debido a las lluvias que se da en toda la sierra del Perú.

Las lomas se presentan en las Quebradas Curi Curi y Rosa María.

- **Piso de cactáceas columnares**

En los flancos de los cerros de las Quebradas Curi Curi y Rosa María, los cactus columnares predominan en el paisaje como: *Corryocactus brachypetalus* de flores anaranjadas, *Haageocereus chalaensis* y *Cylindropuntia tunicata*. Entre los roquedales o piedras grandes, esporádicamente crecen arbustos como *Croton ruizianus* y *Croton sp.*

Como resultado de las lluvias, durante la época húmeda se identificó una mayor diversidad de especies herbáceas como; *Nolana sp1.*, *Eragrostis peruviana* y *Erodium moschatum*.

#### • Monte ribereño

Esta vegetación está formada por árboles de *Salix humboldtiana*, *Schinus molle*, *Caesalpinia spinosa* y arbustos de *Tessaria integrifolia*, *Baccharis salicifolia* y *Pluchea chingoyo*, directamente asociadas al cauce y orillas del río Tambo. Asimismo, se han identificado especies herbáceas, en la Localidad de Puerto Viejo y alrededores de la Laguna Mejía, como *Flaveria bidentis* Robinson, *Heliotropium curassavicum*, *Melilotus alba* y *Equisetum giganteum*; en aguas estancadas se encontraron; *Bacopa monnieri*, y *Veronica anagallis-aquatica*.

#### • Lagunas

La vegetación acuática en las lagunas de Mejía se caracteriza por presentar un mosaico de especies que crecen aisladamente ó formando asociaciones como; *Scirpus americanus*, *Typha angustifolia*, *Distichlis spicata*, *Salicornia fruticosa*.

Este ambiente acuático conforma el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, el cual se estableció el 24 de febrero de 1984, mediante Decreto Supremo N° 015-84-AG.

#### • Gramadal y salicornial

En estas asociaciones vegetales predominan la grama salada (*Distichlis spicata*). La grama salada es la especie dominante en esta formación o unidad de vegetación. Estos hábitats constituyen lugares de anidación y refugio para las aves residentes. El salicornial es considerado una asociación vegetal en la que predomina la especie “verdolaguilla” *Salicornia fruticosa*. No es abundante ni presenta una distribución uniforme, cuya distribución se realiza en forma de pequeños parches. En esta formación vegetal abundan las aves del orden paseriformes.

#### • Matorral

Esta comunidad de plantas se halla en la quebrada seca de Chuli, donde el terreno es arenoso. La especie representativa de este hábitat es la chilca (*Baccharis salicifoliada*). También pueden hallarse en ella *poaceae* y *asteraceae* gramíneas y otras especies herbáceas.

#### • Zona agrícola

La zona agrícola está ubicada en la desembocadura del Río Tambo, ocupando lugares planos donde predomina el cultivo de papa, caña de azúcar, ajos, cebolla, alcachofa y olivo.

### 10.4.6 Fauna

La descripción de la Fauna del área de influencia se resume en tres zonas principales:

#### • Zona de cultivo aledaño al poblado de Cocachacra

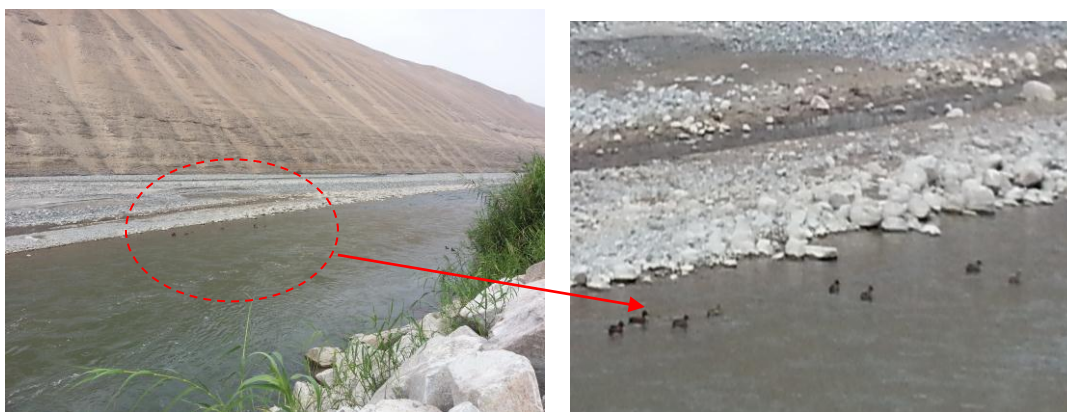
Los campos evaluados presentaron en la época de estiaje (2007) cultivos de papa y caña, mientras que en la época húmeda (2008) se observó cultivos de arroz y caña. En esta zona se registraron en ambas épocas de estudio un total de 18 especies. La especie más abundante para la época húmeda fue la *Pygochelidon cyanoleuca* “golondrina azul y blanca” con 114 individuos, pero en la época de estiaje no se avistó ningún ejemplar de esta especie. La abundancia, respondería al tipo de cultivo que predominó en el lugar, el arroz. La segunda especie más abundante fue el *Zonotrichia capensis* “gorrión cuellirufó”, con 70 individuos en la época de estiaje y 91 en la época húmeda, la tercera más abundante fue la *Zenaida meloda* “tórtola melódica”, con 87

individuos en la época de estiaje mientras que en la época húmeda no se registró ningún individuo de esta especie. *Zonotrichia capensis* “gorrión cuellirrufo”, presentó la mayor densidad relativa tanto para la época de estiaje (33.0 indiv./ha) como en la época húmeda (66.2 indiv./ha). Los valores obtenidos de densidad muestran un aumento entre la época de estiaje y la época húmeda, este aumento en la densidad respondería a la mayor abundancia de las especies vistas en el lugar y la presencia de otras nuevas. El mayor índice de diversidad para la época de estiaje fue de 1.53 bits/indv., y para la época húmeda 1.78 bits/indv.

Esta alta diversidad es producto del mismo hábitat, ya que en campos de cultivos la diversidad de plantas y la disponibilidad de alimento son mayores, lo que genera una alta presencia de aves.

#### • Bordes del Río Tambo

La abundancia relativa de las especies observadas para la época húmeda fue menor a comparación de la época de estiaje. Esta disminución se debería al aumento del caudal del río Tambo (nivel y velocidad del agua) que impide que los patos puedan estar en ella. Para esta zona se registraron un total de 14 especies en ambas épocas de estudio. La especie más abundante para la época de estiaje fue la *Gallinula chloropus* “polla de agua”, con 325 individuos, mientras que en la época húmeda ésta no fue observada. La segunda especie más abundante para la época de estiaje fue el *Anas cyanoptera* “pato colorado”, con 246 individuos y 44 individuos para la época húmeda. En la desembocadura del río Tambo se identificó la especie *Cathartes aura* “gallinazos cabeza roja” por la mayor acumulación de residuos sólidos en los bordes. El índice de diversidad fue de 1.96 bits/ indv., en la época de estiaje y 1.72 bits/indv en la época húmeda. Si bien el índice de diversidad para la época de estiaje fue el más alto con respecto a las zonas evaluadas de Curi Curi y áreas de cultivo de Cocachacra, este valor disminuye en la época húmeda. La disminución se debería al mayor caudal del río Tambo que afecta directamente en la abundancia y por ende en la diversidad de Anatidae (patos) que habitan en este río, ya que estas aves no toleran aguas rápidas y más bien prefieren agua lentas tanto para alimentarse como para descansar.



23/05/2013. Imagen del Sector Toma Ensenada (a 1 km aguas abajo del punto crítico N° 11), en el distrito de Cocachacra, vista desde la margen derecha del río Tambo, se observó fauna silvestre, Anatidae (patos).

## Lagunas y orilla del mar del Santuario Lagunas de Mejía

Durante la época de estiaje, la especie más abundante avistada fue la *Gallinula Chloropus* “polla de agua”, con 3,443 individuos, seguida por la *Fulica ardesiaca* “gallareta”, con 1,053 individuos. En la época húmeda, estas especies también presentaron una buena abundancia por lo que se podría suponer que éstas siguen siendo las especies más abundantes de las lagunas.

A orillas del mar en la época de estiaje, la especie más abundante fue el *Larosterna inca* “gaviotín zarcillo”, con 930 individuos seguida por la *Larus modestus* “gaviota gris” con 602 individuos. Para la época húmeda probablemente estas especies presenten un gran número, pero puede que no sean las más abundantes. Entre setiembre y marzo, llegan a este lugar un gran número de aves migratorias, las cuales pueden formar bandadas de varios miles de individuos.

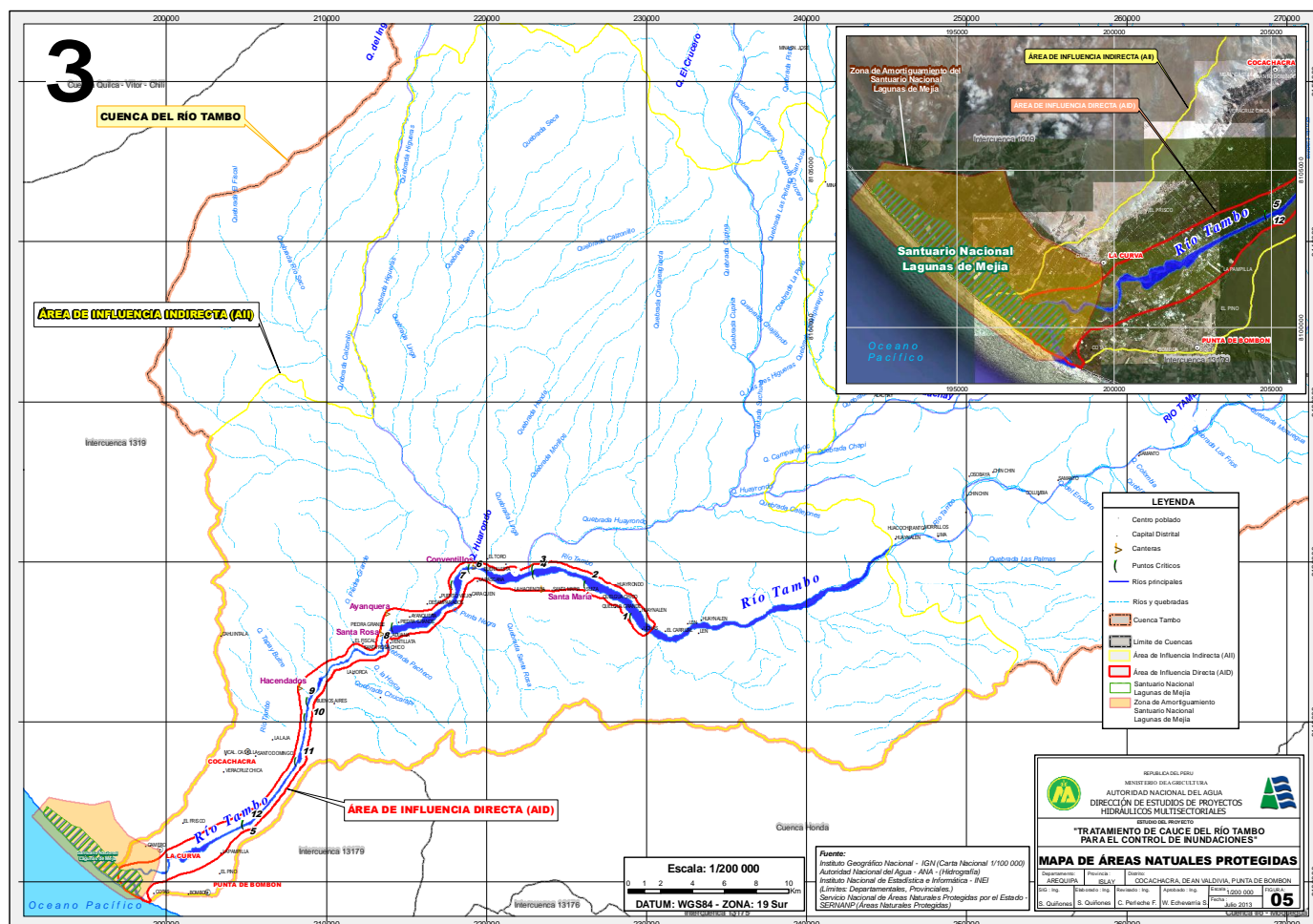
### 10.4.7 Áreas Naturales Protegidas

En el Área de Influencia Directa (AID) se encuentra el Santuario Nacional Lagunas de Mejía que cubre el 12% (7.2 km<sup>2</sup>) de la superficie total del AID (58 km<sup>2</sup>).

Ver detalle en el Mapa N° 9.

El Santuario Nacional Lagunas de Mejía, es un área natural protegida por el estado es una de las 4 zonas protegidas con influencia marina y reconocida dentro de la EBA 052. Esta área natural es sumamente importante no sólo para las aves residentes, sino también para las aves migratorias que anualmente llegan a este lugar concentrándose en algunos casos en varios miles de individuos.

Es importante señalar que a pesar que el AID cubre un porcentaje del área natural protegida las medidas estratégicas propuestas en el presente estudio no afectaran el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, puesto que el límite de la Zona de Amortiguamiento de dicho Santuario se encuentra aproximadamente a 8 km del punto crítico N° 2 y 15, en consecuencia no se construirá y no abra movimiento de tierras en la zona de Amortiguamiento.



Mapa 9. Mapa de Áreas Naturales Protegidas  
Fuente: Elaboración propia, con información del IGN, INEI, ANA y SERNANP.

### 10.4.8 Características de la Población

La población de la provincia de Islay es de 52,264 habitantes. La densidad poblacional en el caso de la región Arequipa es de 18 habitantes por km<sup>2</sup> y de la provincia de Islay de 13.2 habitantes por km<sup>2</sup>.

En ambos casos la población está concentrada en el área urbana, siendo esta concentración superior al 90%, quedando en el área rural para el caso de la región Arequipa el 9.4% de habitantes, y para el caso de la provincia de Islay el 9.3%.

Cuadro N° 43. Población Urbana y Rural

Zonas	Población	Urbana		Rural	
			%		%
Región Arequipa	1'152,303	1'044,392	90.6	107,911	9.4
Provincia de Islay	51,328	47,402	90.7	4,862	9.3

Fuente: INEI. Censo de Población y Vivienda 2007.

Los principales poblados que se encuentran en el área de influencia son: Uchas, Huaynalén, Quelgua, Suiza, Santa María, La Haciendita, Buena Vista, El Toro, La Pascana, Caraquen, Puerto Viejo, Desamparados, Santa Rosa Grande, Ayanquera, Piedra Grande, Aduana, Ventillata, Santa Rosa Chico, El Fiscal, La Horca, Buenos

Aires, La Laja, Cocachacra, Santo Domingo, Veracruz Chica, La Pampilla, El Pino, El Frisco, Punta de Bombón, La Curva y Cotas.

El comercio es una de las principales actividades que promueven el desarrollo de la provincia de Islay, entre los principales productos que se comercializan se pueden contar con los de pan llevar que se producen en el Valle de Tambo y en muchos casos son vendidos en la capital Limeña. Las aceitunas son vendidas a comerciantes chilenos quienes envasan y exportan a Europa.

La principal producción de la provincia de Islay está constituida por: ajo, paprika, papa, arroz y cebolla, manteniendo su producción y participación en la producción regional en forma constante en los últimos tres años.

Según el Tercer Censo Agrícola, la provincia de Islay cuenta con 13,331.75 ha de superficie agrícola, y en ellas se encuentran 3,579 unidades agrícolas. Los vegetales de mayor producción en esta zona son arroz, papa, ajo, camote, cebolla, maíz amarillo, olivo y caña de azúcar. En los últimos años, en la mayor parte de cultivos se han incrementado sustantivamente los rendimientos promedio por hectárea, como consecuencia de una mayor tecnificación agrícola así como por el uso de semillas certificadas, sin embargo los agricultores aún tienen serias dificultades para producir debido a la falta de créditos y de apoyo por parte de los organismos estatales.

La actividad pecuaria complementa la vocación agrícola del Valle de Tambo, especialmente en los distritos de Deán Valdivia, Punta de Bombón y Mejía.

Según el III Censo Nacional Agropecuario 1994 (CENAGRO) la provincia de Islay cuenta con 14,763 cabezas de ganado vacuno, 6,257 de ovino y 7 cabezas de auquénidos. La producción de leche, viene disminuyendo en los últimos 20 años debido a su bajo precio y a las sacas forzosas para cubrir obligaciones financieras. La crianza de ovinos es destinada al consumo de los propios agricultores al igual que la ganadería porcina.

La avicultura ha tenido un gran crecimiento ya que existen cerca de 8 granjas avícolas, donde la crianza tecnificada y con gestión empresarial ha posibilitado el desarrollo de actividades complementarias. Su producción consiste en pollos BB, gallinas ponedoras, reproductoras, pollos parrilleros y huevos feriles y de descarte.

En el distrito de Cocachacra la actividad pesquera está asociada principalmente a la recolección del camarón de río, teniendo un importante volumen de recolección de dicho recurso anualmente, a lo largo del río Tambo y en el distrito de Cocachacra específicamente.

La importancia de dicha actividad se puede apreciar en el número de pescadores de camarón existentes, así como el número de pescadores que tiene el distrito, como se presenta en la siguiente tabla:

Cuadro No 44. Pescadores de Camarón inscritos por centro poblado en el río Tambo, Provincia de Islay. 2007.

Río Tambo	Número de pescadores
Cocachacra	214
La curva	30
El Fiscal	68
El Carrizal	108
El Toro	58
Ayanquera	52
Huaynalén	42
<b>Total</b>	<b>572</b>

Fuente: Dirección Regional de Producción. 2007.

Las cifras de recolección de camarón por río al año 2004 (no existe información disponible para años más recientes) indican que en el río Tambo se recolectaron más de 59 toneladas de camarones ese año, ocupando el cuarto lugar entre los ríos que tienen dicha actividad recolectora. Además, se tiene un proceso de estímulo por parte del Estado para el desarrollo de la acuicultura, como actividad económica que mejore los procesos de recolección y de ingresos económicos para quienes la realizan.

En el año 2002 se otorgó la primera autorización para desarrollar actividades de acuicultura mediante la crianza de la especie camarón de río en un área ubicada en el distrito de Cocachacra, teniéndose actualmente en el distrito un total de cuatro autorizaciones para efectuar estas actividades a nivel de subsistencia.



23/05/2013. Imagen del Sector San Jorge, en el distrito de San Martín de Porres, vista desde la margen derecha del río Tambo, presencia de pescador de camarones (imagen 1).

En la imagen 2, se observa los materiales rústicos que utilizan para la pesca de camarones.

La Dirección de Pesquería Regional (DRP) en coordinación con Organizaciones de Pescadores y la Municipalidad, ejecuta desde el año 1990 campañas de repoblamiento con el recurso camarón de río, con lo que se ha ido favoreciendo la recuperación de este recurso, que estuvo en riesgo de desaparecer. En el año 2004, la DRP otorgó la primera autorización para repoblamiento con el recurso abalón, (*Concholepas concholepas*) en zona marina de la provincia de Islay.

#### **10.4.9 Comunidades Campesinas**

No se encontraron comunidades campesinas en las áreas de influencia.

#### **10.4.10 Zonas de Patrimonio Histórico – cultural**

Los sitios arqueológicos son aquellos en donde yacen evidencias materiales del pasado que permiten, mediante el estudio detallado, establecer quiénes, cuándo y cómo habitaron la zona. De manera que los sitios arqueológicos son claves en el entendimiento del pasado y por ello, es importante su protección ante las amenazas de procesos naturales y actividades de carácter antrópico.

Para el valle del Tambo, no se tienen referencias de catastros, ni investigaciones arqueológicas realizadas, pero sí se han registrado sitios arqueológicos, tal como Ayanquera, localizado en la margen derecha del valle de Tambo, cercano al cruce de la Panamericana Sur, compuesto por un conjunto de petroglifos, localizados sobre un espolón rocoso.

Las medidas estructurales planteadas en el presente estudio se proyectan en el cauce del río Tambo; en estas áreas y sus cercanías no se encontraron evidencias arqueológicas.

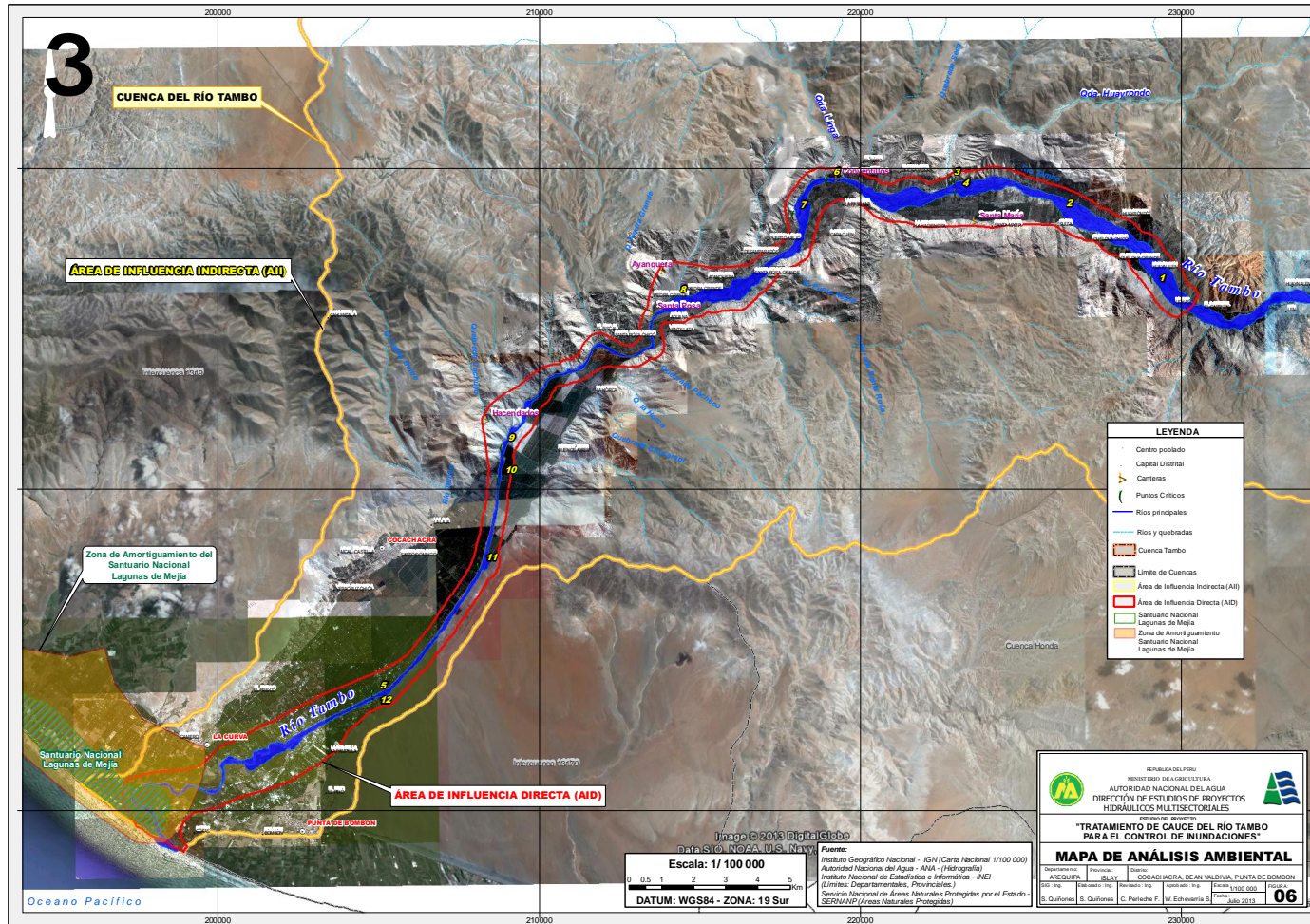
### **10.5 Impactos Ambientales del Estudio**

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

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

En el Mapa N° 9 se presentan 12 puntos críticos identificados, las canteras a ser explotadas para la ejecución de las medidas estructurales propuestas, así como las áreas naturales protegidas y su zona de amortiguamiento que se encuentra en el área de influencia directa (AID).





Mapa 10. Mapa de Análisis Ambiental  
Fuente: Elaboración propia, con información del IGN, INEI, ANA y MC.

### **Impactos en el medio físico**

*Modificación del paisaje*, este se verá alterado en forma moderada principalmente por el movimiento de material de construcción, a la utilización de áreas para depósitos de materiales excedentes, la explotación de canteras, presencia de maquinaria, entre otros. Sin embargo dada la magnitud de las obras, se estima que estas no alterarían significativamente el relieve ribereño. Este impacto es negativo, permanente y baja relevancia.

*Incremento de ruido*, debido al movimiento constante de vehículos y trabajadores, de acuerdo a los sectores sensibles determinados en la caracterización ambiental, los poblados potencialmente afectados serían: Piedra Grande (Punto Crítico N° 8 y Cantera Santa Rosa), Santa María (Cantera Santa María), Suiza (Punto Crítico N° 2) y Huayalen (Punto Crítico N° 1). Este impacto negativo, es temporal y reversible.

*Contaminación por polvo*, el movimiento de tierra asociado a la construcción de las obras proyectadas, y el tránsito de camiones de las canteras hacia la zona de construcción de las obras, puede generar emisiones de polvo que afecten a poblaciones cercanas. Ver Mapa N° 6.

*Modificación de Cauce*, la presencia de estas obras ejercerá un efecto altamente positivo en el control del cauce actual del río Tambo, permitiendo un flujo controlado de escurrimiento de las aguas y evitando así efectos colaterales negativos a causa de crecidas. Este impacto positivo, de significancia alta, que constituye uno de los objetivos del proyecto.

*Contaminación del agua*, El uso de maquinaria y equipos en el cauce del río durante la mantención de obras, el lavado de equipos y el acopio de desechos, podrán ser potenciales fuentes de contaminación de las aguas del río Tambo.

*Seguridad en aptitud del Suelo*, la presencia de las obras proyectadas en el cauce del río tienen por objeto evitar la inundación y erosión de los sectores principalmente rurales, a causa de las crecidas del río. Estas obras inducirán la seguridad del uso de estos terrenos (áreas agrícolas). Este impacto constituye uno de los objetivos del estudio cuyo impacto positivo es de significancia alta.

### **Impactos en el medio Biológico**

En la parte del litoral se ubica el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, que corresponde al área de influencia del estudio; esta área natural protegida, es un área sensible que fue incluida como parte de los estudios de caracterización ambiental, sin embargo las medidas estructurales proyectadas, no afectará a esta área natural, las obras proyectadas están a 8 km aguas arriba del límite de la Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.

*Alteración de la Fauna*, de acuerdo a las actividades del proyecto y a la caracterización ambiental de las áreas de influencia, se ejercerá efectos de alteración de hábitat de la fauna terrestre y acuática, principalmente en la etapa de construcción. Cabe mencionar que la población se dedica a la pesca de camarones como actividad complementaria, en ese sentido la construcción de las obras proyectadas podrían afectar la zona de pesca de camarones; dada su importancia social este impacto negativo de significancia media puede ser minimizado, teniendo en consideración las medidas de control.

*Alteración de la Flora*, las obras proyectadas consideran solamente la eliminación de vegetación aislada de riberas y en modo alguno afectarían las formaciones vegetales características de esta zona ya que dichas formaciones se ubican a 8 km aguas abajo del río Tambo y se encuentran en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, zona que

abarca diferentes tipos de hábitats: pantanos, fangales marinos, totorales, monte ribereño, gramadal y vastas playas arenosas. Este complejo de hábitats reunidos en un área pequeña (690.6 ha) conforma uno de los humedales más importantes de la costa occidental de Sudamérica, el mismo que alberga un elevado número de especies de aves residentes y migratorias, así como otras muestras de fauna, flora y microflora característicos de los humedales.

En general la flora y fauna se encuentran ampliamente representadas en la zona y ninguna de ellas fue identificada bajo amenaza, según el D.S. N° 043-2006 AG. El impacto negativo es considerada de baja significancia, reversible y controlable.

### ***Impactos en el medio Socioeconómico***

*Bienestar y seguridad social*, el distrito de Cocachacra se proyectan la mayor cantidad de obras proyectadas desde el poblado de Quelgua hasta el poblado de Cocachacra debido a que se identificaron 11 puntos críticos a diferencia de los distritos de Dean Valdivia y Punta Bombon que solo se idéntico 01 punto crítico (margen derecha del río Tambo aguas abajo del Puente Freyre). Éste distrito será el más beneficiado con las obras proyectadas, se protegerán áreas agrícolas e infraestructura vial. Este impacto es positivo y de alta significancia.

*Alteración en salud y seguridad pública*, Durante la etapa de construcción, se desarrollaran actividades asociadas a la construcción de las obras que generaran ruido, polvo y movimiento de vehículos, y que podrían provocar molestias y afectar a la población que se encuentra cercana a donde transcurren estas actividades principalmente en los poblados de Huaynalén, Suiza y Santa Rosa. Este impacto se estima de baja significancia, dada su importancia social. Puede ser minimizado, teniendo en consideración las medidas de control.

*Generación de empleo*, la construcción de las obras de defensa requerirá de la contratación de mano de obra. Este impacto es positivo y de mediana significancia.

*Incremento y dinamización del comercio local*, la presencia de trabajadores en la zona durante la construcción de la obras traerá consigo la demanda de servicios como alimentación (venta ambulante), transporte público (al finalizar las obras), etc. Este impacto es positivo y de baja significancia.



*23/05/2013. Imagen del Sector La Pascana (cerca al punto crítico Nº 6), en el distrito de Cocachacra, margen derecha del río Tambo, se observa la vía de acceso del poblado de La Pascana hacia el poblado El Toro. En épocas de avenida el caudal aumenta y esta vía de acceso es afectada. El impacto ambiental de las obras de protección será positivo para el medio socioeconómico, se protegerá esta importante vía en beneficio de la población, se generará empleo temporal, entre otros.*



24/05/2013. Imagen del Sector La Curva (cerca al punto crítico N° 12), en el distrito de Dean Valdivia, margen derecha del río Tambo, hacia ambas márgenes del río la actividad complementaria es la agricultura. El impacto ambiental de las obras de protección será positivo para el medio socioeconómico, se protegerán las áreas de cultivo y la vía de acceso de la zona en beneficio de la población.

## 10.6 Medidas Preventivas y Manejo ambiental

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

Cuadro N° 45. Medidas preventivas y Manejo ambiental

MEDIO	IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O CONTROL
<b>FÍSICO</b>	Modificación del paisaje	* Las actividades constructivas deben limitarse estrictamente a las áreas planificadas, no afectando innecesariamente a zonas anexas.
	Incremento del ruido	* No trabajar en horario nocturno, ni fines de semana.  * Mantenimiento periódico de los silenciadores de los motores de vehículos y maquinaria.  * Evitar a los conductores tocar las bocinas, efectuar aceleraciones innecesarias.  * Mantener informada a la población sobre eventos ruidosos.  * Encapsulamiento de maquinaria ruidosa.
	Contaminación por polvo	* Humedecer la zona de obras y rutas de tránsito de los camiones.  * Encapar camiones.  * Tránsito de camiones a baja velocidad.
	Modificación del cauce	* Realizar talleres de sensibilización, en temas de faja marginal, ancho estable y Prevención de riesgos ante inundación.
	Contaminación del agua	* Utilización de maquinaria en buen estado de mantenimiento.  * Lavado de equipos fuera del cauce del río.  * Disposición temporal de desechos fuera del cauce del río y en forma adecuada.
	Seguridad en aptitud del suelo	* Delimitación y monumentación de la faja marginal. Esta acción debe ser coordinada con la Autoridad Nacional del Agua.

<b>BIOLÓGICO</b>	Alteración de la fauna	<p><b>Fauna terrestre</b> * Limitar las actividades de regularización al cauce, definir entrada de materiales, tránsito y actividades siempre por las áreas más intervenidas.</p> <p><b>Fauna terrestre</b> * La construcción de las obras deben realizarse en periodos de estiaje y/o veda en el río Tambo.</p> <p>* Se deberá crear las condiciones de desplazamiento de la fauna (ejemplo: patos y camarones) para el libre tránsito de especies acuáticas en el río Tambo.</p> <p>* Se deberá implementar en la etapa de construcción un monitoreo bimestral en el cauce del río Tambo.</p>
	Alteración de la flora	<p>* Se deberá implementar en la etapa de construcción un monitoreo bimestral dentro del área de influencia directa (AID) en el cauce del río Tambo.</p>
<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>	Bienestar y seguridad social	<p>* No se proponen medidas.</p>
	Alteración en salud y seguridad pública	<p>* Restricción de ingreso de población local a las áreas de trabajo.</p> <p>* Evitar trabajos en horario nocturno.</p> <p>* Instalación de señales de seguridad.</p> <p>* Control de polvo mediante riego periódico y/o estabilización de caminos a utilizar.</p> <p>* Informar a la población local sobre el programa de actividades de la construcción, en particular de los horarios de ocurrencia de eventos ruidosos y otros.</p>
	Generación de empleo	<p>* Priorizar la contratación de mano de obra local.</p>
	Incremento y dinamización del comercio local	<p>* El contratista deberá gestionar la contratación servicios de alimentación, herramientas, etc.; de preferencia con la población local (MAPA N° 6).</p>

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO 11: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 11.1 Conclusiones

- A nivel regional, la Cuenca del río Tambo se emplaza sobre las unidades geomorfológicas: Faja Cordillera de la Costa, Planicie costanera, Valle estrecho inundable, Valle cañón, Colinas disectadas y Faja Litoral.
- En el ámbito del estudio, se han identificado formaciones geológicas de diferentes litologías como son: depósitos superficiales inconsolidados, rocas intrusivas del tipo diorita-granodiorita, rocas volcánicas tipo andesitas y; sedimentarias tipo areniscas y lutitas. Unidades litoestratigráficas cuyas edades varían desde el Paleozoico al Cuaternario Reciente.
- De acuerdo a las investigaciones geotécnicas realizadas en los sectores Cotas, Sector Central (La Curva), Punta de Bombon, La Punta (Cerro El Pino), Cocachacra, , Chucarapi y Santa Rosa Grande, los tipos litológicos predominantes corresponden a Arenas mal graduadas y Arenas Limosas. Se ha verificado que la capacidad portante de los sectores evaluados varían entre 1.5 a 2.8 Kg/cm<sup>2</sup>, es decir presentan desde una media a muy alta capacidad de carga por lo que son considerados como buenos terrenos de apoyo en cimentaciones.y el riesgo de asentamientos es muy bajo.
- La Cuenca Baja del río Tambo se ubica en la Zona III caracterizada por una actividad sísmica del tipo Alta, existiendo las posibilidades que ocurra sismos de intensidades considerables en la Escala de Mercalli modificada de IX grados de intensidad. Se recomienda adoptar en los diseños Sismo-Resistentes, el siguiente parámetro: Factor de Zona = 0.40 Factor (g).
- En el área de estudio, los procesos geológicos registrados por INGEMMET corresponden a caídas de rocas, inundaciones fluviales, procesos de erosión fluvial, procesos de erosión de ladera, flujos (flujos de detritos y flujos de lodo) y derrumbes. Existiendo una mayor frecuencia de caídas de rocas e inundaciones fluviales; y en menor cantidad se registraron arenamientos y derrumbes.
- Las zonas críticas han sido evaluadas teniendo en cuenta su grado de recurrencia y el tipo de peligros, para este caso se han considerado los procesos geológicos: erosión fluvial, erosión de laderas e inundaciones fluviales. Encontrándose como principal factor la denudación de afloramientos rocosos alterados, fracturados y erosionables que producen la colmatación del río Tambo en épocas de avenidas; y su consecuente inundación y erosión de áreas adyacentes incluidos terrenos de cultivos, centros poblados y vías de acceso (Sectores: El Tuco, Hacendados, Toma Fiscal, La Pascana, La Haciendita y otros).
- Asimismo, en algunos sectores se ha podido observar intensa erosión de laderas del río Tambo, al producirse lluvias de tipo excepcional (Sector Carrizal – Len).
- Los peligros evaluados en la cuenca del río Tambo se presentan en el siguiente cuadro, los mismos se encuentran graficados en el Mapa N° 05 Peligros Geológicos Evaluados:



Sector	X	Y	Peligro Geológico
Carrilluchayoc	761625	8546196	Erosión de Riberas
Puente Caído	761116	8546814	Erosión de Riberas
San Pablo	757357	8557811	Erosión de Riberas y Aluviones
Santa María	757641	8561184	Erosión de Riberas
Chaully	754903	8562067	Erosión de Riberas
Maranura	753623	8569554	Erosión de Riberas
Collpani	753694	8570167	Erosión de Riberas
Santa Beatriz	752924	8571916	Erosión de Riberas e inundaciones
Quillabamba	750921	8575874	Erosión de Riberas
Río Sambaray	749276	8578585	Erosión de Riberas e inundaciones

- Al presente nivel de estudio (Evaluación Preliminar de canteras), se determina que los afloramientos rocosos reúnen condiciones físicas aparentes para su utilización en las obras proyectadas. Las canteras de enrocados evaluadas corresponden a: Santa Rosa, Santa María, Conventillos, Hacendados y Ayanquera; constituidas principalmente por rocas intrusivas y volcánicas de la Súper Unidad Punta Coles y Formación Chocolate inferior.
- En el trayecto del ámbito de estudio, el flujo de agua recorre mayormente zonas rurales con la presencia de infraestructura de riego, vial, campos de cultivos y centros poblados.
- En el cuadro adjunto se muestra los caudales máximos obtenidos en el río Tambo para varios periodos de retorno, mediante diferentes funciones probabilísticas

Periodo de Retorno (T)	P	Distribución Normal	Distribución Log Normal 2 parámetros	Distribución Log Normal 3 parámetros	Gamman 2 parámetros	Gamman 3 parámetros	Log-Pearson tipo III	Gumbel	Log Gumbel
2	0.5	354.8	281.2	322.5	305.0	336.1		319.0	248.6
5	0.2	538.2	528.7	519.6	522.3	530.7		511.6	482.4
10	0.1	634.2	735.5	645.1	667.6	643.3		639.1	748.2
25	0.04	736.5	1045.9	799.0	848.1	772.1		800.3	1302.7
50	0.02	802.5	1312.9	910.9	979.2	860.0		919.8	1965.7
75	0.013	838.0	1483.2	975.4	1054.2	908.8		989.3	2496.6
100	0.01	862.0	1610.7	1020.9	1106.9	942.3		1038.5	2956.9

- El caudal de diseño para el cálculo de los parámetros hidráulicos, delimitación de la faja marginal y dimensionamiento de las estructuras se tomarán los caudales obtenidos por la función Log Normal 3 parámetros por tener un buen ajuste gráfico.
- El caudal de diseño para el dimensionamiento de las estructuras, delimitación de la faja marginal se recomienda que se tome el caudal para un periodo de retorno de 50 años como mínimo; sin embargo debe considerarse caudales para 100 años, para delimitar la faja marginal en zonas urbanas y para verificar los diseños de cruce como puentes.
- Con fines de diseño de defensas ribereñas, para el dimensionamiento de las estructuras, se recomienda los caudales máximos diarios y para el borde libre los caudales instantáneos, para un periodo de retorno de 50 años.

CUADRO 46 : Caudales máximos diarios e instantáneos

Periodo de retorno	Caudal máximo diario (m3/s)	Caudal máximo instantáneo (m3/s)
10	645.1	748.9
25	799.0	927.6
50	910.9	1057.5
100	1020.9	1185.2

- Los parámetros hidráulicos han sido calculados teniendo en cuenta las características de la cuenca y los caudales máximos instantáneos, por lo que, se recomienda se tome en cuenta en los estudios y proyectos que se ejecuten en el río Tambo.
- La Red Geodésica está conformado por Puntos Geodésicos de Orden “B” proporcionados por COFOPRI, éstos servirán de soporte georreferencial para los levantamientos cartográficos y topográficos para la elaboración de estudios de preinversión e inversión, así como replanteo en la construcción de obras hidráulicas, defensa ribereñas y control de avenidas dentro de la faja marginal.
- Se recomienda que los gobiernos locales y regionales prioricen las actividades planteadas en el estudio para garantizar principalmente la seguridad de la población asentada en las riberas del río Tambo.
- Las acciones o medidas estratégicas deben priorizarse de la siguiente manera.
  - ✓ Programas de sensibilización, capacitaciones y alerta temprana.
  - ✓ Delimitación y monumentación de la faja marginal y reforestación. Esta acción debe ser coordinado con la Autoridad Nacional del Agua.
  - ✓ Limpieza, descolmatación y encauzamiento, en función al ancho estable propuesto.
  - ✓ Estabilización de los taludes para reducir el riesgo por efectos de la erosión de taludes; principalmente con vegetación.
  - ✓ Construcción de obras de defensas ribereñas.
- Los mayores impactos negativos ocurrirán en el medio físico, categorizado como impacto negativo leve, cuyos efectos son controlables o revertidos. Los impactos negativos generadas por las medidas estructurales son temporales y de menor magnitud que las existentes, en las zonas críticas.
- El distrito con mayor impacto ambiental positivo sería Cocachacra.
- Los mayores impactos positivos ocurrirán en el medio socioeconómico, principalmente en la etapa de construcción, correspondientes al incremento y dinamización del comercio local y; en la generación del empleo temporal y al finalizar la ejecución de las obras los efectos serán favorables y en beneficio de la población aledaña al cauce del río Tambo.
- No se ha identificado ninguna acción que genere impactos críticos y que por lo tanto sea inadmisibles desde el punto de vista ambiental.

## 11.2 Recomendaciones

- Para la elaboración de Proyectos de Inversión Pública sobre encauzamientos de ríos y defensas ribereñas se recomienda realizar Investigaciones Geotécnicas más puntuales, que confirmen las características geotécnicas de los materiales de cimentación donde se proyectaran estructuras de defensa ribereña, considerando que existen variaciones tanto en sentido vertical como horizontal.
- Asimismo, se recomiendan investigaciones geotécnicas de las canteras identificadas a fin de confirmar y/o ubicar nuevas áreas favorables a ser utilizadas como materiales de enrocado.
- Al contar con un estudio de tratamiento integral de cauces, elaborado sobre el concepto hidráulico, conservación del medio ambiente y la participación de diferentes actores; traerá consigo que los Gobiernos Regionales y Locales, cuenten con una herramienta de gestión participativa al momento de priorizar proyectos de defensa ribereña.
- Se recomienda a la Administración Local de Agua Tambo – Alto Tambo, emitir un documento haciendo de conocer a las instituciones involucradas en la gestión de los recursos hídricos, sobre los parámetros hidráulicos del río Tambo.
- Con fines de diseño de defensas ribereñas, para el dimensionamiento de las estructuras, se recomienda los caudales máximos diarios y para el borde libre los caudales instantáneos, para un periodo de retorno de 50 años.

CUADRO 47: Caudales máximos diarios e instantáneos

Periodo de retorno	Caudal máximo diario (m <sup>3</sup> /s)	Caudal máximo instantáneo (m <sup>3</sup> /s)
10	645.1	748.9
25	799.0	927.6
50	910.9	1057.5
100	1020.9	1185.2

- Para la ejecución de estas estructuras, se recomienda realizar los estudios de pre-inversión (perfil y factibilidad), considerando los principios y criterios detallados en este Estudio.
- Se recomienda el empleo del caudal máximo para 100 años de tiempo de retorno, en la determinación de la faja marginal que pasa por zonas urbanas.
- Se recomienda realizar la limpieza del cauce del río Tambo, principalmente los meandros formados en el eje del cauce del río, a fin de prevenir la continua erosión de riberas en ambas márgenes del río, asimismo la construcción de defensas ribereñas en los sectores críticos evaluados.
- Se recomienda que las medidas estructurales planteadas en el presente estudio deberán de someterse, en forma individual, al procedimiento de Evaluación Ambiental Preliminar de acuerdo a Ley N° 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), modificada por Decreto Legislativo N° 1013 y su Reglamento, aprobado por DS N° 019-2009-MINAM del 24.09-09.

- Se recomienda realizar un Programa de Sensibilización, de manera participativa involucrando a los diferentes actores locales, regionales y principalmente la población involucrada en la Cuenca Tambo; planificados mediante Talleres de sensibilización a nivel de la cuenca media y baja, con el propósito de que la población manifieste y conozca los diferentes aspectos conceptuales vertidos y se involucren de una manera activa en la prevención de riesgos ante inundación y erosión.



**PERÚ**

**Ministerio  
de Agricultura**

**Autoridad Nacional  
del Agua**



**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES**

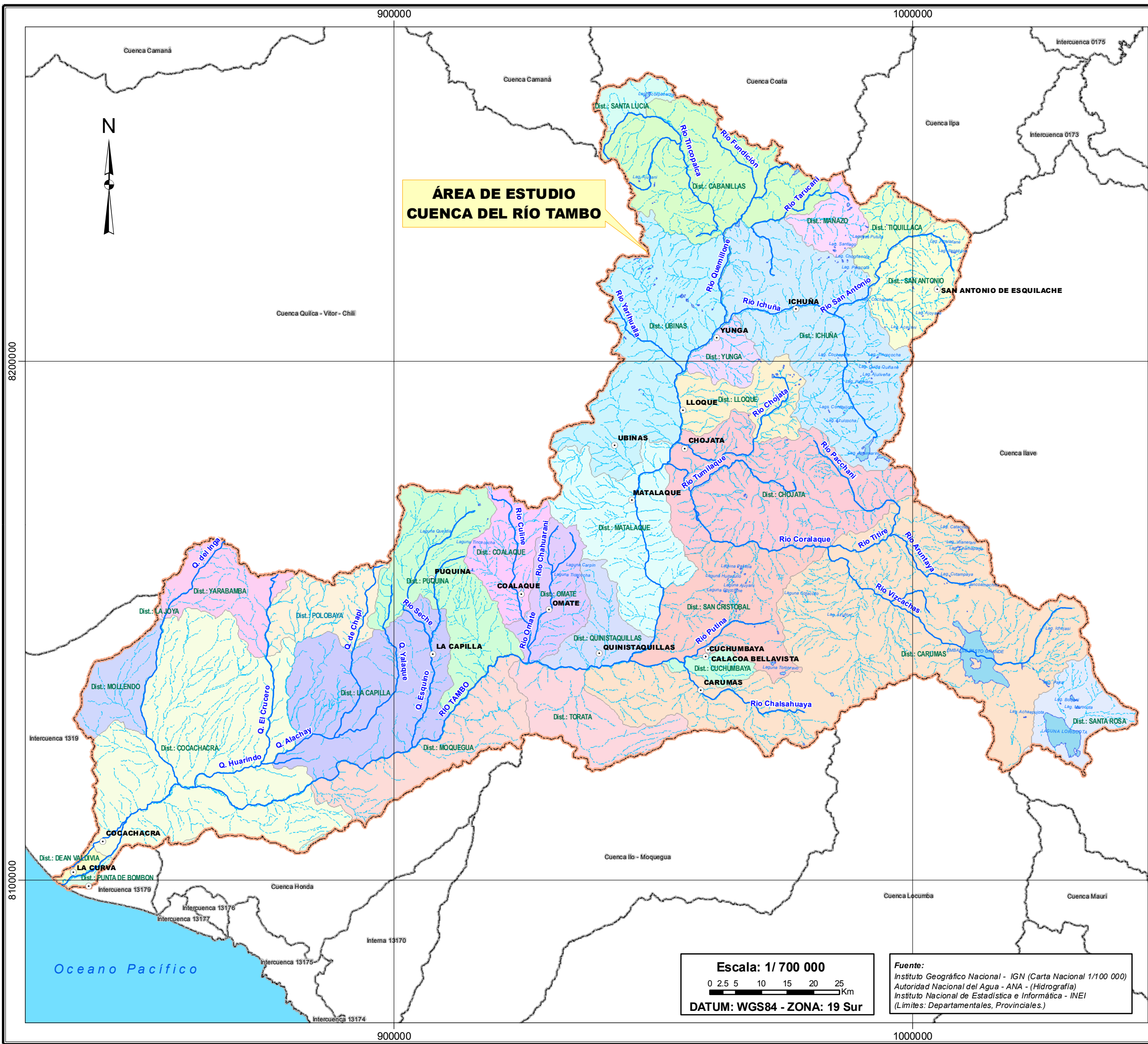
## **TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RIO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACION Y EROSION FLUVIAL**



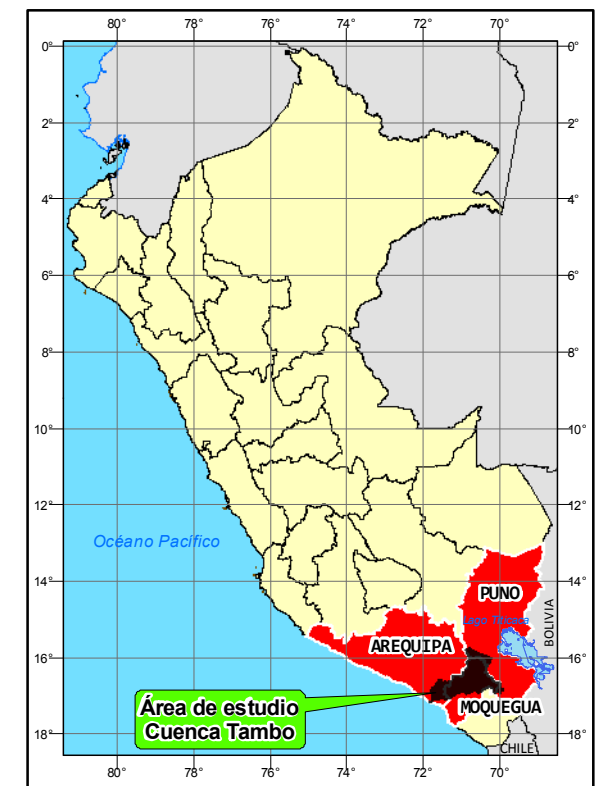
**VOLUMEN II: ANEXOS**

**Lima, Diciembre 2013**

**ANEXO A**  
**MAPA DE UBICACION**



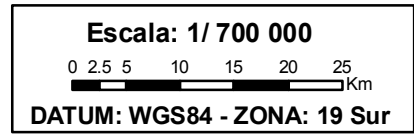
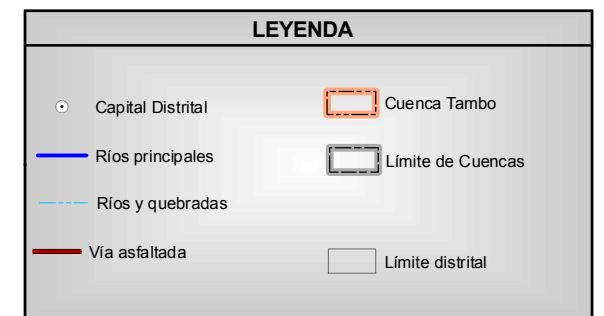
**ÁREA DE ESTUDIO  
CUENCA DEL RÍO TAMBO**



**MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL**



**MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA TAMBO**



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

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

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

**Ubicación Geográfica y Política**

Departamento:	Provincia:	Distrito:
LIMA	CALLAO - LIMA - CANTA	VARIOS
SIG: Ing.	Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.
S. Quiñones	S. Quiñones	T. Alfaro A.
		J. Montenegro Ch.
		Fecha: Enero 2013
		Escala: 1/700 000
		FIGURA: <b>01</b>

**ANEXO B**  
**CALCULOS HIDRAULICOS**



**Proyecto** : **TRATAMIENTO DEL CAUCE DEL RIO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES**

**Ubicación** :

**Region** : Arequipa

**Provincia** : Islay

**Distrito** : Dean Valdivia, Punra de Bombon y Cocachacra

**Sector** :

**Rio** : Tambo

**Entidad** : ANA-DEPHM

**Fecha** : dic-13

**Presupuesto** :

**Elaborado** :

Tabla N° 01							
Coeficiente de Contracción, $\mu$							
Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos						
	10 m.	13 m.	16 m.	18 m.	21 m.	25 m.	30 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99
2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97
3	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96
>4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	

Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos					
	42 m.	52 m.	63 m.	106 m.	124 m.	200 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Seleccionan :

$V_m =$	4.767
$B =$	120.000
$\mu =$	0.990

Velocidad media (m/s)

Ancho efectivo (m)

Tabla n° 04 : Valores del Coeficiente $\beta$		
Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente $\beta$
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
<b>50.00</b>	<b>2.00</b>	<b>0.97</b>
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07
Periodo de Retorno (Años) =====>		<b>50.00</b>
$\beta =$		<b>0.97</b>

Tabla N° 02			
CLASIFICACION SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTICULAS			
Tamaño (mm)			Tipo de material
4000	-	2000	Canto rodado muy grande
2000	-	1000	Canto rodado grande
1000	-	500	Canto rodado medio
500	-	250	Canto rodado pequeño
250	-	130	Cascajo grande
130	-	64	Cascajo pequeño
64	-	32	Grava muy gruesa
32	-	16	Grava gruesa
16	-	8	Grava media
8	-	4	Grava fina
4	-	2	Grava muy fina
2	-	1	Arena muy gruesa
1	-	0.500	Arena gruesa
0.500	-	0.250	Arena media
0.250	-	0.125	Arena fina
0.125	-	0.062	Arena muy fina
0.062	-	0.031	Limo grueso
0.031	-	0.016	Limo medio
0.016	-	0.008	Limo fino
0.008	-	0.004	Limo muy fino
0.004	-	0.002	Arcilla gruesa
0.002	-	0.001	Arcilla media
0.001	-	0.0005	Arcilla fina
0.0005	-	0.00024	Arcilla muy fina

Fuente : UNION GEOFISICA AMERICANA (AGU)

Diametro medio ( $D_{50}$ ) =  =====>   
Material :  =====>   
Peso Especifico ( $Tn/m^3$ ) =

Tabla N° 03					
SELECCIÓN DE x EN SUELOS COHESIVOS ( $Tn/m^3$ ) o SUELOS NO COHESIVOS (mm)					
Peso especifico $Tn/m^3$	X	1/(X +1)	D (mm)	X	1/(X +1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			
Ps ( $T/m^3$ )			D <sub>m</sub> (mm)		
-	X	1/(X +1) =	6.00	X	1/(X +1) =
				0.3600	0.74

Proyecto :

TRATAMIENTO DEL CAUCE DEL RIO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES

CALCULO HIDRÁULICO DE LA SECCION ESTABLE O AMPLITUD DE CAUCE (B)

Q DISEÑO (m <sup>3</sup> /seg)	MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON			MÉTODO DE ALTUNIN - MANNING			MÉTODO DE BLENCH		
	B = K <sub>1</sub> Q <sup>1/2</sup>			B = (Q <sup>1/2</sup> /S <sup>1/5</sup> ) (n K <sup>5/3</sup> ) <sup>3/(3+5m)</sup>			B = 1.81(Q F <sub>b</sub> /F <sub>s</sub> ) <sup>1/2</sup>		
910.00	Condiciones de Fondo de río	K <sub>1</sub>	B (m)	Valores rugosidad de Manning (n)		B (m)	Factores		B (m)
Pendiente Zona del Proyecto (m/m)	Fondo y orillas de grava	2.9	87.48	Descripción	n		Factor de Fondo	F <sub>b</sub>	
				Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.036	0.036			Material Grueso	
0.01700	MÉTODO DE PETTIS			Descripción	K		106.42		
	B = 4.44 Q <sup>0.5</sup>			Material aluvial = 8 a 12	12	Materiales sueltos		0.1	
	B (m)			Coeficiente de Tipo de Río					
133.94			Descripción	m					
			Para cauces aluviales		0.5				

RESUMEN :

MÉTODO	B (m)
MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	87.48
MÉTODO DE PETTIS	133.94
MÉTODO DE ALTUNIN - MANNING	106.42
MÉTODO DE BLENCH	189.14
RECOMENDACIÓN PRACTICA	94.60

=====> SE ADOPTA B :

120.00

*Se elige este ancho por adaptarse a la zona de estudio.  
Ancho igual a los estribos de Puentes Vehiculares*

## CALCULO HIDRÁULICO

Proyecto : TRATAMIENTO DEL CAUCE DEL RIO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES

CALCULO DEL TIRANTE MÉTODO DE MANNING - STRICKLER (B > 30 M)		t (m)
$t = ((Q / (Ks * B * S^{1/2}))^{3/5}$		
Valores para Ks para Cauces Naturales (Inversa de n)		
Descripción	Ks	1.55
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 28		
Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /seg)		
Q =	910.00	
Ancho Estable - Plantilla (m)		
B =	120.00	
Pendiente del Tramo de estudio		
S =	0.01700	

**Formula de Manning : Velocidad Media (m/s) >>>>>  $V = R^{2/3} * S^{1/2} / n$**

Radio Hidráulico >>> $R = A / P$ >>>>>>>		R :	Pendiente de Fondo >>> S		
Tirante (y)	Talud de Borde (Z)	1.51	S = 0.01700		
y = 1.55	Z = 1.5		<b>Coficiente de Rugosidad de Manning</b>		
Ancho de Equilibrio (B)			0.036	Descripción	n
B =	120.00			Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.036	
Área (m <sup>2</sup> )		Perímetro (m)			
A = 182.4		P = 120.94			

>>>>>>> **V = 4.77 m/seg**

Numero de Froude :  $F = V / (g * y)^{1/2}$

Velocidad media de la corriente (m/s)	Aceleración de la Gravedad	Profundidad Hidráulica Media = Área Mojada / Ancho Superficial:	Froude (F)
V = 4.77	g = 9.81	y = A / B >>> y = 1.52	1.23

Tipo de Flujo : **FLUJO SUPERCRITICO**

Calculo de la Altura de Dique >>>>>>>

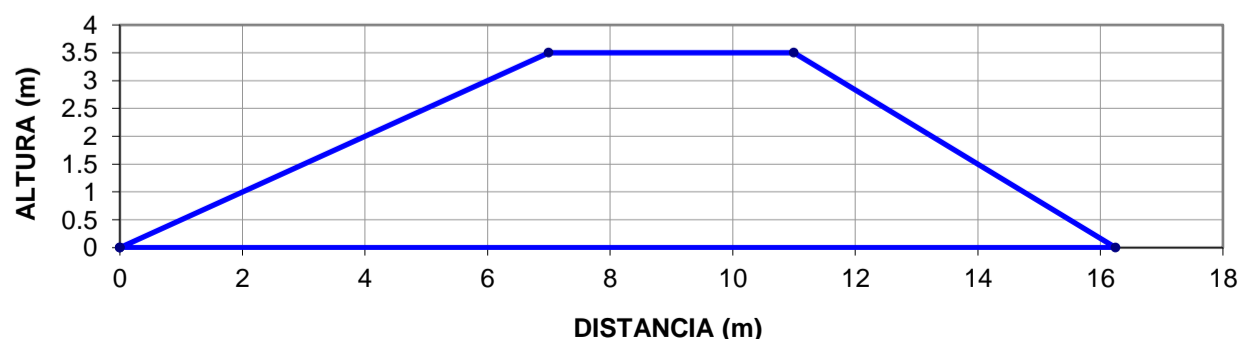
Bordo Libre (BL) = $\phi e$					ALTURA DE MURO (H <sub>D</sub> )
Caudal máximo m <sup>3</sup> /s	$\phi$	$\phi$	$e = V^2/2g$	BL	$H_M = y + BL$
3000.00	4000.00	2	1.16	1.39	y : Tirante de diseño (m)
2000.00	3000.00	1.7			y = 1.55
1000.00	2000.00	1.4			>>>>> H <sub>M</sub> = 2.94
500.00	1000.00	1.2			Por Procesos Constructivos
100.00	500.00	1.1			>>>>> H <sub>M</sub> = <b>3.50</b>

**Caudal de Diseño (m<sup>3</sup>/seg) : 910.00**

Por lo tanto, las características geométricas del dique a construir son :

ALTURA PROMEDIO DE DIQUE (m)	=		3.50
ALTURA PROMEDIO DE ENROCADO (m)	=		3.50
ANCHO DE CORONA (m)	=		4.00
TALUD	:	H	V
Cara Humeda		1.5	:
Cara seca		2	:
AREA (m <sup>2</sup> )	=		28.44

### SECCION TIPICA DEL DIQUE



CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H <sub>s</sub> )				
METODO DE LL. LIST VAN LEVEDIEV				
<b>Suelos Granulares - No Cohesivos</b>				
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$ .....(1)				
<b>Suelos Cohesivos</b>				
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.60 \gamma_s^{1.18} \beta))^{1/(x+1)}$ .....(2)				
Donde:				
$t_s$ = Tirante despues de producirse la socavacion (m)				
$t$ = Tirante sin socavacion (m)				
$t = 1.55$ m				
$D_m$ = Diametro Medio de las particulas (mm)				
$D_m = 6$ mm				
$\gamma_s$ = Peso Especifico suelo (Kg/m <sup>3</sup> )				
$\mu$ = Coeficiente de Contraccion				
$\alpha$ = Coeficiente >>>>>				
$\alpha = Q / (t_m^{5/3} B \mu)$				
Tirante medio ( $t_m$ ) = A/B	Q (Caudal de Diseño)	Coeficiente de Contraccion ( $\mu$ ) Tabla N° 01	Ancho Estable	$\alpha$
$t_m = 1.52$	910.00	$\mu = 0.99$	B = 120.00	3.81

1. Perfil antes de la erosión

2. Perfil de equilibrio tras la erosión

PROFUNDIDAD DE SOCAVACION PARA SUELOS NO COHESIVO .....(1) :

X : Exponente que depende de : D <sub>m</sub> para suelos Granulares No Cohesivos y $\gamma_s$ para suelos cohesivos. >>>>> TABLA N° 03		Coeficiente por Tiempo de Retorno : $\beta$ (Tabla N° 04)	TIRANTE DE SOCAVACION SUELOS GRANULARES - NO COHESIVOS
X (Tabla N° 03)	1/x+1		$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$
x = 0.36	0.74	$\beta = 0.97$	$t_s = 4.30$ m

PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H <sub>s</sub> )	
H <sub>s</sub>	= t <sub>s</sub> - t
H <sub>s</sub>	= 2.50 m

Proyecto :

TRATAMIENTO DEL CAUCE DEL RIO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES

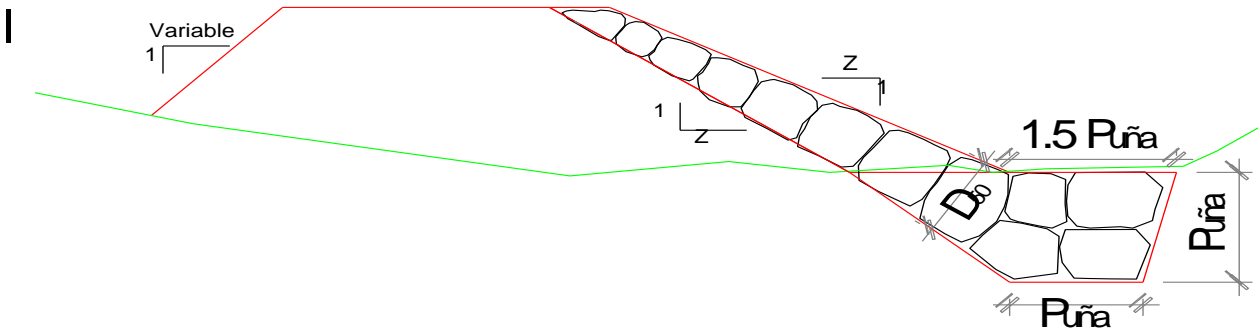
**CALCULO ESTRUCTURAL : Profundidad de Uña**

Profundidad de Socavacion ( $H_s$ ) =	2.50	=====>	Profundidad de Uña ( $P_{UÑA}$ ) =	$FS * H_s$
			FS =	1.00
			$P_{UÑA}$ =	2.50

Por lo Tanto, seleccionamos :

$P_{UÑA}$ =	2.50 m
-------------	--------

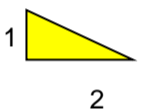
**PROTECCION DEL PIE DE TALUD**



**CALCULO ESTABILIDAD DEL TERRAPLEN Y ENROCADO**

ESTABILIDAD DEL TERRAPLEN		ANALISIS DE ESTABILIDAD
Fuerza Resistente (Kg/m)	$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma_a}{\gamma_a}$	
<b>R = W * Tag Ø</b>		<b>R &gt; P ===== EL DIQUE ES ESTABLE A LA PRESION DEL AGUA</b>
W = Peso del Terraplen	R	
Area Dique (m <sup>2</sup> )	28.44	
Peso Especifico del material (Kg / m <sup>3</sup> )	1930.00	
W =	54,889.20	
Angulo de friccion interna en grados(tipo de material de rio)	38,433.83	
Ø	35	
Tag Ø	0.70	
Presion del Agua (Kg/m <sup>2</sup> )		
P = P <sub>w</sub> * t <sup>2</sup> /2	P	
P <sub>w</sub> =	1000.00	
Tirante	1,201.25	
t =	1.55	

PROBABILIDAD DE MOVIMIENTO DE LA ROCA	
$\gamma F_{roca (D50)} = 0.56 * (V^2/2g) * (1/D_{50}) * (1/\Delta)$	$F_{roca} (%)$
Velocidad caudal de diseño (V)	4.77
Velocidad	
$K = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \phi}}$	1.64
Δ	
Peso especifico de la roca (cantera) Kg/m <sup>3</sup>	1.64
=	
Peso especifico del agua Kg/m <sup>3</sup>	0.56
=	
Diametro medio de la roca (D <sub>50</sub> )	
D <sub>50</sub> =	0.70

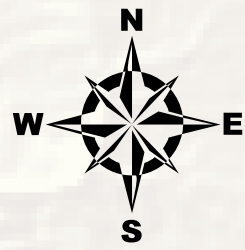
ESTABILIDAD DEL REVESTIMIENTO DEL ENROCADO	
ESFUERZO MAXIMO CORTANTE ACTUANTE	ESFUERZO CORTANTE CRITICOS
$\tau_c = \tau_c * t * S$	$= C * ( - ) * D_{50} * K$
Peso especifico del agua Kg/m <sup>3</sup>	Peso especifico del agua Kg/m <sup>3</sup>
= 1,000.00	= 1,000.00
Tirante de diseño (m)	Peso especifico de la roca (cantera) Kg/m <sup>3</sup>
t = 1.55	= 2,640.00
Pendiente Tramo de estudio	Factor de Talud (K)
S = 0.01700	
	Angulo del Talud (α)
	Z = 2
	
	α = 26.57°
	Angulo de friccion interna del material (Enrocado) (Φ)
	Φ = 45
	Factor de Talud (K)
	K = 0.775
	Coficiente de Shields
	C = 0.100
	88.97
	<b>EL REVESTIMIENTO DEL ENROCADO ES ESTABLE</b>

CALCULO PARA DETERMINAR EL USO DE FILTROS	
1.- Determinación de Velocidad en el espacio entre el enrocado y material base :	2.-Determinación de velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado (V <sub>e</sub> )
V <sub>a</sub> : velocidad del agua entre el enrocado y el fondo.	V <sub>e</sub> = velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado
$V_a = (D_{50} / 2)^{2/3} * S^{1/2} / n_f$	$V_e = 16.1 * (D_m)^{1/2}$
n <sub>f</sub> = Rugosidad del fondo	D <sub>m</sub> = diámetro de partículas del suelo base (m)
Condicion n <sub>f</sub>	D <sub>m</sub> = 0.006 m
Sin filtro o hay filtro de Geotextil 0.02	Verificacion :
Pendiente Tramo de estudio	Como V <sub>a</sub> > V <sub>e</sub> : Habra Erosión ===== SE RECOMIENDA UTILIZAR UN FILTRO DE GEOTEXTIL O UN FILTRO DE GRAVA
S = 0.01700	
Diametro medio de la roca (D <sub>50</sub> )	
D <sub>50</sub> = 0.70	
3.238	1.247

DETERMINACION DEL TIPO DE FILTRO
ASUMIENDO UN FILTRO DE GEOTEXTIL : Se tiene =====>
$V_{a1} = V_a / 4$
$V_{a1} = 0.809 \text{ m/s}$
Se debe verificar que se cumpla que : V <sub>a1</sub> > V <sub>e</sub>
Verificacion :
<b>Como V<sub>a1</sub> &lt; V<sub>e</sub> : =====&gt; USAR FILTRO DE GRAVA</b>



**ANEXO C**  
**MAPAS GEOLOGICOS**

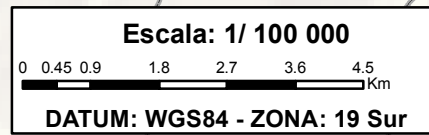


**CUENCA DEL RÍO TAMBO**

**Sector Quelgua**

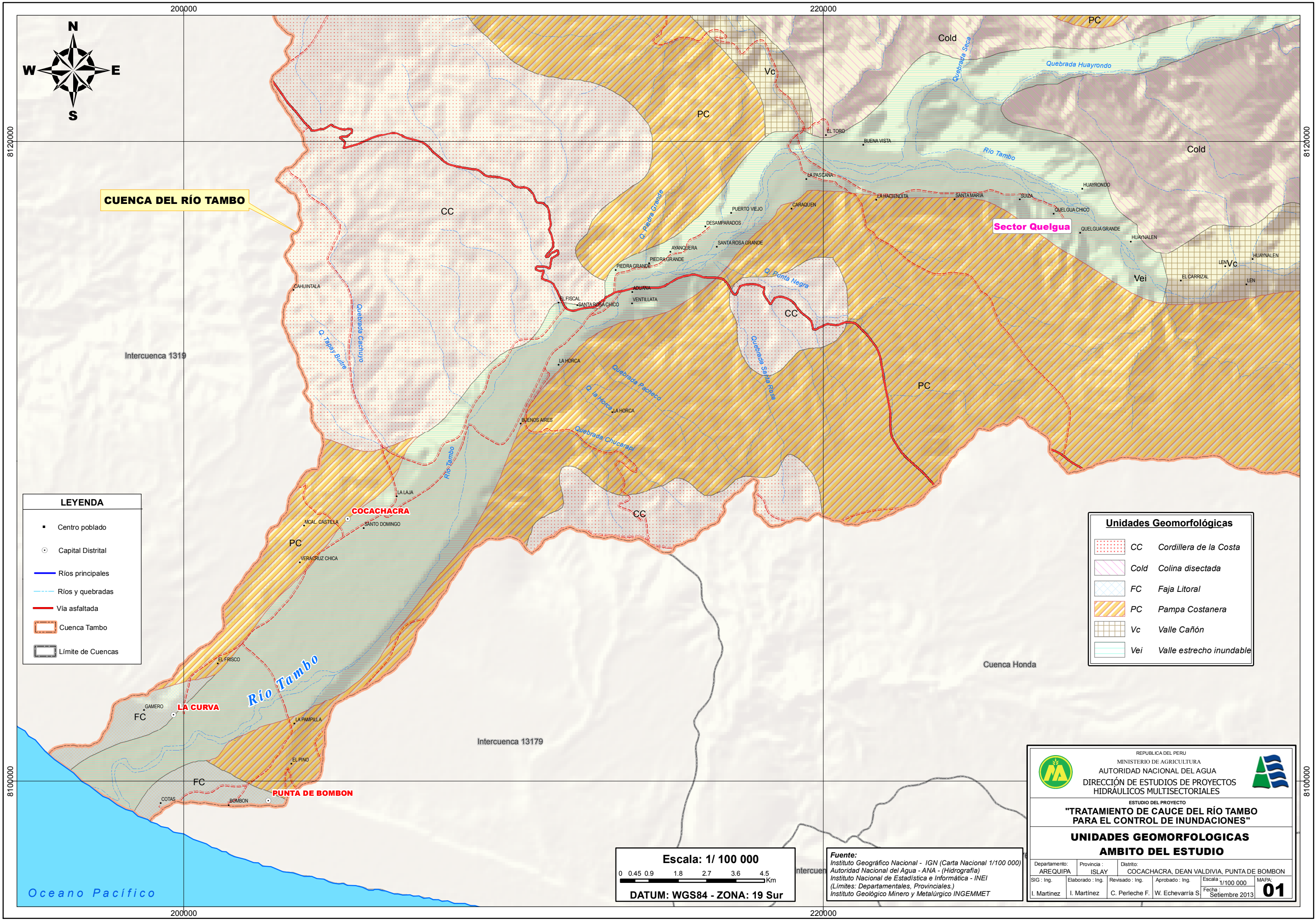
LEYENDA	
■	Centro poblado
○	Capital Distrital
—	Ríos principales
- - -	Ríos y quebradas
—	Vía asfaltada
▭	Cuenca Tambo
▭	Límite de Cuencas

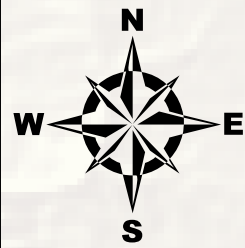
Unidades Geomorfológicas	
▭	CC Cordillera de la Costa
▭	Cold Colina disectada
▭	FC Faja Litoral
▭	PC Pampa Costanera
▭	Vc Valle Cañón
▭	Vei Valle estrecho inundable



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

REPUBLICA DEL PERU MINISTERIO DE AGRICULTURA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES			
ESTUDIO DEL PROYECTO <b>"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO TAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"</b>			
<b>UNIDADES GEOMORFOLOGICAS AMBITO DEL ESTUDIO</b>			
Departamento: AREQUIPA	Provincia: ISLAY	Distrito: COCACHACRA, DEAN VALDIVIA, PUNTA DE BOMBON	
SIG: Ing.	Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.	Aprobado: Ing.
I. Martínez	I. Martínez	C. Perleche F.	W. Echevarría S
Escala: 1/100 000 Fecha: Setiembre 2013			MAPA: <b>01</b>





**CUENCA DEL RÍO TAMBO**

**Sector Quelgua**

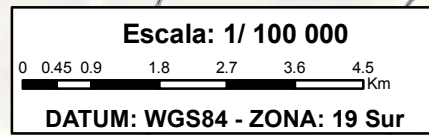
**LEYENDA**

- Centro poblado
- Capital Distrital
- Ríos principales
- - - Ríos y quebradas
- Via asfaltada
- ▭ Cuenca Tambo
- ▭ Límite de Cuencas

**LEYENDA ESTRATIGRAFICA**

EDAD	PERIODO	EPOCA	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	Deposito marino <b>Qh-ma</b>
			Deposito fluvial <b>Qh-fl</b>
	Neógeno	Plioceno	Formacion Millo <b>Np-mi</b>
	Paleógeno	Oligoceno	Fm. Moquegua superior <b>PN-mo-s</b>
	Cretácico	Paleoceno	S.U. Yarabamba <b>KsP-ya/di-gd</b>
MESOZOICO	Jurásico	Inferior	S.U. Punta Coles <b>Jim-pc/di-gd</b>
	Triásico	Superior	Fm. Chocolate inferior <b>TsJi-cho-i</b>
PALEOZOICO	Devónico		Grupo Cabanillas <b>D-ca</b>

Fuente: Elaboración Propia



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

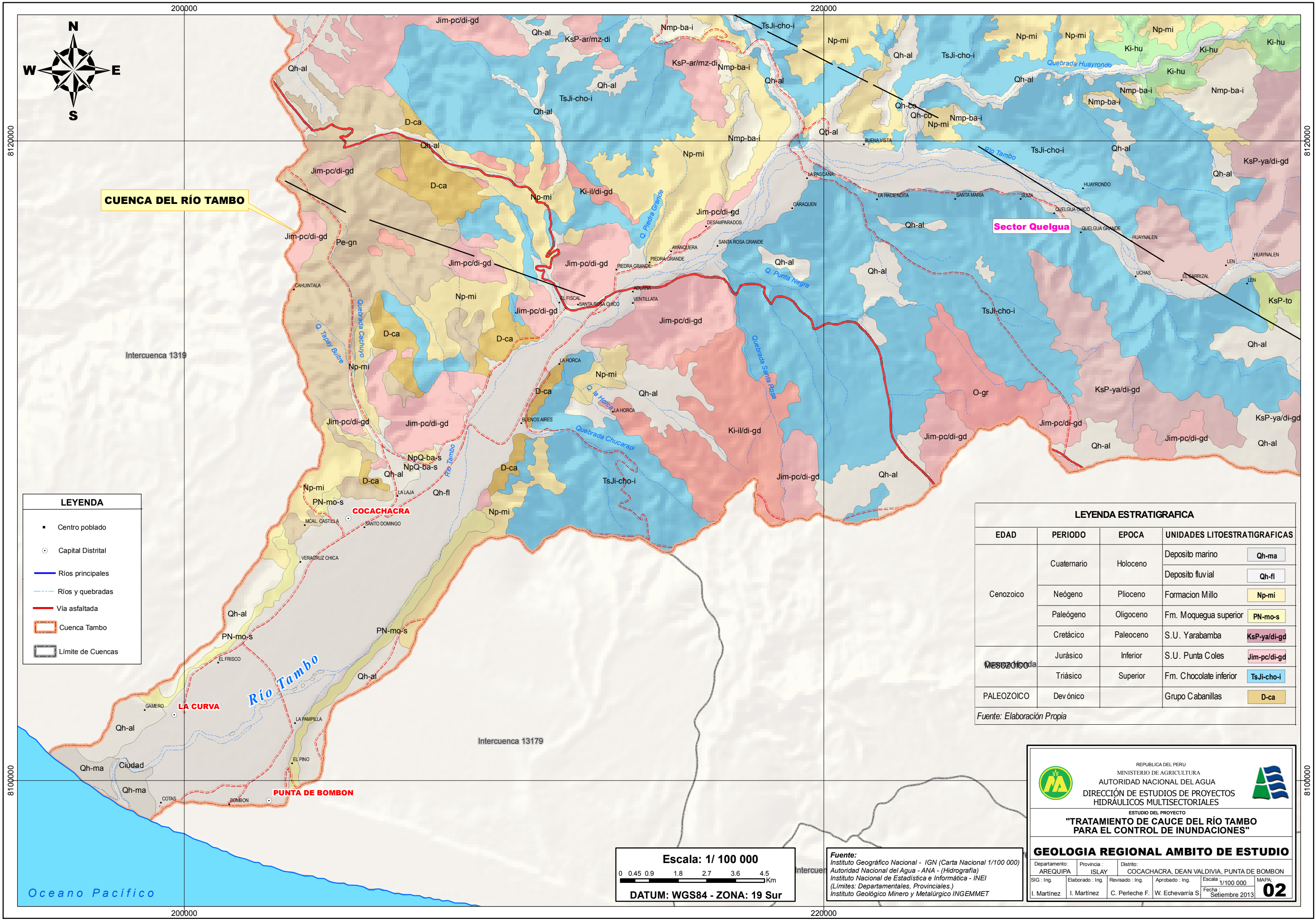
REPUBLICA DEL PERU  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA  
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS  
 HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

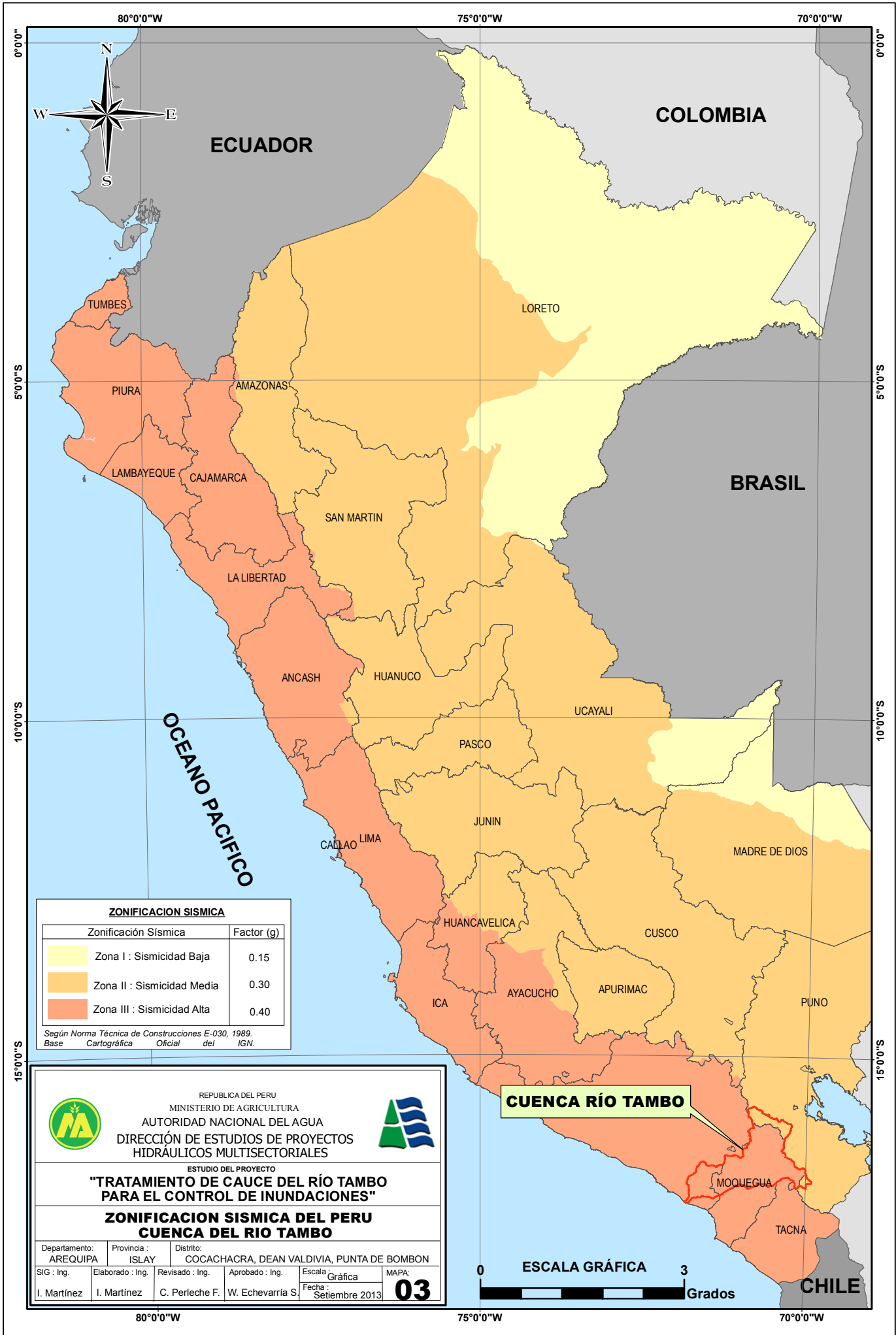
ESTUDIO DEL PROYECTO  
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO TAMBO  
 PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

**GEOLOGIA REGIONAL AMBITO DE ESTUDIO**

Departamento: AREQUIPA	Provincia: ISLAY	Distrito: COCACHACRA, DEAN VALDIVIA, PUNTA DE BOMBON
SIG: Ing.	Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.
I. Martínez	I. Martínez	C. Perleche F.
Aprobado: Ing.	W. Echevarría S.	Fecha: Setiembre 2013

MAPA: **02**





**ZONIFICACION SISMICA**

Zonificación Sísmica	Factor (g)
Zona I : Sísmicidad Baja	0.15
Zona II : Sísmicidad Media	0.30
Zona III : Sísmicidad Alta	0.40

Según Norma Técnica de Construcciones E-030, 1989.  
Base Cartográfica Oficial del IGN.



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



---

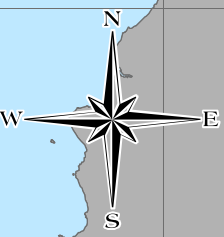
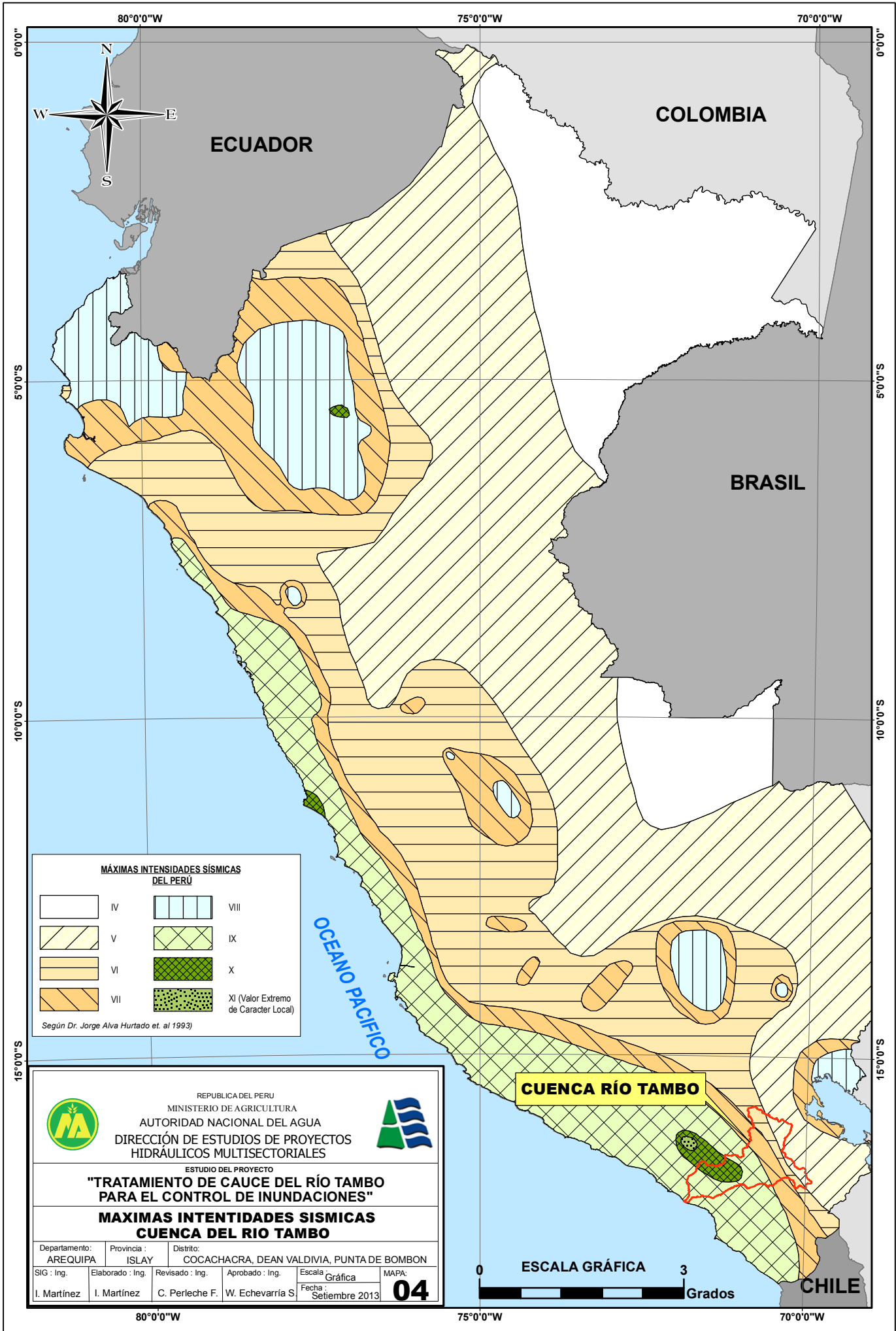
ESTUDIO DEL PROYECTO  
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO TAMBO  
PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

---

**ZONIFICACION SISMICA DEL PERU  
CUENCA DEL RIO TAMBO**

Departamento: AREQUIPA	Provincia : ISLAY	Distrito: COCACHACRA, DEAN VALDIVIA, PUNTA DE BOMBON
SIG : Ing.	Elaborado : Ing.	Revisado : Ing.
I. Martínez	I. Martínez	C. Perleche F.
Aprobado : Ing.		W. Echevarría S.
Escala : Gráfica		MAPA:
Fecha : Setiembre 2013		03





**MÁXIMAS INTENSIDADES SISMICAS DEL PERÚ**

	IV		VIII
	V		IX
	VI		X
	VII		XI (Valor Extremo de Caracter Local)

*Según Dr. Jorge Alva Hurtado et. al 1993)*

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

---

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

---

**MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS  
CUENCA DEL RIO TAMBO**

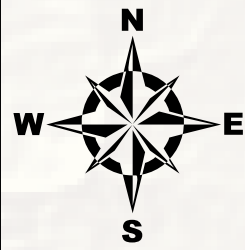
Departamento: AREQUIPA	Provincia: ISLAY	Distrito: COCACHACRA, DEAN VALDIVIA, PUNTA DE BOMBON
SIG : Ing.	Elaborado : Ing.	Revisado : Ing.
I. Martínez	I. Martínez	C. Perleche F.
		Aprobado : Ing. W. Echevarría S
		Fecha Setiembre 2013

**04**

**CUENCA RÍO TAMBO**



80°0'0"W 75°0'0"W 70°0'0"W



**CUENCA DEL RÍO TAMBO**

LEYENDA	
■	Centro poblado
○	Capital Distrital
—	Ríos principales
- - -	Ríos y quebradas
—	Vía asfaltada
▭	Cuenca Tambo
▭	Límite de Cuencas



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

Zonas Críticas Cuenca Baja del río Tambo					
N°	PARAJE	FUENTE	NORTE	ESTE	PELIGRO
1	Monte Grande	DEPHM - ANA	8103609	204858	Inundación Fluvial
2	El Tuco	DEPHM - ANA	8107582	208150	Erosión fluvial e Inundaciones
3	Aguas abajo de Pampa Blanca	INGEMMET	8109000	209000	Inundación Fluvial
4	Puente Pampa Blanca	DEPHM - ANA	8110313	208757	Erosión Fluvial
5	Bocatoma Hacendados	DEPHM - ANA	8111317	208865	Inundación Fluvial
6	Chucarapi - Pacheco	INGEMMET	8110820	210950	Erosión fluvial e Inundaciones
7	1 Km aguas abajo del Puente Fiscal	INGEMMET	8114367	213360	Erosión Fluvial
8	Toma Fiscal	DEPHM - ANA	8115947	214207	Inundación Fluvial
9	Puente Fiscal	INGEMMET	8115888	215917	Inundación Fluvial
10	Desamparados	DEPHM - ANA	8118572	217939	Erosión fluvial e Inundaciones
11	La Pascana	DEPHM - ANA	8119616	218990	Inundación Fluvial
12	Conv enillo	DEPHM - ANA	8119730	219517	Erosión fluvial e Inundaciones
13	Puerto Viejo, Desamparados, Quebrada Piedra Grande y Panamericana Sur	INGEMMET	8120250	220150	Erosión fluvial e Inundaciones
14	Buena Vista El Toro	DEPHM - ANA	8119599	222975	Erosión Fluvial
15	La Haciendita	DEPHM - ANA	8119246	223006	Inundación Fluvial
16	Sector Checa Alta	INGEMMET	8119300	223850	Inundación Fluvial
17	Bocatoma Checa (Margen izquierda río Tambo)	DEPHM - ANA	8118616	226234	Erosión Fluvial
18	Santa María	INGEMMET	8117450	227500	Erosión de laderas
19	Bocatoma Quelgua (Margen izquierda río Tambo)	DEPHM - ANA	8116584	229125	Erosión Fluvial
20	Carrizal - Len	INGEMMET	8115300	230800	Erosión de laderas

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

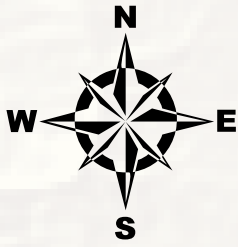
---

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

---

**ZONAS CRÍTICAS CUENCA DEL RIO TAMBO**

Departamento: AREQUIPA	Provincia: ISLAY	Distrito: COCACHACRA, DEAN VALDIVIA, PUNTA DE BOMBON
SIG: Ing.	Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.
I. Martínez	I. Martínez	C. Perleche F.
Aprobado: Ing.	Fecha: 1/100 000	MAPA: 05
W. Echevarría S.	Setiembre 2013	



**CUENCA DEL RÍO TAMBO**

**Sector Quelgua**

LEYENDA	
■	Centro poblado
○	Capital Distrital
—	Ríos principales
- - -	Ríos y quebradas
—	Vía asfaltada
▭	Cuenca Tambo
▭	Límite de Cuencas

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS CUENCA BAJA RIO TAMBO		
NUMERO	SECTOR	CLASIFICACION SUCS
1	COTAS	SP
2	LA CURVA	SP - SM
3	PUNTA DE BOMBON	SW
4	CERRO EL PINO	ML
5	COCACHACRA	SP - SM
6	CHUCARAPI	ML
7	SANTAROSA	SP - SM

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

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

**INVESTIGACIONES GEOTECNICAS  
CUENCA BAJA DEL RÍO TAMBO**

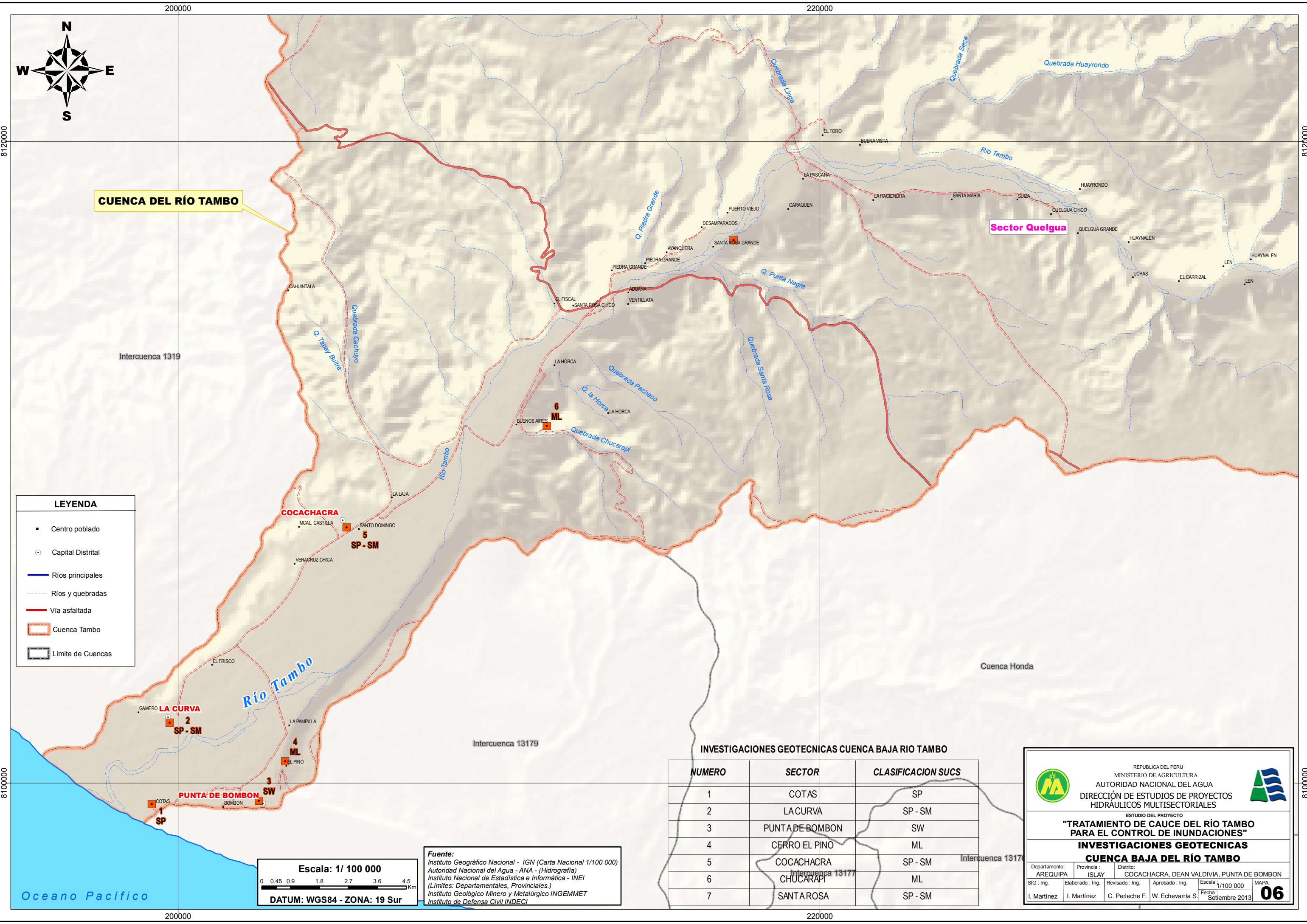
Departamento: AREQUIPA	Provincia: ISLAY	Distrito: COCACHACRA, DEAN VALDIVIA, PUNTA DE BOMBON
SIG : Ing.	Elaborado : Ing.	Revisado : Ing.
I. Martínez	I. Martínez	C. Perleche F.
Aprobado : Ing.		Fecha : Setiembre 2013
Escala : 1/100 000		MAPA: <b>06</b>

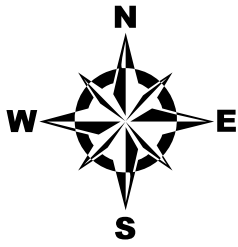
**Escala: 1/ 100 000**

0 0.45 0.9 1.8 2.7 3.6 4.5 Km

**DATUM: WGS84 - ZONA: 19 Sur**

**Fuente:**  
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)  
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)  
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI  
(Límites: Departamentales, Provinciales.)  
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET  
Instituto de Defensa Civil INDECI





**CUENCA DEL RÍO TAMBO**

LEYENDA	
■	Centro poblado
○	Capital Distrital
	Ríos principales
	Ríos y quebradas
	Vía asfaltada
	Cuenca Tambo
	Límite de Cuencas

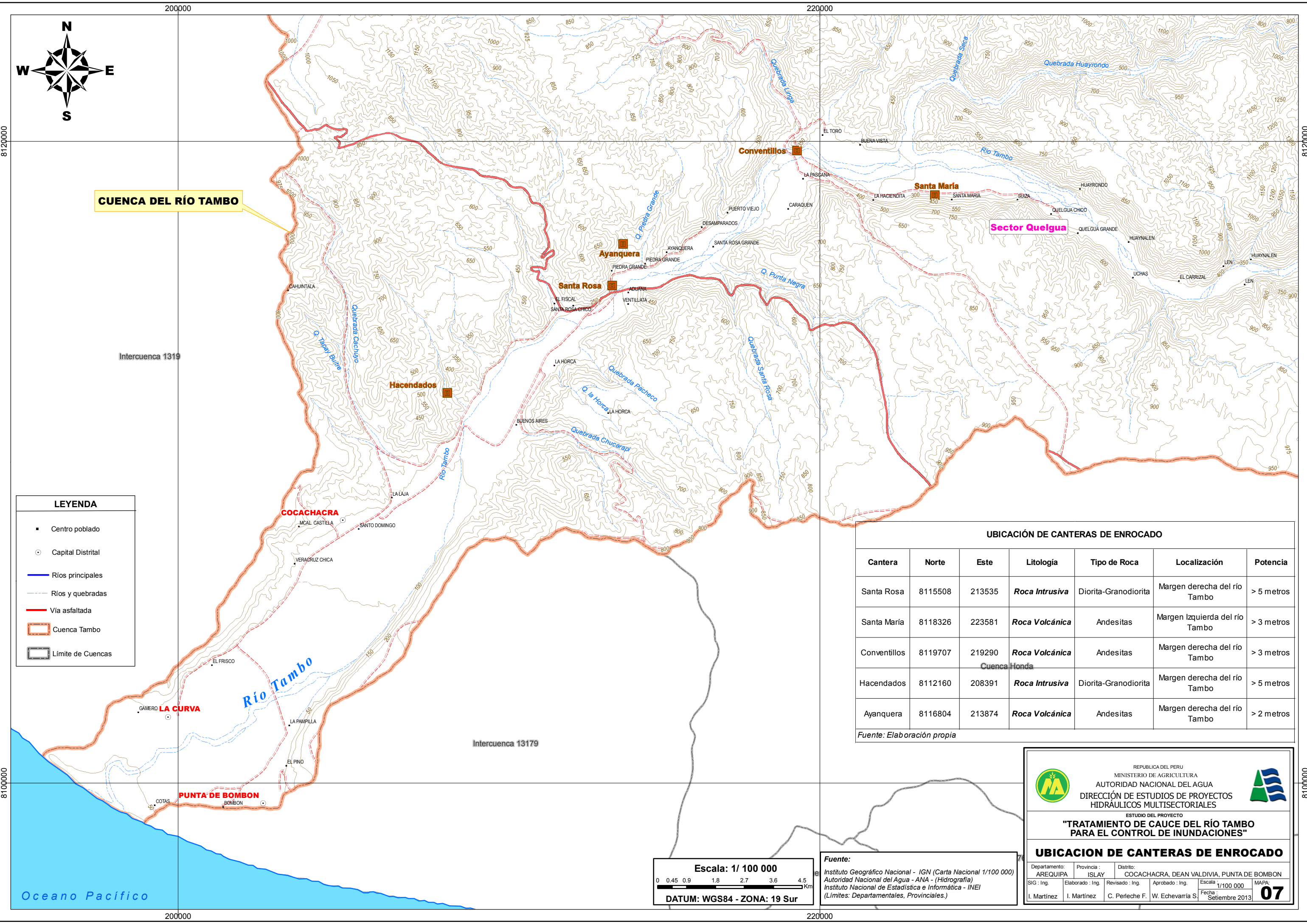
UBICACIÓN DE CANTERAS DE ENROCADO						
Cantera	Norte	Este	Litología	Tipo de Roca	Localización	Potencia
Santa Rosa	8115508	213535	<b>Roca Intrusiva</b>	Diorita-Granodiorita	Margen derecha del río Tambo	> 5 metros
Santa María	8118326	223581	<b>Roca Volcánica</b>	Andesitas	Margen izquierda del río Tambo	> 3 metros
Conventillos	8119707	219290	<b>Roca Volcánica</b>	Andesitas	Margen derecha del río Tambo	> 3 metros
Hacendados	8112160	208391	<b>Roca Intrusiva</b>	Diorita-Granodiorita	Margen derecha del río Tambo	> 5 metros
Ayanquera	8116804	213874	<b>Roca Volcánica</b>	Andesitas	Margen derecha del río Tambo	> 2 metros

Fuente: Elaboración propia

REPUBLICA DEL PERU  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA  
**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**  
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS  
 HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES  
 ESTUDIO DEL PROYECTO  
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO TAMBO  
 PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**  
**UBICACION DE CANTERAS DE ENROCADO**  
 Departamento: AREQUIPA Provincia: ISLAY Distrito: COCACHACRA, DEAN VALDIVIA, PUNTA DE BOMBON  
 SIG: Ing. Elaborado: Ing. Revisado: Ing. Aprobado: Ing. Escala: 1/100 000 MAPA: 07  
 I. Martínez I. Martínez C. Perleche F. W. Echevarría S. Fecha: Setiembre 2013

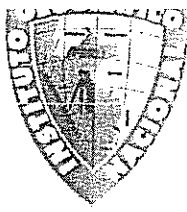
**Escala: 1/ 100 000**  
  
**DATUM: WGS84 - ZONA: 19 Sur**

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





**ANEXO D**  
**PUNTOS GEODESICOS**



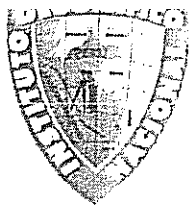
## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

## DIRECCIÓN DE GEODESIA

## DESCRIPCION MONOGRÁFICA

## PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

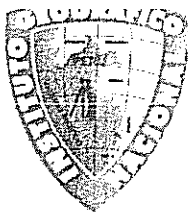
CODIGO: ABQ4		LOCALIDAD: ALTO BOQUERON		ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
UBICACIÓN: FRENTE WAWAWASI "ANGEL DE LA GUARDA"			CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 5 CM		
LATITUD ( S ) WGS-84 17°08'12.808250"			LONGITUD ( O ) WGS-84 71°50'11.574350"		
NORTE ( Y ) WGS-84 8103098.622493 m			ESTE ( X ) WGS-84 198186.080739 m		
ALTURA ELIPSOIDAL 66.8336 m		ELEVACIÓN GEOIDAL 36.3286 m		ZONA UTM 19 SUR	
				ORDEN B	
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: DEAN VALDIVIA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA					
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "ABQ4" se encuentra ubicada al frente del Wawawasi "Angel de la Guarda", a espaldas de la tribuna de la losa deportiva en la localidad de Alto Boqueron.					
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-ABQ4-B-2009".					
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.					
DESCRITA POR:		REVISADO:		JEFE PROYECTO:	
FECHA:					
Vera / Ceopa		TC. Ing. M. Delgado M.		Cap. Ing. O. Segura M.	
				Mayo 2009	



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

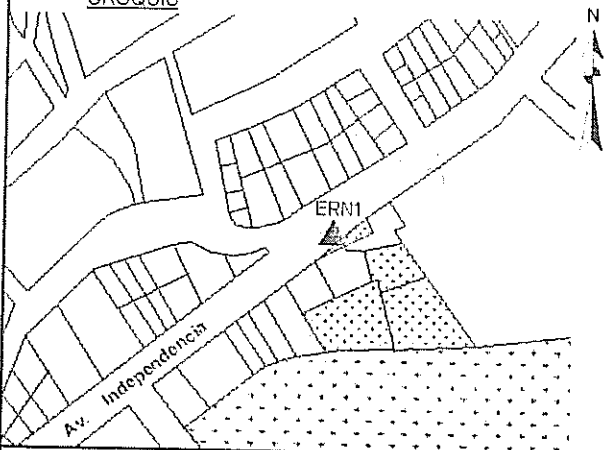

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

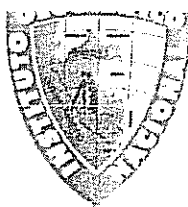
<b>CODIGO:</b> BBQ3	<b>LOCALIDAD:</b> BAJO BOQUERON	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> PLAZA DE ARMAS BAJO BOQUERON		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 17°08'32.442900"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 71°50'29.667290"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 8102486.817209 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 197659.796852 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 38.6933 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 8.1323 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<b>CROQUIS</b> 			
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: DEAN VALDIVIA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "BBQ3", se encuentra ubicada en la Plaza de Armas de Bajo Boqueron, frente a la Institución Educativa Jose Olaya N° 40503.			
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - BBQ3 - B - 2009".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.			
<b>DESCRITA POR:</b> Olivera / Enciso	<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	<b>FECHA:</b> Mayo 2009



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE GEODESIA  
DESCRIPCION MONOGRÁFICA

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> ERN1	<b>LOCALIDAD:</b> EL ARENAL	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> AV. INDEPENDENCIA (CUADRA 2)		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 17°07'28.710340"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 71°48'00.545570"	
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 8104511.291431 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 202041.817815 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 61.4461 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 31.1831 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<b>CROQUIS</b> 			
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: DEAN VALDIVIA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación se encuentra ubicada en la Av. Independencia (cuadra 02), en el jardín interior de la berma que se encuentra al costado del canal de riego de la misma avenida, frente al lote N° 205-209.			
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-ERN1-B-2009".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.			
<b>DESCRITA POR:</b> Vera / Ceopa	<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	<b>FECHA:</b> Mayo 2009

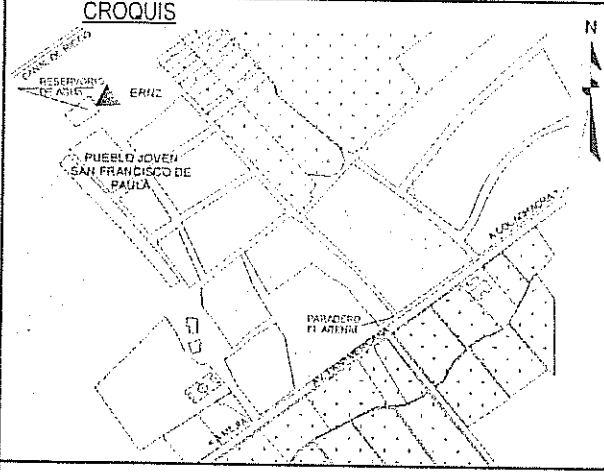
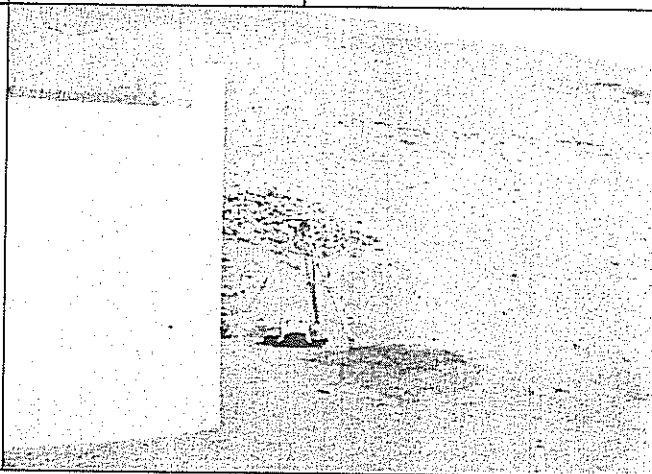


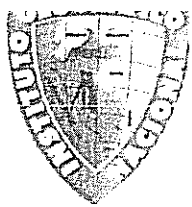
## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

## DIRECCIÓN DE GEODESIA

## DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

## PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

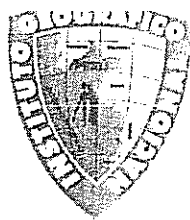
CODIGO: ERN2		LOCALIDAD: EL ARENAL		ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
UBICACIÓN: RESERVOIRIO DE AGUA SAN FRANCISCO DE PAULA			CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 5 CM		
LATITUD ( S ) WGS-84 17°07'28.660520"			LONGITUD ( O ) WGS-84 71°48'19.136110"		
NORTE ( Y ) WGS-84 8104504.904158 m			ESTE ( X ) WGS-84 201491.929413 m		
ALTURA ELIPSOIDAL 111.5917 m		ELEVACIÓN GEOIDAL 81.3047 m		ZONA UTM 19 SUR	
				ORDEN B	
CROQUIS 					
LOCALIZACIÓN: Distrito: DEAN VALDIVIA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA					
DESCRIPCIÓN: La Estación "ERN2", se encuentra ubicada al lado derecho del reservorio de agua potable situada en el Pueblo Joven San Francisco de Paula del Arenal.					
MARCA DE LA ESTACION: Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - ERN2 - B - 2009".					
REFERENCIA: Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.					
DESCRITA POR: Olivera / Enciso		REVISADO: TC. Ing. M. Delgado M.		JEFE PROYECTO: Cap. Ing. O. Segura M.	
				FECHA: Mayo 2009	



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

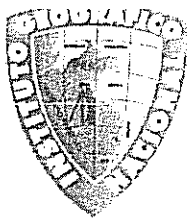
<b>CODIGO:</b> LCU1	<b>LOCALIDAD:</b> LA CURVA	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> FRENTE A LA COMISARIA LA CURVA - I.E.I. DIVINO SALVADOR		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 17°08'38.057630"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 71°49'17.314290"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 8102345.305215 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 199802.153424 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 45.1081 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 14.6581 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<b>CROQUIS</b> 			
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: DEAN VALDIVIA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "LCU1", se encuentra ubicada en el jardín de la berma central de la Av. Dean Valdivia, frente a la Comisaria La Curva y la Institución Educativa Inicial Divino Salvador.			
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - LCU1 - B - 2009".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.			
<b>DESCRITA POR:</b> Olivera / Enciso	<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	<b>FECHA:</b> Mayo 2009



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> LCU2		<b>LOCALIDAD:</b> LA CURVA		<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> SUR OESTE DEL CEMENTERIO LA CURVA			<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM		
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 17°08'30.906300"			<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 71°49'30.742410"		
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 8102559.514017 m			<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 199401.823570 m		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 94.4052 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 63.9412 m		<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B	
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: DEAN VALDIVIA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA					
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "LUC2" se encuentra ubicada al Suroeste del Cementerio de la localidad de La Curva, al costado del último peldaño de la escalera que conduce al cementerio.					
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-LUC2-B-2009".					
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.					
<b>DESCRITA POR:</b> Vera / Ceopa		<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.		<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	
				<b>FECHA:</b> Mayo 2009	

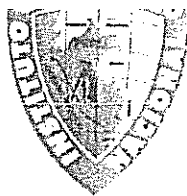


**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> PDB4		<b>LOCALIDAD:</b> LA PAMPILLA		<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> CALLE PERU (MZA. "A")			<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM		
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 17°08'55.904390"			<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 71°47'06.194060"		
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 8101852.317142 m			<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 203687.822705 m		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 56.1590 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 25.9000 m		<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B	
<p><b>CROQUIS</b></p>					
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: DEAN VALDIVIA          Provincia: ISLAY          Departamento: AREQUIPA</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación se encuentra ubicada en la calle Perú, al costado del canal de regadío y al frente de la manzana "A" de la localidad de La Pampilla.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACION:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-PDB4-B-2009".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.</p>					
<b>DESCRITA POR:</b> Vera / Ceopa		<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.		<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	
				<b>FECHA:</b> Mayo 2009	





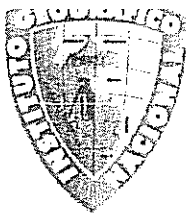
## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

DIRECCIÓN DE GEODESIA

## DESCRIPCION MONOGRÁFICA

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

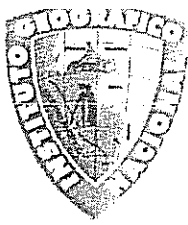
CODIGO: PDB1		LOCALIDAD: LA PUNTA		ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
UBICACIÓN: PLAZA DE ARMAS DE LA PUNTA			CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 5 CM		
LATITUD ( S ) WGS-84 17°10'19.358590"			LONGITUD ( O ) WGS-84 71°47'25.369580"		
NORTE ( Y ) WGS-84 8099277.117783 m			ESTE ( X ) WGS-84 203157.660611 m		
ALTURA ELIPSOIDAL 42.6461 m		ELEVACIÓN GEOIDAL 12.2991 m		ZONA UTM 19 SUR	
				ORDEN B	
<p><u>CROQUIS</u></p>					
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: PUNTA DE BOMBON Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA					
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "PDB1", se encuentra ubicada en el jardín lateral a la calle Espinar en la Plaza de Armas 28 de Julio de La Punta, en Punta de Bombon.					
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - PDB1 - B - 2009".					
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.					
DESCRITA POR:		REVISADO:		JEFE PROYECTO:	
Olivera / Enciso		TC. Ing. M. Delgado M.		Cap. Ing. O. Segura M.	
				FECHA:	
				Mayo 2009	



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

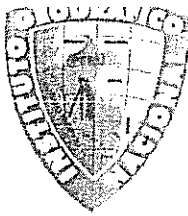
<b>CODIGO:</b> PDB2	<b>LOCALIDAD:</b> PUNTA BOMBON	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> MIRADOR "CRISTO BLANCO"		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 17°10'06.218130"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 71°47'16.824130"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 8099684.960176 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 203404.530968 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 118.4505 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 88.1275 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: PUNTA DE BOMBON Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación se encuentra ubicada en el Mirador "Cristo Blanco" de la localidad de Punta Bombon.			
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-PDB2-B-2009".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.			
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Vera / Ceopa	TC. Ing. M. Delgado M.	Cap. Ing. O. Segura M.	Mayo 2009



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

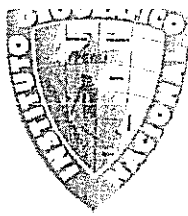
<b>CODIGO:</b> PDB3	<b>LOCALIDAD:</b> LA PAMPILLA	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> PLAZA DE ARMAS DE LA PAMPILLA		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 17°09'02.293730"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 71°47'11.048430"	
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 8101653.724135 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 203547.087924 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 54.3422 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 24.0712 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<p><b>CROQUIS</b></p>			
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: PUNTA DE BOMBON          Provincia: ISLAY          Departamento: AREQUIPA</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "PDB3", se encuentra ubicada en el jardín de la Plaza de Armas de La Pampilla en el Distrito de Punta de Bombon.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACION:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - PDB3 - B - 2009".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.</p>			
<b>DESCRITA POR:</b> Olivera / Enciso	<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	<b>FECHA:</b> Mayo 2009



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

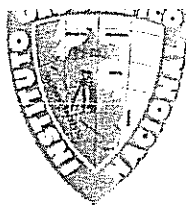
<b>CODIGO:</b> PDB5	<b>LOCALIDAD:</b> PUNTA BOMBON	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> FRENTE CAMPO FERIAL		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 17°09'54.976460"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 71°47'57.543230"	
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 8100013.413709 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 202195.462419 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 45.0272 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 14.6392 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<b>LOCALIZACIÓN:</b>			
Distrito:		PUNTA DE BOMBON	
Provincia:		ISLAY	
Departamento:		AREQUIPA	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>			
La Estación "PDB5" se encuentra ubicada frente al Campo Ferial, en el jardín interior de la berma de la Avenida Arequipa (cdra. 4) y a 10 metros del grifo Pecsca.			
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b>			
Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-PDB5-B-2009".			
<b>REFERENCIA:</b>			
Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.			
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Vera / Ceopa	TC. Ing. M. Delgado M.	Cap. Ing. O. Segura M.	Mayo 2009



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

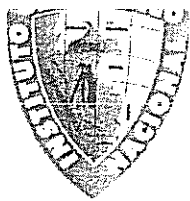
<b>CODIGO:</b> PDB6	<b>LOCALIDAD:</b> BOMBON	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> PLAZA DE ARMAS DE BOMBON		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 17°10'14.675360"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 71°48'23.423750"	
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 8099396.401331 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 201438.923045 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 40.8035 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 10.3515 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<p><b>CROQUIS</b></p>			
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: PUNTA DE BOMBON          Provincia: ISLAY          Departamento: AREQUIPA</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "PDB6", se encuentra ubicada en el jardín lateral de la calle San Martín de la Plaza de Armas de Bombon en Punta de Bombon.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACION:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - PDB6 - B - 2009".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.</p>			
<b>DESCRITA POR:</b> Olivera / Enciso	<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	<b>FECHA:</b> Mayo 2009



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> COC3	<b>LOCALIDAD:</b> COCACHACRA	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> ESTADIO MUNICIPAL BENIGNO PEREZ MALAGA		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 17°05'25.917220"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 71°45'54.574440"	
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 8108341.646021 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 205713.989541 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 109.5309 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 79.4789 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<p><b>CROQUIS</b></p>			
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: COCACHACRA          Provincia: ISLAY          Departamento: AREQUIPA</p>			
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "COC3", se encuentra ubicada en el area de parqueo del estadio municipal, al lado de la calle Arequipa, aproximadamente a 8 m del primer poste de alumbrado público de dicha calle.</p>			
<p><b>MARCA DE LA ESTACION:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de forma irregular al ras del suelo.</p>			
<p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.</p>			
<b>DESCRITA POR:</b> Olivera / Enciso	<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	<b>FECHA:</b> Mayo 2009



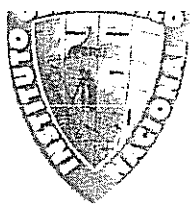
## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

DIRECCIÓN DE GEODESIA

## DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

CODIGO: COC4		LOCALIDAD: COCACHACRA		ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
UBICACIÓN: CAPILLA COCACHACRA			CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 5 CM		
LATITUD ( S ) WGS-84 17°05'08.430180"			LONGITUD ( O ) WGS-84 71°46'01.200200"		
NORTE ( Y ) WGS-84 8108876.750770 m			ESTE ( X ) WGS-84 205510.345904 m		
ALTURA ELIPSOIDAL 161.7733 m		ELEVACIÓN GEOIDAL 131.7273 m		ZONA UTM 19 SUR	
				ORDEN B	
<p><u>CROQUIS</u></p>					
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: COCACHACRA          Provincia: ISLAY          Departamento: AREQUIPA</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación se encuentra ubicada frente a la capilla Cocachara, al norte del cementerio de la localidad.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACION:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-COC4-B-2009".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.</p>					
DESCRITA POR:		REVISADO:		JEFE PROYECTO:	
Vera / Ceopa		TC. Ing. M. Delgado M.		Cap. Ing. O. Segura M.	
				FECHA:	
				Mayo 2009	

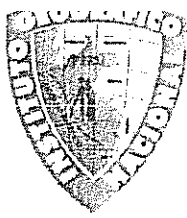


**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> COC5	<b>LOCALIDAD:</b> CHUCARAPI	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> ESQUINA I.E. N° 41513		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 17°04'12.077260"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 71°43'23.682560"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 8110675.717742 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 210145.879089 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 133.1605 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 103.1565 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<p><b>CROQUIS</b></p>			
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: COCACHACRA          Provincia: ISLAY          Departamento: AREQUIPA</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "COC5" se encuentra ubicada en la esquina del jardín exterior del I.E. N° 41513, frente a la Mz. "D" de la localidad de Chucarapi.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACION:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-COC5-B-2009".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.</p>			
<b>DESCRITA POR:</b> Vera / Ceopa	<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	<b>FECHA:</b> Mayo 2009

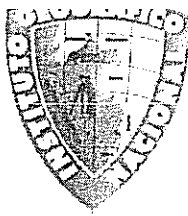




**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

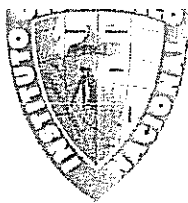
<b>CODIGO:</b> COC6	<b>LOCALIDAD:</b> CHUCARAPI	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> ASOC. VIV. "BUENOS AIRES"- RESERVORIO DE AGUA		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 17°03'55.520270"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 71°42'59.016770"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 8111195.160445 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 210868.517940 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 192.2864 m	<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 162.2784 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<p><b>CROQUIS</b></p> <p>RESERVORIO DE AGUA AVIS BUENOS AIRES TROCHA CARROZABLE COC6</p>			
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: COCACHACRA          Provincia: ISLAY          Departamento: AREQUIPA</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "COC6", se encuentra ubicada en el camino de herradura, aproximadamente a 50 m del reservorio de agua potable de la Asociación de Vivienda de Interés Social AVIS Buenos Aires de Chucarapi.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACION:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - COC6 - B - 2009".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.</p>			
<b>DESCRITA POR:</b> Olivera / Enciso	<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	<b>FECHA:</b> Mayo 2009



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

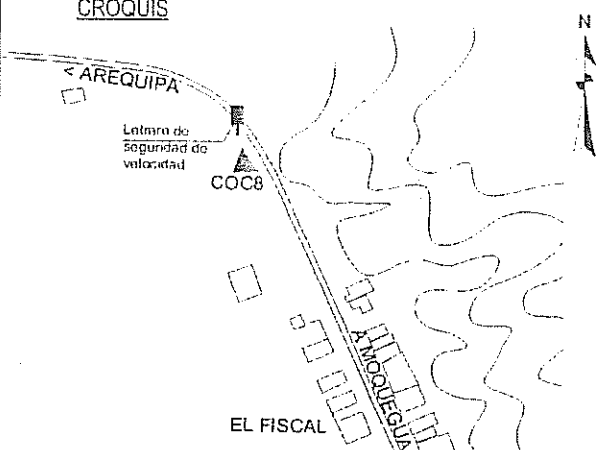
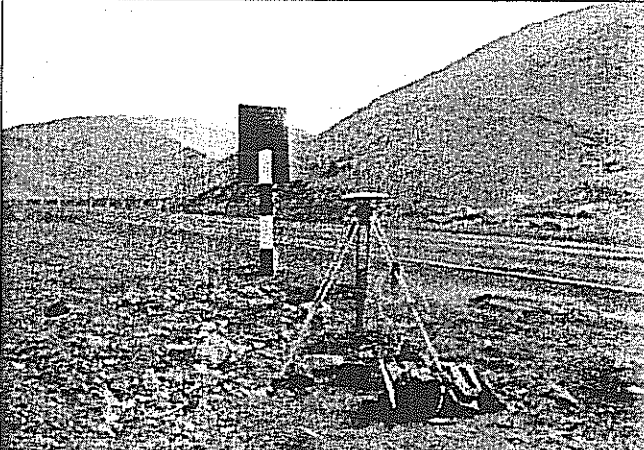
PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> COC7		<b>LOCALIDAD:</b> FISCAL		<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> ESQUINA I.E. N° 40518			<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM		
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 17°01'52.887120"			<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 71°42'24.590080"		
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 8114981.261166 m			<b>ESTE (X) WGS-84</b> 211834.736801 m		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 210.9463 m		<b>ELEVACIÓN GEOIDAL</b> 180.9323 m		<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> B
<b>CROQUIS</b> 					
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: COCACHACRA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA					
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación se encuentra ubicada en la esquina y frontis de la I.E. N° 40518 de la localidad Fiscal.					
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN-PCDPI-COC7-B-2009".					
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 35-s Punta del Bombón.					
<b>DESCRITA POR:</b> Vera / Ceopa		<b>REVISADO:</b> TC. Ing. M. Delgado M.		<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. O. Segura M.	
				<b>FECHA:</b> Mayo 2009	



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE GEODESIA  
DESCRIPCION MONOGRÁFICA

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

CODIGO: COC8	LOCALIDAD: EL FISCAL	ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
UBICACIÓN: AL NORTE DEL CENTRO POBLADO EL FISCAL		CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 5 CM	
LATITUD ( S ) WGS-84 17°01'35.118470"		LONGITUD ( O ) WGS-84 71°42'33.525370"	
NORTE ( Y ) WGS-84 8115524.121021 m		ESTE ( X ) WGS-84 211562.768424 m	
ALTURA ELIPSOIDAL 247.4510 m	ELEVACIÓN GEOIDAL 217.4440 m	ZONA UTM 19 SUR	ORDEN B
<b>CROQUIS</b> 			
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: COCACHACRA Provincia: ISLAY Departamento: AREQUIPA			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "COC8", se encuentra ubicada aproximadamente a 100 m al Norte del C.P. El Fiscal, en la margen izquierda de la carretera con dirección a Arequipa, 5 m antes del letrero de seguridad de velocidad.			
<b>MARCA DE LA ESTACION:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de largo, 20 cm de ancho, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - COC8 - B - 2009".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional escala 1/100 000, hoja 35-s Punta de Bombon.			
DESCRITA POR: Olivera / Enciso	REVISADO: TC. Ing. M. Delgado M.	JEFE PROYECTO: Cap. Ing. O. Segura M.	FECHA: Mayo 2009

**ANEXO E**  
**ALBUM FOTOGRAFICO**

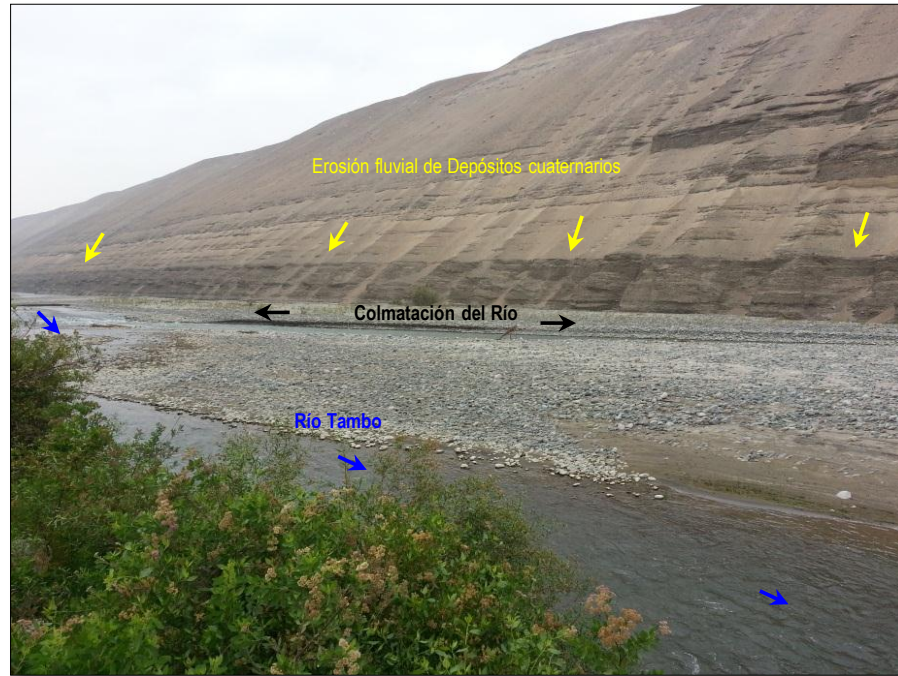


Foto N° 01: Sector El Tuco, se observan en la margen izquierda conglomerados volcánicos con intercalaciones de areniscas, materiales fácilmente erosionables lo que da lugar a la intensa colmatación del río Tambo.

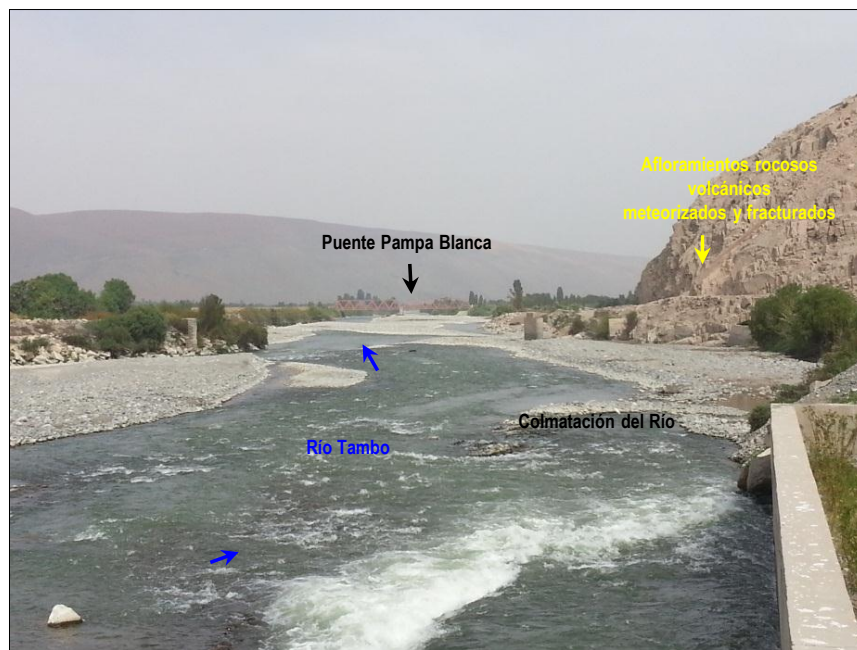


Foto N° 02: Sector Puente Pampa Blanca, hacia la margen derecha presencia de rocas de naturaleza intrusiva con alto grado de meteorización y fracturamiento.

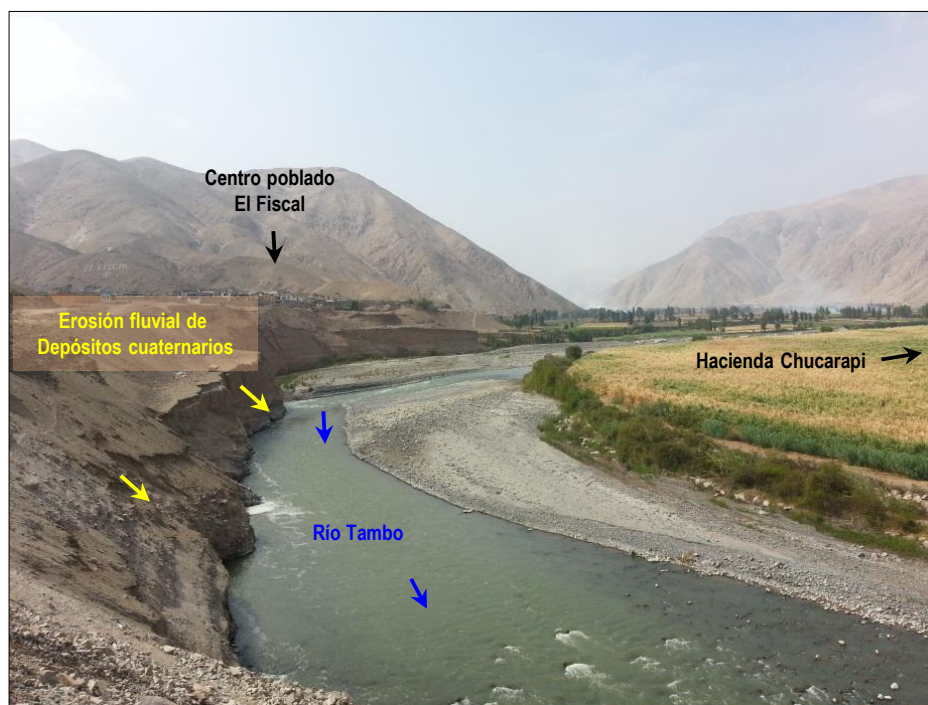


Foto N° 03: Sector Chucarapi donde se observa en la margen derecha la intensa erosión fluvial a depósitos cuaternarios.

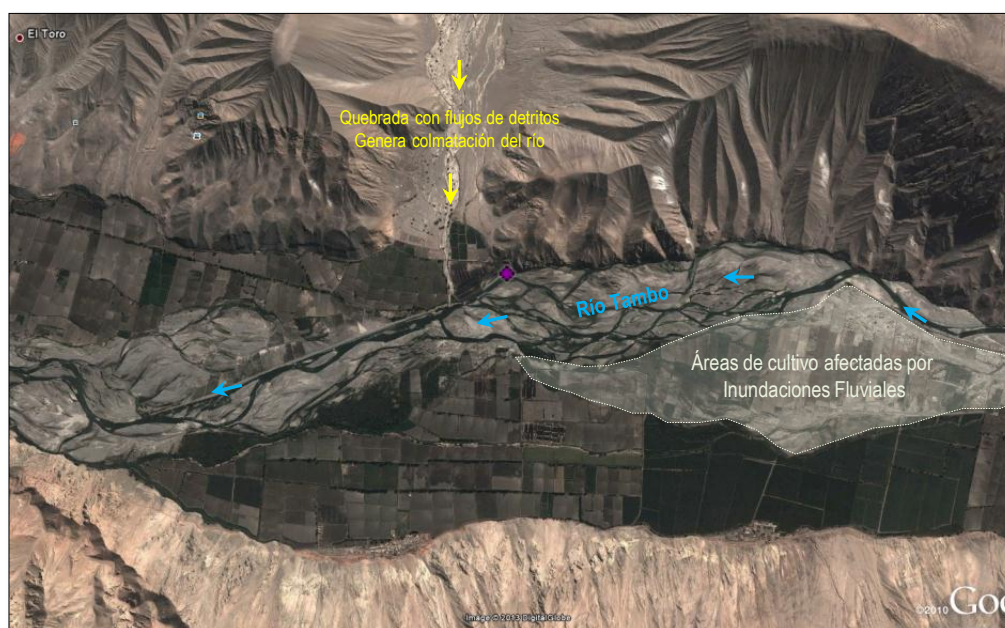


Foto N° 04: Sector Buena Vista El Toro, se observan áreas de cultivos afectadas por inundaciones fluviales (margen izquierda) y flujos de detritos que colmatan el cauce del río Tambo (margen izquierda).



Foto N° 05: Sector Checa, hacia la margen derecha se observan afloramientos rocosos afectados por erosión fluvial.



Foto N° 06: Sector Bocatoma Checa, se observan áreas de cultivos afectadas por inundaciones fluviales en la margen izquierda del río Tambo.

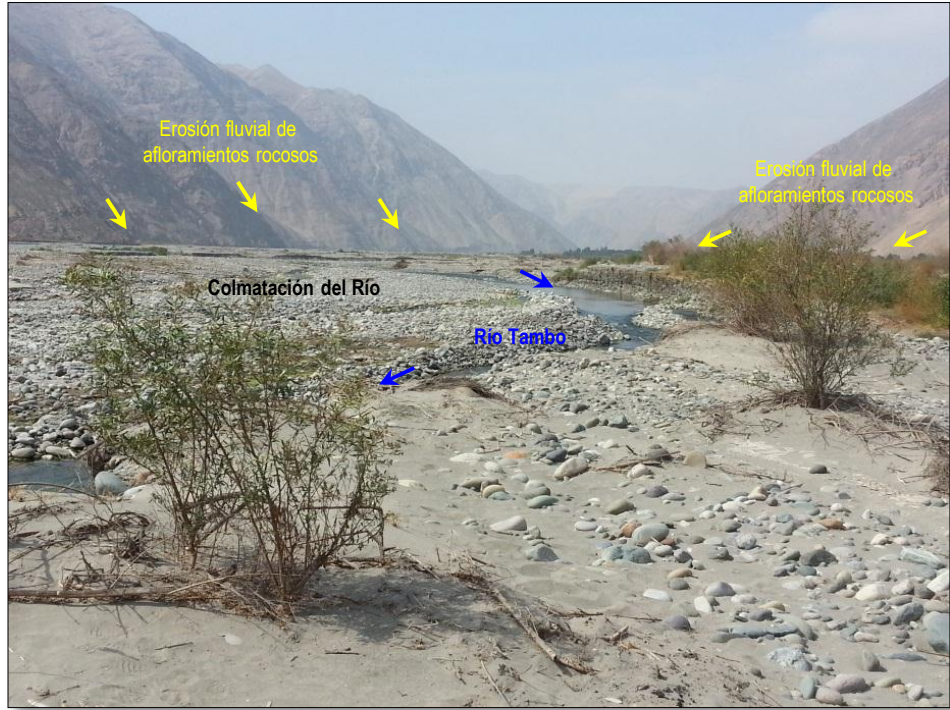


Foto N° 07: Sector Quelgua, se puede observar que ambas márgenes presentan procesos de erosión fluvial y la consecuente colmatación del río Tambo.



Foto N° 08: Afloramientos rocosos de naturaleza intrusiva de color gris claro y textura granular corresponden a la Cantera Santa Rosa.





Foto N° 09: Cantera Santa María, se observan rocas tipo andesitas poco alteradas y muy fracturadas.



Foto N° 10: Afloramiento rocoso muy alterado correspondiente a la Cantera Conventillos.



Foto N° 11: Cantera Hacendados, constituida por rocas intrusivas tipo dioritas y granodioritas.



Foto N° 12: Cantera Ayanqueros, constituida por rocas tipo andesitas la potencia de explotación supera los 2 metros.