

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN
PARA DEFENSA RIBEREÑA ANTE EL LATENTE FENÓMENO NATURAL DE
EL NIÑO, DEL RIO ALTO CHICAMA TRAMO EL MOLINO DISTRITO DE
CASCAS PROVINCIA DE GRAN CHIMÚ – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”**

TESIS

**Para Optar el Título Profesional de INGENIERO CIVIL
ÁREA DE INVESTIGACIÓN: GEOTECNIA**

AUTORES: Br. MUÑOZ AGUILERA GIANCARLO JUNIOR
Br. TORRES ABANTO LUIS ALEJANDRO

ASESOR: Ms. LUJAN SILVA ENRIQUE FRANCISCO

TRUJILLO - PERÚ

2016

“ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN PARA DEFENSA RIBEREÑA ANTE EL LATENTE FENÓMENO NATURAL DE EL NIÑO, EN EL RIO ALTO CHICAMA TRAMO EL MOLINO DISTRITO DE CASCAS PROVINCIA DE GRAN CHIMÚ – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”

Presentada por:

Br: MUÑOZ AGUILERA GIANCARLO JUNIOR

Br: TORRES ABANTO LUIS ALEJANDRO

Aprobado por el jurado:

Ing. José Sebastian Huertas Polo
PRESIDENTE

Ing. Ricardo Andrés Narvaez Aranda
SECRETARIO

Ing. Juan Pablo García Rivera
VOCAL

Ms. Lujan Silva Enrique Francisco
ASESOR

DEDICATORIA

La presente Tesis la dedico a mis Padres y Abuelita: Nelson Torres Rodríguez María Abanto Medina Rogelia Rodríguez Razuri Personas que me criaron con responsabilidad, humildad y sencillez y que mediante su perseverancia han hecho de mí una persona con claros objetivos.

La presente tesis la dedico a mis queridos Padres: Marisela Aguilera Rodríguez, Carlos Manuel Muñoz Moreno Quienes fueron los que me inculcaron humildad, sencillez, modestia y que mediante su perseverancia y firmeza han hecho de mí una persona con metas Propias, no dejo de recordar a mi abuelito, el Sr Pedro Aguilera Pesantes quien me Enseño que no existen obstáculos en la vida Cuando la fe y las ganas de surgir, sobran.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a todos los Docentes de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, y en especial a mí Asesor de Tesis Ms. Lujan Silva Enrique Francisco, quien con mucha tolerancia en todo momento, estuvo predispuesto para el apoyo en el asesoramiento de nuestra tesis.

Así mismo debemos agradecer al Ingeniero Carlos Borja Alcántara, por su apoyo valioso y consistente en la ayuda para realizar los trabajos de topografía, gestión de proyectos especializados en defensa ribereña y control de causes.

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de aplicación titulado “ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN PARA DEFENSA RIBEREÑA ANTE EL LATENTE FENÓMENO NATURAL DE EL NIÑO, EN EL RIO ALTO CHICAMA TRAMO EL MOLINO DISTRITO DE CASCAS PROVINCIA DE GRAN CHIMÚ – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”, con el Propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

RESUMEN

El propósito de la presente tesis surge con el objetivo de dar seguridad y protección a las áreas de cultivo a lo largo de la margen derecha del río alto CHICAMA, así como para proteger la carretera que discurre por la margen derecha, frente a las cada vez más frecuentes avenidas del río.

La infraestructura vial, tiene un recorrido paralelo al cauce del Río CHICAMA, la misma que se encuentra expuesta ante los efectos erosivos, por el incremento del caudal del Río Alto CHICAMA a causa de posibles fenómenos del niño, debido a ello la infraestructura colapsaría trayendo como consecuencia la interrupción del tráfico vehicular, tanto de pasajeros como de carga con el consecuente aislamiento de la población por lo que ocasionaría cuantiosas pérdidas en la actividad económica, la propiedad, pérdidas de cultivos y grandes riesgos de pérdidas de vidas humanas .

Por tal motivo se pretende dar una propuesta con el diseño de defensa ribereña del río Alto CHICAMA en el tramo el Molino - 9 de Octubre, de acuerdo a los estudios básicos de ingeniería que se deben realizar y las metodologías existentes para estos diseños aplicando el programa RIVER en base a los conocimientos adquiridos en la universidad.

ABSTRACT

The development of this thesis created with the objective of providing security and protection to the crop areas located along the left bank of the river CHICAMA, and to protect the road that runs along the left bank, opposite the increasingly more frequent floods of the river.

The road infrastructure has a path parallel to Runway CHICAMA River, the same that is exposed to the erosive effects, by increasing the flow of CHICAMA River, because of this infrastructure collapse consequently resulting in the disruption of vehicular traffic, both passengers and cargo with the consequent isolation of the population which would cause significant losses in economic activity, ownership and risk of large losses of human lives.

Therefore it is intended to design a proposal riparian CHICAMA river defense in brown tip, tram the Molino according to basic engineering studies to be performed and the existing methodologies for applying these designs stretch the RIVER program based on the knowledge gained in the university.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
PAGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE CUADROS.....	xii
1. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO.....	14
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	15
1.2. MOTIVOS QUE GENERARON LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	16
1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA SITUACIÓN NEGATIVA QUE SE INTENTA MODIFICAR.....	19
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.5. OBJETIVOS.....	20
1.5.1. GENERAL.....	20
1.5.2. ESPECÍFICOS.....	20
1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. UBICACIÓN POLÍTICA.....	23
2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	23
2.3. LIMITES.....	24
2.4. VÍAS DE ACCESO Y COMUNICACIÓN.....	25
2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS.....	26
2.5.1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL.....	26
2.5.2. TEMPERATURA.....	27
2.5.3. HUMEDAD RELATIVA.....	29
2.5.4. EVAPORACIÓN.....	30
2.5.5. HORAS DE SOL.....	31
2.5.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA.....	32
2.5.7. NUBOSIDAD.....	33
2.5.8. VIENTOS.....	34

2.6.	BENEFICIARIOS.....	34
2.7.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
2.7.1.	RÍO.....	35
2.7.2.	CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS DEL RIO CHICAMA.....	36
2.7.2.1.	CARTOGRAFÍA REGIONAL	37
2.7.2.2.	LITOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA	38
2.7.2.3.	GEOLOGÍA DEL EJE DE DEFENSA.....	40
2.7.3.	CUENCAS HIDROGRÁFICAS	42
2.7.3.1.	ELEMENTOS DE LA CUENCA	42
2.7.3.2.	PARTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA	43
2.7.3.3.	TIPOS DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	43
2.7.4.	INUNDACIÓN.....	44
2.7.4.1.	CAUSAS DE LAS INUNDACIONES.....	44
2.7.4.2.	TIPOS DE INUNDACIONES	46
2.7.5.	DEFENSAS RIBEREÑAS	48
2.7.5.1.	CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE DEFENSA.....	52
A.	OBRAS DE TIPO RÍGIDO	52
a.	PANTALLA DE ARMADO CONCRETO.....	52
b.	DIQUE	58
2.7.5.2.	DISTANCIA QUE SE DEBEN COLOCAR LAS PROTECCIONES.....	60
2.7.5.3.	MATERIALES A UTILIZAR PARA LAS DEFENSAS RIBEREÑAS.....	61
2.8.	PROGRAMA RIVER.....	62
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	64
3.1.	ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA.....	65
3.1.1.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	65
3.1.2.	RECONOCIMIENTO Y PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO	65
3.1.3.	METODOLOGÍA DE TRABAJO EN GABINETE.....	66
3.1.4.	TRABAJOS TOPOGRÁFICOS REALIZADOS	67
3.1.5.	METODOLOGÍA Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ETAPA DE CAMPO	68
3.1.6.	EQUIPO TÉCNICO Y PERSONAL EMPLEADO	69
3.1.7.	MAQUINARIAS Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	69
3.1.8.	METODOLOGÍA Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ETAPA DE GABINETE	70
3.2.	ESTUDIO DE SUELOS.....	71
3.2.1.	NIVEL FREÁTICO.....	73
3.2.2.	INVESTIGACIONES DE LABORATORIO	73
3.2.3.	ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO	74

3.2.4.	CAPACIDAD DE CARGA FINAL	78
3.3.	ESTUDIO DE CANTERAS.....	80
3.3.1.	ESTUDIO DE CANTERAS PARA EL CUERPO DE DIQUE	80
3.3.2.	CANTERA PROPUESTA.....	80
3.3.3.	DESCRIPCIÓN Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL.....	81
3.3.4.	UBICACIÓN	81
3.3.5.	ACCESO.....	82
3.3.6.	DISPONIBILIDAD.....	82
3.3.7.	CANTERAS – ROCA PARA ENROCADO	82
3.3.8.	DESCRIPCIÓN Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL.....	83
3.3.9.	UBICACIÓN	83
3.3.10.	ACCESO	84
3.3.11.	DISPONIBILIDAD	84
3.3.12.	MUESTREO DE CAMPO.....	85
3.4.	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	86
3.4.1.	INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y GEOGRÁFICA.....	86
3.4.2.	REGISTROS HIDROMÉTRICOS.....	87
3.5.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS APLICANDO EL PROGRAMA RIVER.....	92
3.5.1.	DATOS A UTILIZAR.....	93
3.5.2.	CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO	94
3.5.3.	CÁLCULO DE DEFENSAS ENROCADAS.....	99
3.6.	ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL.....	106
3.6.1.	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS.....	106
3.6.2.	FACTORES AMBIENTALES.....	106
3.6.3.	IMPACTOS SOBRE EL SUELO Y LECHO DE RÍO (FÍSICO-QUÍMICAS). 108	
3.6.4.	IMPACTOS EN EL AGUA	110
3.6.5.	IMPACTOS EN EL AIRE	111
3.6.6.	IMPACTOS EN LOS FACTORES BIOLÓGICOS QUE AFECTEN A LA POBLACIÓN.....	112
3.6.7.	IMPACTOS EN FACTORES SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES.....	113
3.6.8.	IMPACTOS EN FACTORES ECOLÓGICOS EN LA POBLACIÓN.....	115
4.	RESULTADOS.....	116
4.1.	RESULTADOS TOPOGRÁFICOS.....	117
4.2.	RESULTADOS DE ESTUDIOS DE SUELOS	117
4.2.1.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN LABORATORIO....	117
4.3.	RESULTADOS DE ESTUDIOS DE CANTERAS.....	118
4.4.	RESULTADOS DE ESTUDIO HIDROLÓGICO	119

4.5.	RESULTADOS DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS UTILIZANDO EL PROGRAMA RIVER.....	119
4.6.	RESULTADOS DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	120
5.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	122
5.1.	TOPOGRÁFICAS.....	123
5.2.	SUELOS Y CANTERAS.....	123
5.3.	HIDROLÓGICAS.....	124
5.4.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	124
5.5.	AMBIENTALES.....	124
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
7.	ANEXOS.....	128
7.1.	PANEL FOTOGRÁFICO.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1. UBICACIÓN A NIVEL NACIONAL.....	24
FIGURA 1-2. UBICACIÓN A NIVEL DEPARTAMENTAL.....	24
FIGURA 1-3. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	25
FIGURA 2-1. MUROS DE PANTALLA.....	53
FIGURA 2-2. PERFIL TIPO U.....	55
FIGURA 2-3. SECCIÓN TRANSVERSAL Y FRONTAL DE UNA PANTALLA.....	58
FIGURA 2-4. PANTALLA PRINCIPAL DE PROGRAMA RIVER.....	62
FIGURA 3-1. DIAGRAMA DE CARGA DE DIQUE.....	76
FIGURA 3-2. LECHO DE RIO.....	82
FIGURA 3-3. CANTERA PARA ENROCADO DE PROTECCIÓN.....	84
FIGURA 3-4. QUEBRADA EL ABIGEO.....	85
FIGURA 3-5. DIQUE EXISTENTE DE MATERIAL HOMOGÉNEO.....	86
FIGURA 3-6. FOTO DE ESTACIÓN SALINAR.....	88
FIGURA 3-7. FOTO DE ESTACIÓN EL TAMBO.....	88
FIGURA 3-8. PERFIL DE CAUCE DEL RIO CHICAMA.....	90
FIGURA 3-9. CUENCA DEL RIO CHICAMA.....	90

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO II-1. DESCRIPCIÓN RECORRIDO HACIA ÁREA DE PROYECTO.....	26
CUADRO III-1. DESCRIPCIÓN DE CALICATAS.....	72
CUADRO III-2. INFLUENCIA DE ANGULO Y GRANULOMETRÍA.....	77
CUADRO III-3. CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DE LA CUENCA.....	91
CUADRO III-4. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS DE ESTUDIOS DE SUELO.....	118
CUADRO III-5: MATRIZ DE LEOPOL IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	121



CAPITULO I:

INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO



1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Como todos los ríos de la costa peruana, el Rio CHICAMA transporta una gran cantidad de sedimentos, tanto por suspensión como por arrastre, presentando erosiones activas con grandes áreas de inundación. Las evaluaciones del peligro de inundaciones, basadas en mediciones directas, han determinado una superficie afectada perteneciente a la Comisión de Regantes Molino específicamente a las áreas irrigadas por los canales de derivación 9 DE Octubre y Punguchique que son las afectadas directamente por la erosión e inundación del rio CHICAMA en este sector.

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 CHICAMA, las inundaciones catastróficas son ocasionadas por el desbordamiento de una avenida ordinaria o extraordinaria con gran capacidad para erosionar o sedimentar.

En el valle CHICAMA se presentan estos desbordes de su cauce en los meses de lluvias, lo cual afecta a los pobladores y a los agricultores.

El control de inundaciones en el valle del río ha sido manejado en el pasado mediante acciones de limpieza de cauce limitadas críticas, y el empleo de muros de defensa ubicados en algunos sectores en forma aislada.

Las áreas de cultivo y la carretera sufren el discurrir por la margen derecha del rio frente a las cada vez más frecuentes avenidas del rio, que ocasiona cuantiosas pérdidas en la actividad económica, la propiedad y



grandes riesgos de pérdidas de vidas humanas. Esto genera que se planteen construcciones que ayuden a encauzar los Ríos cuando se presenten grandes avenidas, ya sea por derretimiento de los glaciares o por precipitaciones, o que sirvan de protección a las áreas aledañas o en las riberas de los ríos.

1.2. MOTIVOS QUE GENERARON LA PROPUESTA DEL PROYECTO

- Excesiva acumulación natural de sedimento del cauce del río CHICAMA (Colmatación), lo cual es constante y se incrementa ante la ocurrencia de eventos extremos.
- Tala indiscriminada de forestal de la zona ribereña.
- Invasión de la zona marginal, para utilización como áreas agrícolas.
- Escaso o nulo mantenimiento de cauces y el incumplimiento de la normativa, teniendo como consecuencia la reducción de las dimensiones naturales del cauce.
- Falta de protección de las cuencas medias y bajas, observándose escasas acciones de reforestación y cobertura vegetal.
- Eventos extremos.

La provincia de Gran Chimú conforman 4 distritos: Cascas, Marmot, Lucma y Sayapullo siendo estos los beneficiarios de la ejecución del proyecto, estos distritos son netamente agricultores predominando los siguientes cultivos; vid, maíz amarillo duro, arroz, trigo y otros de pan de llevar como cultivos de rotación; y como actividad complementaria esta la pecuaria predominando en esta especies: bovino, ovino, caprino, porcino y aves principalmente.

La producción agropecuaria del área de influencia del proyecto en su mayor parte se transporta para su comercialización en la costa norte (Trujillo y Chiclayo) o directamente a Lima, donde la demanda y precios son mayores.



Ante la ocurrencia de fenómenos naturales como el fenómeno de El Niño que se presenta cada cierto tiempo, habiéndose producido durante los años 1983, 1984, 1998, e inclusive el 2000 y 2001, este eventos se caracteriza por precipitaciones pluviales altas tanto en costa como en sierra, que como consecuencia generan crecida de rio CHICAMA, pérdidas de cultivos, obstrucción y destrucción de las vías de comunicación, aislamiento total, problemas en el abastecimiento de productos y en su comercialización, erosión del suelo produciendo la destrucción de la carretera de acceso. El ingreso familiar promedio PER CÁPITA mensual por familia en la Provincia de Gran Chimú es de S/. 250.00 nuevo soles. El índice de desarrollo humano nos permite ver los logros en Gran Chimú, bajo la perspectiva de la esperanza de vida al nacer, los índices de alfabetización y el PBI per cápita, indicadores que en su conjunto nos indican que Gran Chimú sería una provincia de desarrollo humano medio (0.5 menor e igual IDH mayor 0.80), con lo que ocupa el lugar 63 a nivel nacional entre las provincias.

La fuente de ingreso de la población provienen de la actividad agropecuaria con 37.84%, los habitantes sin parcelas de cultivos son el algunos casos peones, artesanos, vendedores con 33.83%, y dedicados a la minería (obreros y operadores) en un 7.75% y un 20.58% en otras ocupaciones.

Así mismo, dentro del área de influencia del proyecto, se ubica la infraestructura de riego que beneficia a los usuarios de la Comisión de Regantes Molino, la cual consta de bocatomas rústicas denominadas, “9 de octubre” y “Punguchique”, por donde se realiza el abastecimiento de agua para las áreas agrícolas que se ubican dentro del área de influencia del proyecto, Las evaluaciones del peligro de inundaciones, basadas en mediciones directas, han determinado una superficie afectada perteneciente a la Comisión de Regantes Molino específicamente a las áreas irrigadas por los canales de derivación 9 de octubre y Punguchique



que son las afectadas directamente por la erosión e inundación del río CHICAMA en este sector.

La explotación de los cultivos en la áreas bajo secano es rústico tradicional, se acostumbra a realizar una campaña por año y las prácticas son de tecnología baja, las labores de preparación de la tierra utilizan la yunta con arados de madera y las otras labores lo realizan a mano, no hacen uso de semillas mejoradas, el uso de fertilizantes es mínimo, desconocen el control fitosanitario; aplican pequeñas dosis de guano de corral al momento de la siembra.

Esta situación ha hecho que la población de Gran Chimú en general, vivan en situación de pobreza y con una baja calidad de vida, como lo demuestran IDH del PNUD en los Distritos de la Provincia Gran Chimú. El IDH se sitúa entre los valores de 0-1, indicando este último valor el máximo desarrollo humano al que se puede aspirar. El IDH en la Provincia del Gran Chimú es de 0.5814, lo que indica que las instituciones intervinientes en la provincia, deben de trabajar para aumentar este índice, y los beneficios adicionales que esto aplicaría para que se logre el bienestar y un nivel decente de vida en los pobladores de la Provincia de Gran Chimú, ver cuadro adjunto.

La circulación terrestre hacia la provincia de Gran Chimú no ha logrado alcanzar un adecuado nivel de desarrollo, que nos permita realizar un tráfico a gran escala, económico y seguro.

Esta situación se comprueba al verificar las características de la carretera de penetración a la sierra compuesta por una vía afirmada, la cual se encuentra expuesta a continuos daños por las crecidas del Río CHICAMA.



1.3. CARACTERÍSTICA DE LA SITUACIÓN NEGATIVA QUE SE INTENTA MODIFICAR.

A partir del fenómeno El Niño del año 1997-1998, los terrenos de cultivos y la carretera carrózale, del tramo comprendido entre el tramo el Molino, viene sufriendo continuamente daños.

Por socavación e inundación provocadas por las corrientes del Rio CHICAMA, que originan grandes pérdidas económicamente a los agricultores de la zona, con pérdidas de terrenos agrícolas y erosión de la infraestructura de riego y vial existente con la consiguiente interrupción del tráfico de carga y pasajeros.

La fuente de ingreso de la población provienes de la actividad agropecuaria con 37.84%, los habitantes sin parcelas de cultivos son el algunos casos peones, artesanos, vendedores con 33.83%, y dedicados a la minería (obreros y operadores) en un 7.75% y un 20.58% en otras ocupaciones.

La explotación de los cultivos en la áreas bajo secano es rustico tradicional, se acostumbra a realizar una campaña por año y las prácticas son de tecnología baja, las labores de preparación de la tierra utilizan la yunta con arados de madera y las otras labores lo realizan a mano, no hacen uso de semillas mejoradas, el uso de fertilizantes es mínimo, desconocen el control fitosanitario; aplican pequeñas dosis de guano de corral al momento de la siembra.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál sería el tipo de diseño estructural para la creación de defensa ribereña en el rio alto CHICAMA, ante una latente amenaza del fenómeno del niño, tramo el Molino – Distrito de Cascas – Provincia Gran Chimú?



1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

Estudio Geotécnico y diseño de estructuras de contención para defensa ribereña ante el latente fenómeno natural de el niño, del río alto CHICAMA tramo el molino distrito de cascás provincia de Gran Chimú – departamento La Libertad

1.5.2. Específicos

- Realizar el estudio de Topografía y Mecánica de Suelos en el lugar donde se desarrollara el proyecto.
- Realizar un estudio Hidrológico del Rio Alto CHICAMA
- Diseñar estructuras adecuadas: diques enrocados que permitan darle mayor seguridad al sector, diseñando de esta forma las estructuras definitivas para el encausamiento El Molino
- Proteger la infraestructura vial y áreas de cultivo en el tramo Molino del río CHICAMA.
- Detallar los elementos de analisis y dimensionamiento aplicando el programa RIVER
- Realizar los estudios de ingeniería del proyecto, con el fin de dar un correcto planteamiento hidráulico de defensa ribereña para que el río Alto Chicama no continúe erosionando y desbordando la margen derecha en dicho sector, diseñando de esta forma las estructuras definitivas para el encauzamiento.



1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Justificación Académica

El proyecto de tesis se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías que conseguirán un estudio beneficioso, preciso y consistente para la creación de una defensa ribereña en el sector Molino protegiéndolo de todas las consecuencias que traería consigo el fenómeno el niño.

1.6.2. Justificación Social

La presente tesis está orientada a la construcción de una defensa ribereña a través de un enrocado la cual es aplicada en un sector crítico del río que no cuenta con medidas de protección y que se vería afectado ante el fenómeno del niño apoyando al futuro proyecto en este sector del alto CHICAMA.

Cuidado y protección de las construcciones viales, agrícolas y estructuras de captación para el sector.

1.6.3. Justificación Técnica

El proyecto se justifica técnicamente porque se utilizaran mediciones topográficas, un estudio de suelos, y aplicación del programa RIVER para obtener el cálculo exacto del diseño hidráulico y estructural.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO



2.1. UBICACIÓN POLÍTICA

La zona del proyecto se localiza sobre el margen derecho del río Alto CHICAMA, en el tramo MOLINO – NUEVE DE OCTUBRE (Margen derecho), se encuentra políticamente dentro del Distrito de Cascas y Provincia de GRAN CHIMÚ; con una superficie de 895.45 km².

Región	: La Libertad.
Provincia	: Gran Chimú
Distrito	: Cascas.
Río	: Alto CHICAMA.

2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación geográfica del tramo sobre el río Alto CHICAMA de acuerdo a la información cartográfica a escala 1:100,000 del IGN que se presenta, está en tramos sensiblemente rectos, partiendo del tramo el Molino, KM 0+600 de la poligonal en el eje del río, hasta el KM 3+174.959, aguas abajo, estas progresiva corresponden a la poligonal abierta utilizada para el modelamiento hidráulico del río, rumbo a la localidad de 9 de octubre. Esta ubicación corresponde al sistema de coordenadas UTM y son las siguientes:

Norte	: 9`160,281.03
Este	: 733,364.36.
Altitud	: 1274 m.s.n.m.
Latitud sur	: 7° 22' 48" y 7° 47' 45"
Longitud Oeste	: 78 °20' 15" y 78° 57' 27"



2.3. LIMITES

- Por Norte : Con la Región Cajamarca.
- Por Oeste : Con la provincia de Ascope.
- Por Sur : Con los distritos de Marmot y Lucma
- Por Este : Con la Provincia de Otuzco.



Figura 1-1. Ubicación a Nivel Nacional



Figura 1-2. Ubicación a Nivel Departamental



Figura 1-3. Ubicación del Proyecto

2.4. VÍAS DE ACCESO Y COMUNICACIÓN

Las vías más utilizadas son las que unen con la ciudad de Trujillo a través de la vía Panamericana Norte llegando al distrito de CHICAMA, ingresando luego por una vía asfaltada hasta la zona de Sausal para luego realizar la travesía por una vía afirmada en reglas estado de conservación que hace su paso por las zonas que comprenden como Huabalito, Pampas de Jaguey, Punta Moreno, Septen, Jolluco, tambo y Molino que viene a ser el punto de partida del presente estudio.

Cabe señalar que todo el proyecto viene enmarcado en la margen derecho del rio CHICAMA comprendida entre los tramos de MOLINO, pasando por las localidades de Punguchique hasta llegar a la localidad de 9 De Octubre en la parte alta del rio en mención. Ver Cuadro II-1.



Cuadro II-1. Descripción recorrido hacia área del Proyecto

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIPO Y ESTADO DE LA VÍA	TIEMPO DE RECORRIDO (HORAS)
Trujillo – Desvío Chicama	25.0	Asfaltado en buen estado	0.50
Desvío Chicama – Sausal	25.0	Asfaltado en buen estado	0.50
Sausal – Punta Moreno	20.0	Afirmado en buen estado	0.75
Punta Moreno – Molino	20.0	Afirmado en buen estado	0.75
TOTAL	90.0		2.50

Fuente: Elaboración propia, basados en información de internet

2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

2.5.1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL

La cuenca del río Chicama, de acuerdo a la información estadística disponible y complementada con las observaciones ecológicas de campo, presenta una distribución pluvial que varía de un promedio de 5.5 mm. A nivel del litoral a 1,100 mm, en el sector de Sierra por encima de los 2,800 m.s.n.m. Se ha observado asimismo que en general la intensidad de la precipitación pluvial va en aumento en relación directa con el nivel altitudinal.

Sin embargo, es conveniente hacer resaltar que en las áreas donde se encuentran ubicadas las estaciones meteorológicas de Salagual (2,600 m.s.n.m.), Hacienda La Rosa (2,750 m.s.n.m.) y Capachique (2,800 m.s.n.m.), se cuenta con precipitaciones del orden de los 1,130 mm., 1,016 mm. y 1,235 mm, Respectivamente. Quizás inflencie en este hecho, la alta densidad de vegetación que presenta el área, además de su ubicación frente a las depresiones topográficas del frente Norte de la divisoria de la cuenca.



2.5.2. TEMPERATURA

La temperatura es el elemento más ligado en sus variaciones al factor altitudinal. En la presente cuenca, ha podido apreciarse que varía en general desde el tipo semicálido (20.8°C), en el sector del valle agrícola de Costa, al tipo frío (6°C aproximadamente), en el sector andino por encima de los 4,000 m.s.n.m., quedando comprendidos entre estos dos extremos otros tipos de variaciones térmicas que Caracterizan a cada uno de los diversos pisos altitudinales de la cuenca:

De la red meteorológica existente, sólo 4 estaciones cuentan con datos de temperatura estadísticamente confiables; de estas, 3 están en el sector del valle de Costa (Puerto Chicama, Cartavío y Casa Grande) y la restante (Cascas) está ubicada en el sector del área agrícola de quebrada, a una altura de 1,300 m.s.n.m.

Puerto Chicama y Casa Grande, presentando una etapa con temperaturas elevadas en los meses de verano, cuyo valor más alto ocurre en el mes de febrero (24.6°C), y otra con temperaturas menores en invierno, cuyo valor más bajo se registra en el mes de Agosto (17.8°C); a su vez, el promedio anual de estas tres estaciones alrededor de 20.8°C entre 20.3°C (Cartavio) y 21.4°C (Puerto Chicama). En Cuanto a Cascas, se observa un promedio anual del orden de 20.5°C , con una oscilación mensual muy estrecha, siendo su máxima promedio de 21.3°C , que corresponde a los meses de Febrero y Marzo, y su mínima, de 19.6°C . Que corresponde al mes de junio. Esta escasa oscilación (1.7°C , en promedio) es indicativa de una alta estabilidad de las temperaturas en esta localidad.

En lo que respecta a los valores mensuales máximos y mínimos



extremos, el amplio campo de oscilación observado, especialmente en Puerto Chicama y Casa Grande (alrededor de 24°C y 22°C, respectivamente), se debe a la ocurrencia de días de fuerte insolación aún en invierno, siendo esto motivado principalmente por la posición latitudinal, (próxima al Ecuador) de estas localidades.

El sector andino de la cuenca, comprendido entre el área descrita y los 4,200 m.s.n.m., no cuenta con información térmica, por lo que estadísticamente no se puede dar ningún valor. Sin embargo, a través de las observaciones ecológicas de campo, se ha estimado que los promedios de temperatura en este sector oscilan entre 18°C y 15°C, en el nivel altitudinal comprendido entre 1300 y 2000 m.s.n.m; entre 15°C y entre 12°C en el comprendido entre 2,000 m.s.n.m y 2,800 m.s.n.m y entre 12°C y 10°C en el sector limitado por la cotas de los 2,800 m.s.n.m.

Mayores alturas (sector de puna), se estima que la temperatura promedio debe estar alrededor de 10°C a 2°C, con un promedio de 6°C, el cual estaría motivado principalmente por la latitud baja de la cuenca.

Sobre la base de esta información térmica, se puede estimar que la actividad agrícola no confronta mayormente problemas de heladas. Por lo menos, en el área andina comprendida entre los 2,500 m.s.n.m y los 3,200 m.s.n.m, este tipo de fenómeno meteorológico no ha sido detectado en frecuencia ni en intensidad nociva.



2.5.3. HUMEDAD RELATIVA

Este elemento meteorológico ha sido registrado por tres estaciones: dos en el sector de valle agrícola de costa (Cartavio y Casa Grande, y una en el sector de ceja de Costa Cascas). Los promedios anuales de humedad relativa, calculados para cada una de estas estaciones son de 81 % para Cartavio, 78 % para Casa Grande y 73% para Cascas.

En Cartavio y Casa Grande, la oscilación del promedio mensual es apenas del orden del 2 y 3% respectivamente lo cual es excesivamente bajo, mientras que en Cascas, el valor de la oscilación se ha incrementado a 8 % pero sin que por este motivo pueda decirse que la variación es fuerte. Existe tendencia a ser ligeramente mayor la humedad relativa en los meses de Junio, Julio y Agosto (estación de invierno), dentro de las estaciones de Cartavio y Casa Grande, mientras que en Cascas, la situación se presenta inversa, pues en estos meses fríos la humedad relativa acusa sus menores valores. En lo que respecta a los valores máximos y mínimos extremos, éstos son del orden de 99 % y 53 % en Cartavio, 100 % Y 28 % en Casa Grande y 88 % Y 60 % en Cascas. De estos datos se deduce que la mayor oscilación (entre la máxima y la mínima) corresponde a la estación de Casa Grande, con un valor de oscilación del orden de 72 %, el cual sin embargo puede considerarse como eventual por el hecho de derivarse de valores extremos. De la parte alta no se tiene información sobre este elemento, pero se asume, de manera general, que la humedad está ligada al régimen de las precipitaciones pluviales, entendiéndose que a mayores precipitaciones es mayor el contenido de humedad relativa en la atmósfera y que durante la estación de estiaje o ausencia de lluvias el porcentaje de humedad relativa es menor.



2.5.4. EVAPORACIÓN

Este elemento meteorológico es registrado por tres estaciones: Cartavio, Casa Grande y Cascas.

Cabe resaltar que los datos correspondientes a la estación de Casa Grande provienen de lecturas en tanque evaporímetro, mientras que los de Cartavio y Cascas han sido registrados en evaporímetro tipo "Piché" que da valores muy relativos de la evaporación. De acuerdo a los datos obtenidos en la estación de Casa Grande, el promedio anual de evaporación en dicha localidad es del orden de los 1,665 mm. (16,650 m³/Ha.). Tomando como referencia este dato se puede estimar que la cantidad de evaporación en Cartavio, debe estar alrededor de los 1,400 mm. , Es decir, unos 272 mm. Más que la cifra registrada de 1,128 mm. En evaporímetro Piché. Igualmente en Cascas ubicada en el sector de la Costa, la evaporación debe estar alrededor de los 1,500 mm en vez de los 1,238 mm. Que se ha registrado con el mismo tipo de evaporímetro usado en Cartavio.

Otra de las características notables observadas de evaporación es la inversión del régimen de evaporación al nivel de Cascas, en comparación con los regímenes observados en las estaciones del valle agrícolas de Costa. Mientras que en estas últimas estaciones el régimen acusa su mayor intensidad en los meses de verano y primavera, en Cascas la mayor intensidad se alcanza más bien en los meses invernales. Una explicación de este hecho podría estar en la presencia de un techo de nubes más frecuente en Cascas durante los meses de primavera y verano; como consecuencia propia de la estación de lluvias del que mayor intensidad ocurre precisamente en estos meses.

A nivel de la Costa, los meses de primavera y verano son



despejados siendo mayor a radiación solar y por el contrario en invierno, se forman estratos nubosos provenientes del litoral marítimo que alteran notablemente la Intensidad de la evaporación, la oscilación de los valores máximo y mínimo extremos se presenta relativamente estrecha en Casa Grande, acusando un valor promedio de 20 mm, el que en general se mantiene invariable a lo largo del año, En Cartavio, por el contrario, el campo de oscilación de estos valores extremos es mucho más amplio, pero por provenir de valores relativos registrados en evaporímetro Piché, no ha sido tomado en consideración, Cabe resaltar que en Casa Grande, el valor más alto o extremo de evaporación ocurrió en el mes de enero de 1969, alcanzando la cifra de 209,6 mm., mientras que su valor más bajo se registró en el mes de Julio de 1970 con 64.8 mm.

2.5.5. HORAS DE SOL

La información para el análisis de este elemento meteorológico procede dos estaciones. Cartavio y Casa Grande.

El régimen mensual promedio registrado en Cartavio presenta una variación muy regular, con valores altos que oscilan entre 169 y 206 horas en los meses que van de octubre a mayo y entre 125 y 141 horas en los meses de junio a setiembre. Es decir el régimen se caracteriza por valores altos en primavera y verano y bajos en invierno de la misma manera, en Casa Grande se observa el mismo tipo de variación que en Cartavio Los totales mensuales promedios de Casa Grande oscilan entre 174 y 213 horas de Octubre a Mayo y entre 123 y 143 horas de Junio a Agosto.

Luego al nivel de totales anuales promedio, en Cartavio se registra un total de 2,061 horas de sol, mientras que en Casa Grande este total es de 2,131 horas. En este sentido, Caso



Grande está más favorecido por encontrarse más alejada del litoral, donde la persistencia de los estratos nubosos es algo menor.

Estos totales de horas de sol anotados arrojan un promedio diario de 6 horas, tanto para Cartavio como para Casa Grande, oscilando dicho promedio, entre 7 horas diarias (Diciembre - Marzo) y 4 horas diarias (Junio - Agosto, En realidad, esta cifra de 6 horas de sol diarias como promedio es baja, siendo por consiguiente este elemento un posible factor limitante para el buen desarrollo de la vegetación cultivada.

En cuanto a las variaciones de los valores máximos y mínimos extremas, se tiene para Cartavio 289 horas de sol en el mes de noviembre de 1964 como valor máximo y 26 horas de sol para el mes de julio de 1970 como valor mínimo.

En Casa Grande, el valor máximo es de 292 horas de sol en el mes de noviembre de 1938 y el mínimo de 38 horas en el mes de Julio de 1956.

2.5.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Este elemento meteorológico ha sido registrado por tres estaciones ubicadas en el sector del valle agrícola. Dichas estaciones son: Puerto Chicama, Cartavio y Casa Grande.

El promedio anual en la estación de Puerto Chicama es de 1 012.4 mb. Y su régimen mensual varía en forma regular, presentando valores más bajos en los meses de verano (Enero a Abril), de 1 a 1011.7 Nov. y más altos en los meses de invierno (Mayo a Diciembre), de 1,012.2 a 1,013,3 Nov.



En la estación de Cartavio, el promedio anual es de 1 006.3 mb., y al igual que la estación anterior, presenta el mismo tipo de variación mensual, siendo los valores en este caso: 1,004.3 a 1,005.9 mb., para los meses de Diciembre a Abril Para la estación de Casa Grande, el promedio anual alcanza la cifra de 992.2 mb. Y su variación mensual también es similar a las anteriores descritas, oscilando sus valores entre 990.0 a 991.3 mb., para los meses de Enero a Abril y 992.0 a 993.7 mb, para los meses de Mayo a Diciembre.

2.5.7. NUBOSIDAD

Para el análisis de este elemento meteorológico, se ha contado con datos estadísticos de las estaciones de Cartavio y Casa Grande.

La nubosidad promedio anual es de 5/8, tanto para Cartavio como para Casa Grande, oscilando dicho promedio entre 4/8 y 5/8 en Cartavio y entre 4/8 y 6/8 en Casa Grande. Estos valores pueden ser calificados como parcialmente nubosos es decir, que en promedio el cielo nunca está totalmente cubierto, En cuanto a los valores máximo y mínimo extremos en Cartavio se han registrado valores máximos de 8/8 techo totalmente cubierto, entre los meses de Agosto a Febrero y valores mininos menores de 3/8 techo descubierto entre Noviembre a Julio. Esto estaría demostrando que existe una fuerte variabilidad en el régimen de este elemento meteorológico en esta localidad.

En Casa Grande, la máxima registrada es del orden de los 7/8 y ocurre generalmente entre los meses de Enero a Julio, mientras que la mínima es del orden de los 3/8 o menos y ocurre prácticamente en todos los meses del año. Esto es indicativo de que también en esta localidad la nubosidad es un elemento



Meteorológico muy variable en sus ocurrencias, pero con la ventaja de que dichas variaciones son a niveles promedios algo más bajos que en Cartavio (7/8 a 3/8).

2.5.8. VIENTOS

Existen datos de este elemento meteorológico registrados por las estaciones de Puerto Chicama y Cartavio. Cabe resaltar sin embargo, que la estadística procesada es de nivel muy generalizado.

La información obtenida permite deducir que tanto en Puerto Chicama como en Cartavio, las direcciones predominantes son 5 y SE, es decir, que se trata de vientos básicamente provenientes del mar, con velocidades medias del orden de los 8 a 14 Km/hora para los vientos provenientes del Sur y 6 a 14 Km/hora para los del Sur

Este; estas velocidades califican a estos vientos como variables entre Brisa muy Débil a " Brisa Débil, según la escala de fuerza de Beaufort. Las velocidades medias extremas varían entre 0 (calma) a 15 Km/hora en Puerto Chicama y 20 Km/hora en Cartavio. En este último caso la fuerza del viento aumenta a "Brisa Moderada" según la referida escala.

2.6. BENEFICIARIOS

La defensa ribereña protegerá la principal vía de comunicación de la provincia Gran Chimú, que tiene Cuatro distritos Cascas, Marmot, Lucma y Sayapullo, con 300 centros poblados según el censo del 2007, Cascas (140 Centros Poblados), Lucma (87 centros poblados), Sayapullo (51 centros poblados) y Marmot (22 centros poblados), es decir se beneficiarán 30,399 habitantes aproximadamente.



2.7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.7.1. RÍO

Es una corriente de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desembocado en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura.

Las variaciones de caudal lo define el régimen hidrológico, estas variaciones temporales se dan durante o después de las tormentas. En casos extremos se puede producir la crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del río para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas. El agua que circula bajo tierra (caudal basal) tarda mucho más en alimentar el caudal del río y puede llegar a él en días, semanas o meses después de la lluvia que generó la escorrentía.

Los desbordamientos en los tramos bajos de las corrientes naturales donde la pendiente del cauce es pequeña y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida, puede provocar inundaciones, las cuales pueden traer consecuencias socioeconómicas graves en la medida que afecten asentamientos humanos, centros de producción agrícola o industrial e infraestructura vial.

Para controlar el nivel máximo dentro de la llanura de inundación, se deben colocar protecciones, entre las alternativas de obras de defensas fluviales se puede mencionar: Limpieza y rectificación del cauce, obras de canalización, obras de abovedamiento, entre otras.



2.7.2. CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS DEL RÍO CHICAMA

Los procesos morfológicos en los ríos, son puntos de primer orden a ser considerados en las diferentes obras proyectadas sobre o dentro del cauce de este. La mayoría de fallas observadas en las obras se debe a la socavación de sus cimentaciones durante avenidas, sobre todo durante los fenómenos extraordinarios como es el Fenómeno de El Niño.

Los procesos morfológicos en ríos se manifiestan de muchas maneras: ramificación del cauce, degradación del lecho, agravación del lecho, erosión de curvas, erosión local, etc. El desarrollo y evolución de estos procesos depende de factores como: descarga líquida, transporte de sedimentos, pendiente del río, características geométricas de la sección, geología local, modificaciones artificiales en diversos tramos, entre otros.

Los eventos más saltantes que puedan comprometer el buen comportamiento de la estructura vienen a ser el estrechamiento del cauce conforme se vaya llegando a terrenos más llanos, donde se tiene acciones de tubificación y eliminación de materiales finos de las superficies agrícolas.

Otro detalle a tener bastante en cuenta en lo relacionado a la fundación de las estructuras de protección vienen a ser las acciones de la erosión local en el pie y una de cimentación del talud en contacto con las aguas del río, en este caso tendremos un modelamiento bastante brusco del cauce del río por acciones de desgaste y arrastre de los materiales que cubren y sostienen el talón del dique de contención, sobre todo en aquellos lugares donde tengamos un estrangulamiento del cauce natural del río

Actualmente el comportamiento del río Chicama viene siendo



LEYENDA

EDAD		UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCÁNICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos eólicos Depósitos aluviales	Q-e Q-al	
	INFERIOR			
CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Huaylas	Kli-vca Ks-h	
	INFERIOR	Fms. Inca-Chuleo-Paríatambo	Ki-ichp	
		Fm. Ferrat	Ki-f	
JURÁSICO	SUPERIOR	Fms. Santa-Carhuaz	Ki-saca	
		Fm. Chimú	Ki-chim	
		Fm. Chicama	Js-chic	

2.7.2.2. LITOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

a. Formación Chicama (JS-CHIC)

Es la formación más extensa del área estudiada y consiste en un grosor considerable de lutitas y areniscas finas que afloran ampliamente sobre la superficie. El límite superior de la formación es una pequeña discordancia paralela, arriba de la cual afloran las cuarcitas de la formación Chimú. La litología predominante está dada por lutitas grises oscuras con intercalaciones delgadas de areniscas lutáceas. Las lutitas son generalmente piritosas y también contienen nódulos ferruginosos.

La formación Chicama es un conjunto litológico que aflora mayormente en las partes altas de la cuenca del río del mismo nombre los que superficialmente sufren un cambio de coloración.

En la mayoría de los afloramientos de la cuenca se nota predominancia de lutitas negras laminares, deleznales, con delgadas intercalaciones de areniscas grises. Su contacto superior es generalmente de aparente conformidad con la formación Chimú, siendo más probable una discordancia paralela.

La presencia de esta formación señala un límite oriental de



deposición a pesar de que sus facies de borde rara vez se observa, porque generalmente los continuos sobre escurrimientos la cubren, o sencillamente por efectos de la erosión. Las porciones que afloran son netamente sedimentos de cuenca marina.

b. Formación Chimú (KI-CHIM)

Consiste en algunos centenares de metros de cuarcitas, areniscas y lutitas con mantos de carbón, la formación yace encima de las lutitas de la formación Chicama y debajo de las calizas de la formación santa, ambos contactos son ligeras discordancias erosionales. Su grosor comprende dos miembros; el inferior consiste de areniscas y cuarcitas marrones con intercalaciones lutáceas, mientras que el superior está compuesto por bancos macizos de cuarcita blanco grisácea con escasas capas de lutita.

c. Formación Santa Carhuaz (KI-SACA)

La formación Santa consiste de calizas y lutitas calcáreas que subyacen a la formación Chimú e infra yacen a las areniscas y lutitas de la formación Carhuaz; ambos contactos son discordancias paralelas. La formación Santa puede presentar dos fases gradacionales pero distintas, una de ellas está representada por lutitas grises oscuras con nódulos calcáreos y algunas capas de caliza arenosa o lítica. Tanto la lutita como la caliza son generalmente ferruginosas y dan tonos marrones de intemperismo. La formación Carhuaz consistente de areniscas y cuarcitas finas, marrones, en capas delgadas y con abundantes intercalaciones de lutita. En general, las lutitas son negras o grises en la parte inferior de la formación mientras que en la parte superior tienen un color rojo amarillento.



d. Formación Farrat (KI-F)

Esta formación, perteneciente al Grupo Goyllarisquizga, consiste en cuarcitas finas y blanquecinas en capas delgadas a medianas, con intercalaciones de lutita roja. Yace discordante encima de la formación Carhuaz.

e. Depósitos Aluviales (Q-AL)

Constituyen depósitos transportados por la corriente del río Chicama en sus cursos bajos debido a la suave pendiente y a las características de los materiales transportados, estos depósitos presentan acumulaciones aluviales depositadas en forma de playas y también terrazas en ambos márgenes del río antes mencionado.

f. Rocas Intrusivas

Estas rocas son afloramientos que ocurren como dioritas, granitos que están ligados a cuerpos especiales.

Las dioritas son los afloramientos más extensos y están ligadas muchas veces a la ocurrencia de mineralización, con sistemas de fracturamiento de alto ángulo, los granitos vienen conformando también grandes extensiones de terrenos adyacentes a la defensa sobre todo en su estribo derecho donde tenemos su presencia en las quebradas de El Limo, Honda y El Progreso.

2.7.2.3. GEOLOGÍA DEL EJE DE DEFENSA

En este caso tenemos la presencia de depósitos cuaternarios de materiales conglomerados, de buena potencia compuestos por cantos rodados de diferentes tamaños y capacidades, envueltos en algunos casos por una matriz limo arenoso de tonalidades



oscuras los cuales fueron acarreados por el mismo río Chicama a lo largo de todos sus cursos anteriores, sumadas a los depósitos coluviales encontrados al pie de las estribaciones por donde se tiene el paso de la carretera a proteger en sus tramos iniciales.

a. Depósitos cuaternarios a lo largo del trazo

Los observados, corresponden a los del tipo: Aluvial, coluvial y residual; en algunos casos son de ambientes mixtos. A continuación se describirán los de mayor representatividad en el área de paso de la defensa planteada.

- Depósitos aluviales del cauce.- Relacionados a la zona de escorrentía actual de la quebrada y están constituidos por suelos granulares mezcla de arenas con gravas redondeadas y sub redondeadas de diferentes tamaños, por sectores con limos en su composición.
- Depósitos aluviales de terrazas.- Depósitos que ocupan la zona de inundación de la parte media y baja del tramo en estudio y están formados básicamente por arenas limosas, con inclusiones de gravas en menor medida lugares por donde se puede apreciar la actividad agrícola de la zona y el paso de la vía de acceso hacia la zona de Cascas materia de protección por parte de la defensa.
- Depósitos coluviales.- Constituyen los conos de escombros que se ubican en las bases de las pendientes de los afloramientos rocosos; predomina los suelos arenosos y gravosos con poca presencia de finos, eventualmente con fragmentos rocosos en su composición, vienen formando pequeños conos de deyección en las quebradas aportantes del cauce del río Chicama en el tramo en estudio.



- Depósitos Residuales.- Producto de la alteración físico química in situ de las rocas originarias, a las que cubren a manera de tapizado. Están constituidos por suelos areno gravosos en forma de lajas y pequeños fragmentos rocosos los cuales se pueden observar en casi todos los cerros y lomadas.

2.7.3. CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Es la porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural. Una cuenca hidrográfica se define por la sección de río al cual se hace referencia y es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada “divisor de aguas” o “divisoria de aguas”, a partir de la sección de referencia. En la medida en que se avanza hacia aguas abajo, la superficie de la cuenca va aumentando.

2.7.3.1. - ELEMENTOS DE LA CUENCA

- **EL RÍO PRINCIPAL**

El río principal actúa como el único colector de las aguas. A menudo la elección del río es arbitraria pues se pueden seguir distintos criterios para la elección (el curso fluvial más largo, el de mayor caudal medio, el de mayor caudal máximo, el de mayor superficie de cuenca, etc.).

- **LOS AFLUENTES**

Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub-cuenca.

- **EL RELIEVE DE LA CUENCA**

El relieve de la cuenca es variado. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas, valles y mesetas.



- **LAS OBRAS HUMANAS**

Las obras construidas por el hombre, también denominadas intervenciones andrógenos, que se observan en la cuenca suelen ser viviendas, ciudades, campo de cultivo y vías de comunicación. El factor humano es siempre el causante de muchos desastres dentro de la cuenca, ya que se sobreexplota la cuenca quitándole recursos o “desnudándola” de vegetación y trayendo inundaciones en las partes bajas.

2.7.3.2. PARTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

- **CUENCA ALTA**

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual predomina el fenómeno de la socavación. Es decir que hay aportación de material terreo hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se ven trazas de erosión.

- **CUENCA MEDIA**

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual mediantemente hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

- **CUENCA BAJA**

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual el material extraído de la parte alta se deposita.

2.7.3.3.- TIPOS DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Existen tres tipos de cuencas hidrográficas:



- **EXORREICAS**

Avenan sus aguas al mar o al océano.

- **ENDORREICAS**

Desembocan en lagos o lagunas, siempre dentro del continente.

- **ARREICAS**

Las aguas se evaporan o se filtran en el terreno. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta central patagónica pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.

2.7.4. INUNDACIÓN

Es la ocupación por el agua de zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas. Se producen debido al efecto del ascenso temporal del nivel del río. En cierta medida, las inundaciones pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a las causas de los ríos.

2.7.4.1.- CAUSAS DE LAS INUNDACIONES

A. CAUSAS NATURALES

- **Meteorológicas**

Las grandes lluvias son la causa natural principal de inundaciones, pero además hay otros factores importantes, entre ellos se encuentran:

Exceso de precipitación: Los temporales de lluvias son el origen principal de las avenidas. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar toda el agua que cae esta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos.



- **No meteorológicas**

Invasión del mar, deshielo.

B. CAUSAS NO NATURALES (ANTRÓPICAS)

- **Rotura de presas**

Cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas.

- **Actividades humanas**

Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas como por ejemplo:

Al asfaltar cada vez mayores superficies se impermeabiliza el suelo, lo que impide que el agua se desborda por la tierra y facilita el que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.

- Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero lo agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
- La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamientos.

C. CAUSAS MIXTAS

En algunas ocasiones puede producirse una inundación por la rotura de una obra hidráulica, por causas meteorológicas.



2.7.4.2.- TIPOS DE INUNDACIONES

Las inundaciones pueden clasificarse de acuerdo con:

A. POR EL TIEMPO DE DURACIÓN:

Estas pueden ser:

- **Inundaciones muy rápidas producidas por lluvia de intensidad muy fuerte (superior a 180 mm/h) pero muy cortas (menos de 1 hora).**

La cantidad de lluvia totalizada no supera los 80 mm. Usualmente producen inundaciones locales en las ciudades y pueblos (inundaciones de plazas, garajes, sótanos, etc., debido a problemas de drenaje) o en pequeñas cuencas con mucha pendiente, produciéndose las llamadas inundaciones súbitas.

- **Inundaciones producidas por lluvia de intensidad fuerte o moderada (superior a 60 mm/h) y duración inferior a 72 horas.** Cuando estas lluvias afectan los ríos con mucha pendiente o con mucho transporte sólido, las inundaciones pueden ser catastróficas.

Es posible distinguir entre dos categorías:

- Inundaciones catastróficas producidas por lluvias de fuerte intensidad durante dos o tres horas, y una duración total del episodio inferior a 24 horas.
- Las inundaciones catastróficas producidas por lluvias de intensidad fuerte y moderada durante dos o tres días.

B. SEGÚN EL ORIGEN QUE LAS GENERE

- **PLUVIALES (POR EXCESO DE LLUVIA)** Ocurren cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno y no puede ser drenada, acumulándose por horas o días sobre el terreno.



- **FLUVIALES (POR DESBORDAMIENTO DE RÍOS)**

La causa de los desbordamientos de los ríos y los arroyos hay que atribuirlos en primera instancia a un excedente de agua, igual que la sequía se atribuye el efecto contrario, la carencia de recursos hídricos.

El aumento brusco del volumen de agua que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse produce lo que se denomina como avenida o riada. Una avenida es el paso por tramos de un río, de caudales superiores a los normales, que dan lugar a elevaciones de los niveles de agua.

C. PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES

La protección contra las inundaciones incluye, tanto las medidas estructurales, como las no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación.

- **Las medidas estructurales**

Incluyen las represas y reservorios, modificaciones a los canales de los ríos, diques y riberos, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio y obras de drenaje. Para controlar las inundaciones, en riberos y mejoramiento al canal, incrementan la capacidad del río, aumentan su velocidad de flujo, o logran los dos efectos, simultáneamente. Las modificaciones al canal que se pueden realizar son: dragarlo para que sea más ancho o profundo, limpiar la vegetación u otros residuos, emparejar el lecho o las paredes, o enderezarlo; todo esto ayuda a aumentar la velocidad del agua que pasa por el sistema, e impedir las inundaciones. Al enderezar el canal, eliminando los meandros, se reduce el riesgo de que el agua rompa la orilla del río en la parte exterior de las curvas, donde la corriente es más rápida y el nivel es más alto.



- **Las medidas no estructurales**

Consiste en el control del uso de los terrenos aluviales mediante zonificación, los reglamentos para su uso, las ordenanzas sanitarias y de construcción, y la reglamentación del uso de la tierra de las cuencas hidrográficas. Las medidas no estructurales para controlar las inundaciones, tienen el objetivo de prohibir o regular el desarrollo de la zona aluvial, o la cuenca hidrográfica, o proteger las estructuras existentes, a fin de reducir la posibilidad de que sufran pérdidas debido a la inundación. Al igual que toda medida preventiva, son menos costosas que el tratamiento (es decir, la instalación de las medidas estructurales necesarias para controlar las inundaciones). Esencialmente, las medidas no estructurales son beneficiosas, porque no tratan de regular el modelo natural de inundación del río. La filosofía actual de muchos planificadores y fomentadores de políticas, es que es mejor mantener los terrenos aluviales sin desarrollo, como áreas naturales de desbordamiento. Sin embargo, si existe desarrollo en la zona aluvial, se deberá utilizar control no estructural, conjuntamente con las medidas estructurales. Las medidas no estructurales pueden ser efectivas en el grado en que el gobierno sea capaz de diseñar e implementar el uso adecuado del terreno.

2.7.5. DEFENSAS RIBEREÑAS

Son estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de invierno, ya que son causantes de la desestabilización del talud inferior y de la



plataforma de la carretera. Estas obras se colocan en puntos localizados, especialmente para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación, estas pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras.

Para llevar a cabo un proyecto de defensas fluviales es fundamental contar con una serie de información preliminar o antecedentes que permitan diagnosticar el problema que se quiere solucionar, como: hidrológicos, topográficos y geomorfológicos. Así también se requerirá antecedentes sobre inundaciones anteriores, daños provocados, zonas afectadas, etc.

- **ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS**

Se debe contar con un estudio hidrológico del río, con el fin de determinar los caudales de diseño, que definirán el dimensionamiento apropiado de las obras. El estudio hidrológico tiene por objeto obtener el mejor ajuste, con los datos existentes a esa fecha a través de las funciones de distribución más aceptadas que permitan conocer el margen de error disponible de cada uno con el objeto último de brindar una herramienta a los tomadores de decisión. Los estudios hidrológicos analizan alturas del pelo de agua y del caudal de paso con elementos básicos para la determinación de las dimensiones y sitio de traza más óptimos para diseñar defensas costeras en áreas de riesgo hídrico.

- **ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS Y GEOMORFOLÓGICOS**

Para esto se requiere de estudios realizados de levantamiento Aero fotogramétrico y planos topográficos. El estudio



geomorfológico caracteriza el suelo y determina su composición, granulometría y grado de compactación. Este estudio junto con el hidrológico, permitirá determinar los principales parámetros de escurrimiento, velocidad y niveles, para los diferentes caudales.

- **ÁREAS DE INUNDACIÓN**

Las verificaciones hidráulicas teóricas, permiten realizar el pronóstico de los ejes hidráulicos bajo diferentes condiciones de caudales. Se deberá delimitar las posibles áreas de inundaciones en el sector de interés, asociando los períodos de recurrencia de los eventos señalados en el análisis hidrológico con las probabilidades de ocurrencia de estos.

- **DIAGNÓSTICO**

Basado en los antecedentes recopilados en la etapa anterior, se deberá realizar un acabado diagnóstico de las condiciones actuales del cauce, describiendo el origen del problema que se desea solucionar.

- **OPTIMIZACIÓN DE LAS SITUACIÓN ACTUAL**

Esta corresponde a pequeñas inversiones o trabajos que eventualmente podrían mejorar la situación actual o sin proyecto. En general, obras de limpieza y rectificación de cauces pueden constituir un mejoramiento de la situación actual.

- **ALTERNATIVAS DE PROYECTOS**

En función de los daños que se pretende evitar, se debe plantear la mayor cantidad de alternativas técnicas que den



solución al problema. Se plantean soluciones para eliminar los puntos de estrechamiento de cauces, regularización de riberas para mejorar su rugosidad, ampliación general del lecho, construcción de defensas en sectores externos al cauce con el fin de limitar las zonas de inundación, canalización, revestimiento de cauces, dar un nuevo trazado al cauce para dar descarga en otros sectores posibilitando deprimir el eje hidráulico, etc.

• PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS

En general, corresponde en esta etapa utilizar criterios técnicos que restrinjan la materialización física de algunas alternativas. La construcción de defensas costeras es una estrategia recurrente para la protección de obras civiles, bienes e infraestructura de servicios en áreas de riesgo hídrico, sin embargo toda defensa en sí misma encierra una paradoja dado que al incrementar la altura del terraplén se protege una mayor superficie, aunque ante un eventual colapso la destrucción es proporcional a su altura. Definir la altura más adecuada para la defensa costera puede resultar incompleto, si solo se contemplan los componentes técnicos, físicos y de materiales de la obra. Un aspecto relevante y significativo es el relacionado al ámbito de protección de la estructura en términos productivos.

Las obras de defensa ribereña estarán sometidas a diferentes efectos en mayor o menor grado según se presenten las condiciones hidráulicas y la naturaleza del terreno de fundación. Estos efectos son:

- Deformabilidad y resistencia de la fundación.
- Posibilidad de la socavación de la base.
- Estabilidad.



- Efecto abrasivo por transporte de material de fondo.
- Empuje de tierras detrás de la estructura.

Por otra parte, las obras además de ser eficiente, deben ser económicas, para lo cual se considera los siguientes factores:

- Disponibilidad y costo de materiales de construcción.
- Costo de construcción.
- Costo de mantenimiento.
- Durabilidad de las obras.
- Condiciones constructivas.
- Correspondencia con obras colindantes.

La forma y el material empleado en su construcción varía, fundamentalmente en función de:

- Los materiales disponibles localmente.
- El tipo de uso que se da a las áreas aledañas. Generalmente en áreas rurales se usan diques de tierra, mientras que en áreas urbanas se utilizan diques de hormigón.

2.7.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE DEFENSA

Entre los tipos de obras que se han seleccionado, se tiene los de tipo flexible y los de tipo rígido.

A. OBRAS DE TIPO RÍGIDO

a. Pantalla de concreto armado

Son un tipo de estructuras de contención, utilizadas habitualmente en construcciones de ingeniería civil. Ver Figura 2-1.

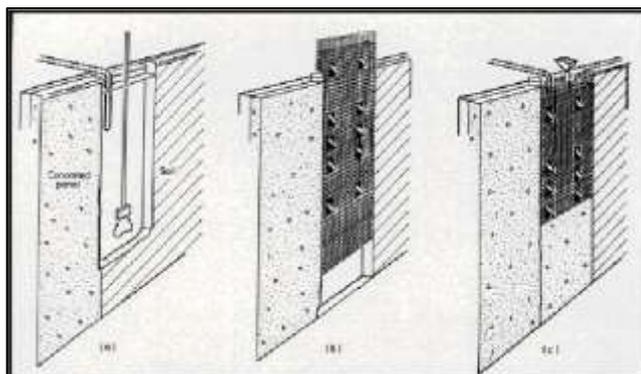


Figura 2-1. Muros de Pantalla

a. 1. Propiedades de las pantallas de concreto armado:

Se colocan o ejecutan previamente a la excavación. Alcanzan una profundidad mayor de la profundidad de excavación. Esto implica que el terreno en la parte excavada trabaje a pasivo.

Son impermeables, tanto los elementos constituyentes como las juntas. Por tanto, permiten hacer excavaciones bajo el nivel freático con garantías, aunque habrá que bombear el agua para evitar posibles filtraciones. Puede resultar interesante profundizar la pantalla, para reducir el caudal a bombear, o evitar problemas de sifonamiento, por lo tanto, también se verá reducido.

Soportar muy bien los esfuerzos de flexión. Aun así, puede haber necesidad de recurrir a apoyos intermedios:

- Por exceso de flexibilidad.
- Porque los movimientos que se producen son excesivos.

a. 2. Tipos de pantallas

- **Tablestacas o pantallas de elementos prefabricados metálicos**

Las tablestacas, tablestacas o Pantallas de elementos prefabricados (sheet pile en inglés) son un tipo de estructuras



formadas por elementos prefabricados. Estos elementos prefabricados suelen ser de acero, Ver fig. 6, aunque también las hay de hormigón. No se deben confundir las tablestacas de hormigón, con las pantallas de paneles prefabricados de hormigón, que suelen ser de dimensiones mayores.

Los elementos prefabricados que componen las tablestacas se hincan en el terreno mediante vibración. Aunque es muy raro, en ocasiones también se introducen en el terreno por golpeo.

Tienen juntas entre sí, con dos misiones:

- Impermeabilizar el contorno, y evitar que se produzcan filtraciones.
- Guiar las tablestacas contiguas.

Dado que los elementos se colocan mediante hinca, han de tener unas dimensiones (entre ellas el espesor) lo suficientemente pequeñas para que se facilite la hinca. Pero también ha de tener una resistencia mínima. Es por esto lo que, salvo raras excepciones, se emplea el acero.

Los pequeños espesores pueden dar lugar a que los paneles o planchas metálicas que conforman las tablestacas pandeen o flecteen. Para evitarlo, se alabea la sección, dotándoles de una mayor inercia. Tiene secciones típicas que son en Z o en U. Ver Figura 2-2.



Figura 2-2. Perfil Tipo U

- **Pantallas de paneles prefabricados de hormigón**

Están constituidas de elementos de hormigón prefabricados, con forma de paneles generalmente rectangulares.

Para su colocación, se ha de crear una zanja con unas dimensiones ligeramente superiores a las del panel prefabricado.

Posteriormente se introduce en la zanja el panel, y se vierte bentonita o cemento alrededor.

- **Muros pantalla o pantallas de hormigón “in situ” (diaphragm walls o slurry walls en inglés)**

Este tipo de estructuras se realiza en obra. Es decir, en lugar de recurrir a paneles prefabricados, los elementos estructurales de este tipo de pantalla se ejecutan “in situ”.

Las dimensiones de los paneles se conforman los muros pantalla son entre 4 y 5 metros de longitud, y 0.4 y 1.5 metros de espesor. La longitud de la pantalla depende del



dimensionamiento de la misma.

Cada elemento que conforma un muro pantalla trabaja independientemente, y entre ellos presentan juntas que han de ser estancas (evitar el paso de agua a través de las mismas).

- **Pantallas de pilotes**

Son un tipo de pantalla, o estructura de contención flexible, empleada habitualmente en ingeniería civil. Se emplean si la excavación de la zanja es difícil. Es decir:

En terrenos duros: se emplean maquinas piloterías de terrenos en roca.

En zonas medianeras en las que hacerlo de otra forma pueda suponer riesgos, o porque la anchura de la zanja es muy pequeña.

- **Tipos de pantallas de pilotes**

Los tipos de pantalla de pilotes, según la disposición de los mismos, son:

Pantallas de **pilotes separados**. Se han de emplear en terrenos cohesivos. El terreno se mantiene trabajando por efecto arco.

Pantallas de **pilotes tangentes**. Se emplean si no hay problemas por el nivel freático.

Pantallas de **pilotes secantes**. Se emplean cuando las filtraciones entre pilotes (tangentes o separados), pueden poner en riesgo la pantalla o los terrenos que sustenta.

a. 3. Elementos de soporte de Pantallas

Dado que las pantallas son estructuras flexibles, en ocasiones

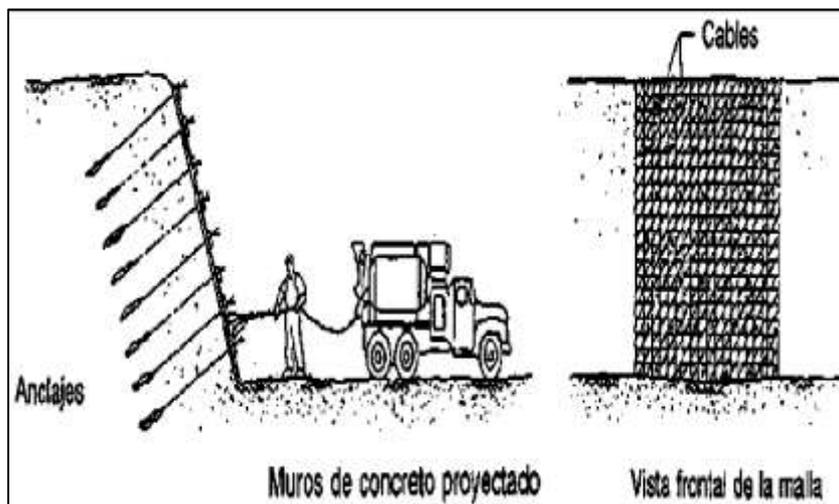


puede resultar necesario aplicar elementos de soporte de muy diverso tipo. Ver Figura 2-3.

El elemento de soporte natural, es el terreno que hay en el intradós de la pantalla, que trabaja a pasivo. Pero en ocasiones este pasivo no es suficiente para contener a la pantalla, y se necesitan elementos adicionales, que pueden ser:

- Puntuales: son perfiles metálicos o estructuras metálicas que evitan que la pantalla flechte en exceso.
- Anclajes: Son perforaciones con un elemento metálico que trabaja a tracción, que se introduce en el terreno con una determinada inclinación. Se trata de buscar terrenos contiguos a la pantalla. Es común atirantar mediante anclajes que atraviesan completamente la superficie de falla para posteriormente ser tensados y ejercer un empuje activo en dirección opuesta al movimiento de la masa de suelo.
- En el extremo que queda en el interior del terreno se inyecta una lechada, y en el extremo en contacto con la pantalla se coloca una cabeza de anclaje que reparte la fuerza de tensado.
- Forjado: En ocasiones, se substituyen los puntuales previamente descritos por el propio forjado del edificio. Para ello se utilizan banquetas provisionales, que son unos terraplenes que ayudan al pasivo de la pantalla. Estas banquetas se retiran una vez construido el forjado.

Figura 2-3. Sección Transversal y Frontal de una Pantalla



b. Dique

Es un terraplén natural o artificial, por lo general de tierra, paralelo al curso de un río.

Entre los tipos de diques se pueden mencionar:

- **Diques artificiales**

Son utilizados para prevenir la inundación de los campos aledaños a los ríos; sin embargo también se utilizan para encajonar el flujo de los ríos a fin de darle un flujo más rápido. Son conocidos como diques de contención. También son empleados para proteger determinadas áreas contra el embate de las olas. Estos diques tradicionalmente son construidos, amontonando tierra a la vera del río, amplio en la base y afilados en la cumbre, donde se suelen poner bolsas de arena. Modernamente los diques de defensas ribereñas son construidos siguiendo los criterios técnicos modernos para estructuras de tierra, y en muchos casos su estructura es compleja, comprendiendo una parte de soporte, un núcleo



impermeable y drenes de pie para minimizar el riesgo de rupturas.

Existen diferentes tipologías de diques, también llamados espigones:

- En talud
- Vertical
- Flotantes, etc.

Diques en talud. Tradicionalmente se han construido mediante un núcleo de todo uno, encima del cual se superponen capas de elementos de tamaño creciente separados por capas de filtro. Actualmente, los elementos mayores (que conforman los mantos exteriores) son piezas de hormigón en masa de diferentes formas (cubos, dolos, tetrápodos, etc.), que sustituyen a la escollera. Los diques en talud resisten el oleaje provocando la rotura.

Diques verticales. Están formados por cajones de hormigón armado que se trasladan flotando al lugar de fondeo y se hunden, para después rellenarlos con áridos, de forma que constituyan una estructura rígida. Las ventajas de este tipo de diques son que para una misma profundidad, requieren mucho menos material que los diques rompeolas, y que se pueden prefabricar. Sin embargo, presentan algunas desventajas como son que concentran su peso en una superficie menor, y por lo tanto requieren mucho menos material que los diques rompeolas, y que se pueden prefabricar. Sin embargo, presentan algunas desventajas como son que concentran su peso en una superficie menor, y por lo tanto requieren un suelo más resistente para su colocación; y que reflejan gran parte del oleaje que incide sobre ellos, aumentando los esfuerzos sobre la estructura y dificultando la navegación en las inmediaciones del dique vertical.



- **Diques naturales**

Son originados del depósito de material arrastrado por el río en el borde del mismo, durante las inundaciones. Esto va causando, progresivamente, la elevación de la ribera.

2.7.5.2. DISTANCIA QUE SE DEBEN COLOCAR LAS PROTECCIONES

A diferencia de una obra hidráulica típica, el lugar de emplazamiento de la obra de protección no se puede elegir, su ubicación queda totalmente limitada al lugar donde se encuentra su cabecera en el momento de realizar la obra. En general esta ubicación coincide con suelos de baja calidad, en cuanto a su capacidad soporte y resistencia a la erosión hídrica.

Para poder realizar in dimensionamiento de defensas ribereñas, primero se debe realizar un estudio hidrológico para poder analizar el caudal y posteriormente la altura del pelo del agua y a que distancia que debe construir la protección, ya que son elementos básicos para la determinación de las dimensiones. El estudio hidrológico tiene por objeto el mejor ajuste, con los datos existentes a esa fecha a través las funciones de distribución más aceptadas que permitan conocer el margen de error disponible de cada uno con el objeto último de brindar una herramienta a los tomadores de decisión. Con dichos resultados es posible la adopción de la altura de coronamiento de defensa costera.

Es importante señalar que tanto la altura como la distancia cumplen un papel importante para el diseño de estas obras, ya que van a depender principalmente del caudal. La altura es compensada con la distancia, ya que las protecciones costeras no deben ser tan altas, por normas de seguridad y por falta de estética a la construcción.



Se recomienda que las defensas ribereñas, no se deben colocar tan cerca a los cursos de agua, ya que estos terrenos aluviales son productivos, porque la inundación los hace así; ésta remueve la humedad del suelo, y deposita limos en las tierras aluviales fértiles.

En las zonas áridas, posiblemente sea la única fuente de riego natural, o de enriquecimiento del suelo. Al reducir o eliminar las inundaciones, existe el potencial de empobrecer la agricultura de los terrenos aluviales (recesión), su vegetación natural, las poblaciones de fauna y ganado y, la pesca del río y de la zona aluvial, que se han adaptado a los ciclos naturales de inundación.

Es por esta razón que estas obras pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras.

2.7.5.3.- MATERIALES A UTILIZAR PARA LAS DEFENSAS RIBEREÑAS

Cuando se va construir una defensa se debe considerar muchos factores, uno de los más importantes es el material a utilizar, el cual se debe seleccionar el tipo que mejor vaya con los resultados deseados y cumplan con las propiedades de resistividad, impermeabilidad y durabilidad a la intemperie. Además estos materiales se deben integrar al resto de los componentes para proporcionar estética a la construcción.

- **LOS MATERIALES DE USO FRECUENTE EN ESTE TIPO DE OBRAS SON LOS SIGUIENTES:**
 - Concreto: ciclópeo, simple o reforzado.
 - Gaviones, colchonetas.
 - Piedra suelta, piedra pegada.



- Tablestacas metálicas o de madera.
- Pilotes metálicos, de concreto o de madera.
- Bolsacretos, sacos de suelo – cemento, sacos de arena.
- Fajinas de guadua.
- Elementos prefabricados de concreto: Bloques, Exápodos, etc.

2.8. PROGRAMA RIVER

El programa RIVER fue elaborado por el ingeniero Emilse Benavides C., profesional especialista de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Agricultura.

Este programa está dirigido a los profesionales e instituciones que están involucrados en obras de protección de cauces o defensas ribereñas.

El manual fue elaborado por el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación - PERPEC de la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales - ANA y debe ser tomado como una referencia para el buen diseño de estructuras laterales y espigones.

El PERPEC, cuenta con experiencia en la dirección técnica y supervisión de proyectos de defensa ribereña, motivo por el cual ha validado el programa RIVER y recomienda a los profesionales a su buen uso.

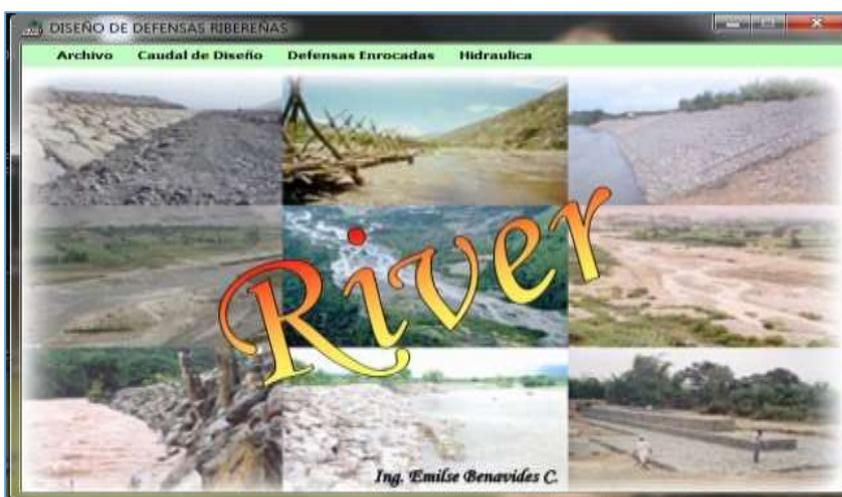


Figura 2-4. Pantalla Principal de Programa RIVER



RIVER contiene pestañas para cálculos de:

Caudal de diseño

- Método estadístico
- Método Empírico
- Caudal Instantáneo

Defensas enrocadas

- Laterales
- Espigones

Hidráulica

- Diseño de Canales



CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS



3.1. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA

3.1.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El presente estudio será realizado en etapas, las cuales detallamos a continuación:

Recopilación de información existente

En este caso tenemos los estudios realizados por terceros (cartas nacionales) así como las inspecciones realizadas de manera visual a lo largo de la vía.

Trabajos de campo

En este caso realizaremos reconocimientos a detalle mediante análisis visual y levantamientos topográficos correspondientes a fin de contar con la mejor alternativa en cuanto al paso del eje de la defensa por el terreno.

En esta etapa también viene a contarse con las recomendaciones vertidas por la parte geotécnica mediante una tipificación del suelo de fundación a fin de tener el trazo definitivo del eje de la defensa en campo.

Trabajos de gabinete

Teniendo la información obtenida en el campo se procederá al correspondiente procesamiento de la data para posteriormente realizar los diseños respectivos.

3.1.2. RECONOCIMIENTO Y PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO

La zona del proyecto está comprendida dentro del ámbito de los distritos de Cascas, Lucma y Marmot, donde se aprecia un relieve



montañoso seco y bastante escarpado de fuertes pendientes en medio de los cuales se tiene un conglomerado bastante potente y pendiente suave, depositado por el rio Chicama.

Luego de este reconocimiento se procedió a realizar los respectivos trabajos de levantamiento topográfico de la zona definida para el proyecto, así como el trazo de la línea de gradiente de la referida vía de acuerdo a lo indicado en los términos de referencia, realizándose los trabajos en coordenadas UTM y datum del sistema WGS 84.

El método empleado viene a ser el levantamiento por radiación a partir de un punto de referencia estática debidamente alineada y de coordenadas conocidas.

El método consiste en el disparo y lectura simultanea de distancias y ángulos para el posterior almacenamiento y procesamiento en la memoria del equipo (estación total).

Para el presente estudio, dada la envergadura del área a levantar así como el nivel de detalle del mismo y el tiempo a emplear en el trabajo, se vio en la necesidad de conformar dos frentes de trabajo, a fin de realizar el mismo en la menor cantidad de tiempo posible y con la calidad respectiva solicitada a este nivel, es por ello que se realizó un trabajo de levantamiento de toda el área de la quebrada y planicie de inundación y eje de defensa propuesto con un equipo y un levantamiento a detalle netamente del cauce actual del rio Chicama con otro frente de trabajo.

3.1.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO EN GABINETE

Luego de obtenida la información de campo con la Estación Total se procede al procesamiento y dibujo respectivos.

Los datos obtenidos en el campo son bajados al computador haciendo uso del colector de datos Top Com Link V7.2, siendo



comprobados con hojas de cálculo en EXCEL, para su posterior procesamiento y diseño de la vía en el programa AutoCAD Land en el cual se trabajarán las curvas de nivel, los perfiles longitudinales y las secciones transversales.

Para la elaboración del plano se generó una malla de puntos, que marca las posiciones reales del terreno, con sus respectivas descripciones si es que las hubiera, para su posterior confección en gabinete, a partir del archivo de texto obtenido en el procesamiento de coordenadas.

Los planos se realizaron a la escala 1:1, para la observación precisa y sin distorsión de los detalles levantados.

3.1.4. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS REALIZADOS

Los trabajos topográficos realizados en la zona del proyecto, fueron divididos en dos frentes, los mismos que se describen a continuación:

Se ejecutó la planimetría de la zona sector por sector con curvas de nivel a cada 1.00 m., para una escala en plano indicada en el levantamiento se especifican las zonas de carretera a proteger, construcciones existentes, áreas cultivadas entre otros, con las mismas características indicadas en el ítem anterior.

Para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente se presentaron variadas dificultades; como falta de visibilidad, inclemencias del clima propio de la zona (tales como vientos excesivos, brillo solar durante todo el día de trabajo y falta de accesos para movilizarse por ambos márgenes debido a que el río Chicama venía bastante cargado)

Los trabajos topográficos se han ejecutado conforme a los alcances



del estudio. Previo a la ejecución de los trabajos de campo, se realizó un reconocimiento general de la zona del proyecto, se ubicaron y determinaron los Puntos Geodésicos que sirven de puntos bases para el control total del proyecto.

Apoyo Plano - Altimétrico

El apoyo plano-altimétrico para el Sistema de Control Topográfico del proyecto, se iniciara de las coordenadas y cotas de los Puntos Geodésicos monumentados en la zona del proyecto ubicados en los planos respectivos.

Generación de Planos

Los planos generados han sido trabajados en el programa indicado anteriormente. Se ha generado varios planos que se describen a continuación:

Plano Topográfico de la Planta General del área de la defensa, Perfil y Secciones Transversales del terreno sobre el cual influirá la defensa proyectada, donde se detalla las curvas a nivel a cada 1,00 m. Plano de en planta y perfil así como secciones del eje.

3.1.5. METODOLOGÍA Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ETAPA DE CAMPO

Luego del reconocimiento de campo respectivo, se procedió con los trabajos de levantamiento topográfico, iniciando en el río Chuquillanqui a la altura del km. 28+200 tomando con punto km. 28+600 de referencia La posta Molino, luego se continuó con levantamientos topográficos en los sectores del río hasta la altura del Km. 30+700, finalmente concluimos los trabajos en los diferentes sectores del Río Chicama.



Los datos de campo se tomaron contando con una estación total, marca TOPCON, mediante el método de radiación a partir de un punto de referencia estática debidamente alineada en coordenadas conocidas. Este método consiste en el disparo simultáneo de distancias y ángulos.

En cada sector en estudio se tomó los datos en coordenadas geodésicas (UTM) y datum del sistema WGS 84. ZONA – 17.

3.1.6. EQUIPO TÉCNICO Y PERSONAL EMPLEADO

Para este caso tenemos la conformación de 01 brigada de trabajo comandados por los bachilleres Responsables del Estudio, 01 Operador de estación total y personal de ayudantía (prismas, winchas, estacas y pintura). El personal de la mano de obra no calificada se captó de los centros poblados más cercanos a los sectores en estudio.

3.1.7. MAQUINARIAS Y EQUIPOS UTILIZADOS

Se emplearon para la realización de los trabajos los siguientes equipos:

- 01 Auto Toyota
- 02 Estación Total marca Topcon modelo GPT-3005W
- 01 GPS Garmin Map 60csx
- 04 Bastones porta prisma.
- 02 Trípodes de aluminio
- 07 Prismas marca Topcon.
- Accesorios Complementarios

TRAZO DE EJE DE DEFENSA Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO

Se procedió con los trabajos de levantamiento topográfico, iniciando en el río Chuquillanqui a la altura del km. 28+000 tomando como punto km. 0+000 de referencia La posta el MOLINO, luego se



continuó con levantamientos topográficos en los sectores del río Chuquillanqui hasta la altura del Km. 30+700, finalmente concluimos los trabajos en los diferentes sectores del Río Chicama.

3.1.8. METODOLOGÍA Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ETAPA DE GABINETE

Luego de obtenida la información de campo con la Estación Total se procede al procesamiento y dibujo respectivos.

Los datos obtenidos en el campo son bajados al computador haciendo uso del colector de datos Top Com Link V7.2, siendo comprobados con hojas de cálculo en EXCEL, para su posterior procesamiento y diseño de la vía en el programa AutoCAD civil 3d en el cual se trabajaran las curvas de nivel, los perfiles longitudinales y las secciones transversales.

Para la elaboración del plano se generó una malla de puntos, que marca las posiciones reales del terreno, con sus respectivas descripciones si es que las hubiera, para su posterior confección en gabinete, a partir del archivo de texto obtenido en el procesamiento de coordenadas.

Se realizó la presentación de los planos finales a las escalas adecuadas, para la observación precisa y sin distorsión de los detalles levantados. La información se guarda en medio magnético, lista para ser impresa y con las dimensiones adecuadas. El resultado, planos pre definitivos, los cuales pasan a un control interno para su verificación. Una vez hecho el control de calidad se generó los planos definitivos para la presentación final.



3.2. ESTUDIO DE SUELOS

INVESTIGACIONES DE CAMPO

El presente estudio de investigación de campo, en la cual se exploró la zona, consistió en la excavación de calicatas (Norma ASTM D-420) y muestreo de materiales, así como la inspección de trincheras existentes adyacentes a la zona de trabajo a fin de tener una correlación adecuada de los diferentes materiales que conforman el terreno que han de servir como suelo de fundación.

EXPLORACIONES REALIZADAS

En la exploración de campo, se contempló la ejecución de calicatas a cielo abierto en lugares estratégicos como a cada 500 m del eje proyectado, lo cual sumado a las trincheras y cortes naturales realizados por el río Chicama, así como una inspección visual del cauce del río, donde ha de llevarse a cabo la materialización del proyecto, nos da un total de aproximadamente 06 muestreos, los cuales en su mayoría poseen la misma o similar configuración.

Se tomaron muestras disturbadas (alteradas), de los diferentes estratos que se encontraban en cada una de las calicatas excavadas (Ver Cuadro III-1).



Cuadro III-1. Descripción de Calicatas y Trincheras Auscultadas Gavión Y Enrocado

TIPO DE SONDAJE	UBICACIÓN (PROG)	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
Calicata (gavión)	0+100	1.50	Cobertura de material limo arenoso con incrustaciones de gravas de diferentes tamaños, bajo las cuales tenemos cantos rodados de tamaño medio intercaladas con arenas sueltas, nivel freático a 0.20 de profundidad.
Calicata	0+500	1.50	Cobertura de material gravo limoso, con Escasa o nula plasticidad, materiales de arenas alternados con gravas redondeadas de tamaños medianos. nivel freático a una profundidad de 0.70m
Calicata	1+000	1.50	Materiales limosos de tonalidades oscuras en un espesor de 0.20 m bajo la cual tenemos boleos y arenas hasta potencias indefinidas. Presencia de napa freática a 0.75m
Calicata	1+500	1.20	Cobertura de materiales areno limosos bastante finos en una potencia de 0.40 m, bajo las cuales tenemos materiales gravosos menores a 2", nivel freático a 0.80m
Trincheras	2+000	1.20	Presencia de cobertura vegetal típica de la zona sobre manto limo arenoso, bajo las cuales tenemos la presencia de materiales gravosos y boleos de buen tamaño, presencia de agua a 0.80 m
Calicata	2+500	1.10	Configuración similar a la anterior con presencia de materiales gruesos y cantos rodados, nivel freático a 0.85m

Fuente: Elaboración Propia.



Todas estas muestras fueron extraídas para ser procesados y determinar sus características Físicos Mecánicos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos

Se consideró el tipo de muestras extraídas, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

NOTA: Cabe señalar que las muestras observadas en su mayoría constan de conglomerados sueltos compuestos por cantos rodados y boleos de buen tamaño que no pueden ser ensayados mediante tamizados por tratarse de diámetros bastante grandes, motivo por el cual se tienen únicamente porciones pequeñas del material ensayable dejando los mayores porcentajes de lado pero que son tonados en cuenta al momento de la descripción de calicatas.

3.2.1. NIVEL FREÁTICO

El nivel freático viene dado por el mismo nivel del rio Chicama, corroborada por las excavaciones realizadas a lo largo del trazo donde tenemos un nivel de aguas bastante cercanos al alcanzado por el rio a una profundidad aproximada de entre 0.70 y 0.90m.

Cabe mencionar que en muchos casos el eje de la defensa planteada viene cortando los diferentes cauces del rio Chicama por ende en algunos puntos el nivel freático viene a ser mayor al nivel de terreno de fundación.

3.2.2. INVESTIGACIONES DE LABORATORIO

De las muestras representativas seleccionadas se realizaron los ensayos estándar de laboratorio, para que siguiendo las Normas de



Ensayo de la American Society for Testing Materials (ASTM) y según el SUCS, la identificación y clasificación de suelos.

3.2.3. ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Se realizaron los siguientes ensayos de las muestras extraídas:

- Contenido de Humedad (ASTM D2216 – El total de las muestras fueron extraídas por debajo del nivel freático, por lo cual estaban en completo estado de saturación por tratarse de suelos sumergidos).
- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422).
- Límites de Consistencia (ASTM D424 – Las muestras en casi su totalidad contienen pocas cantidades de finos ya que el agua intersticial lavo los finos de los suelos por debajo de la napa freática)
- Clasificación SUCS (ASTM D2487).

Todos estos ensayos vienen a ser utilizados posteriormente en la confección de los perfiles estratigráficos correspondientes a cada calicata y trinchera respectivamente. Los reportes de laboratorio se presentan en los anexos correspondientes.

- **Parámetros e hipótesis de cálculo**

Para nuestro caso realizaremos el análisis respectivo del terreno como una placa de cimentación fundada sobre el (dado por el área de fondo en contacto entre el terreno, que soporta la mayor cantidad de carga de la estructura de contención propuesta). Para tal efecto nos valemos de la siguiente expresión:

$$q_{ad} = \frac{1}{F.S.} (c N_c + \gamma D_f N_q + 1/2 B \gamma N_\gamma)$$



Donde:

Qad. = Capacidad Admisible del terreno (kg./cm²).

γ = Densidad húmeda natural del terreno.(kg/m³)

Df = Profundidad de desplante de la estructura.(m)

B = Ancho menor de Cimiento (m).

C = Cohesión del terreno (kg/cm³)

Nq = Factor unidimensional de capacidad de carga, dependiente del ancho y de la zona de empuje pasivo función del ángulo de fricción interna (ϕ), considera la influencia del peso del suelo.

N γ = Factor adimensional de capacidad de carga debido a la presión de la sobrecarga (densidad de enterramiento). Función del ángulo de fricción interna.

Nc = parámetro adimensional de la cohesión del terreno que viene a ser función del ángulo de fricción interno.

Dado la conformación casi uniforme alcanzada por el lecho de río que a de servir como suelo de fundación, podemos tener un estimado bastante acertado de este tipo de suelos aluviales.

$$\gamma' = 1800 \text{ kg/m}^3$$

Adicionalmente no tenemos ningún tipo de confinamiento por parte del terreno ya que el fondo del dique coincide con el terreno de fundación en su cota cero por ende:

$$Df = 0$$



Así mismo el análisis viene dado para un ancho unitario de cara en contacto con el terreno por ser la más desfavorable, por lo tanto:

$$B = 1.0 \text{ m}$$

Finalmente contamos con un valor de cohesión prácticamente nulo por no encontrar evidencia de materiales cohesivos en el lecho del rio Chicama:

$$c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

La configuración final del cuerpo de dique viene siendo la siguiente, donde tenemos los esfuerzos transmitidos al lecho por parte del cuerpo de la defensa, teniendo la planicie central como la zona más crítica de falla por ser esta la que recibe mayores cargas por parte de la defensa. (Ver Figura 3-1).

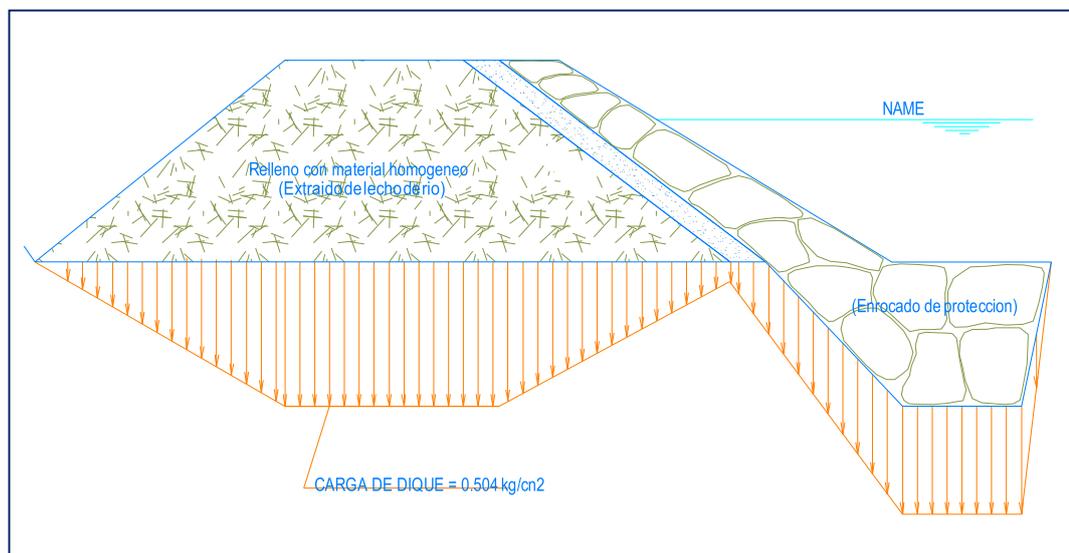


Figura 3-1. Diagrama de Carga de Dique

También es necesario tomar en cuenta para el caso de gravas y arenas típicas de lechos de río (gravas en su



mayoría, componentes del suelo de fundación de acuerdo a clasificación en laboratorio y las inspecciones de campo) que los granos angulosos encajan unos con otros más perfectamente que los redondeados y por esto las arenas y gravas de grano angulosos tendrían un mayor ángulo de fricción. A continuación se muestra una tabla que refleja esta influencia de la angulosidad y de la granulometría sobre el ángulo de fricción máximo, presentada por Sowers y Sowers (1951).

Cuadro III-2. Influencia de la angulosidad y de la granulometría sobre el ángulo de fricción máxima

FORMA GRANULOMÉTRICA	ÁNGULO DE FRICCIÓN MÁXIMO	
	SUELTA	COMPACTA
Redondeada, uniforme	30°	37°
Redondeada, bien graduada	34°	40°
Angulosa, uniforme	35°	43°
Angulosa, bien graduada	39	45°

Fuente: Información de internet

Atendiendo a la tabla tenemos el siguiente valor del ángulo de fricción asumido para el tipo de suelo de fundación:

$$\phi = 32$$

Con el cual obtenemos los siguientes parámetros adimensionales:

$$N_c = 44.04$$



$$N_q = 28.52$$

$$N_\gamma = 26.87$$

Finalmente:

FS = Factor de seguridad, que toma en consideración lo siguiente:

- (a) Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.
- (b) Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo.
- (c) Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsables, durante o después de la Construcción.
- (d) Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir el suelo cuando éste, está próximo a la carga crítica o a la rotura por corte.
- (e) Por lo expuesto adoptaremos FS igual a 3 valor establecido para estructuras permanentes.

3.2.4. CAPACIDAD DE PORTANTE DE TERRENO

La capacidad portante admisible en por el terreno ante solicitudes de carga por parte del cuerpo de la defensa viene siendo bastante hipotética ya que los cálculos que a continuación se tienen normalmente vienen siendo para estructuras rígidas, ya que en caso hubiera una falla por parte del terreno, la defensa planteada por ser bastante flexible se únicamente se acomodaría a la nueva forma que esta presentaría. Es por ello que podemos afirmar que la capacidad de carga presentada por parte del terreno viene siendo lo suficiente para la estructura planteada.



Cabe señalar que para este caso tomamos los valores de parámetros más desfavorables posibles en lo concerniente a la defensa con los cuales llegamos a obtener el siguiente valor de capacidad de carga por parte del terreno:

Reemplazando los parámetros en la ecuación de capacidad de carga tenemos:

$$Q_{adm.} = 0.806 \text{ kg/cm}^2$$

Este valor nos da a entender que la capacidad admisible del terreno bajo unas condiciones como las expuestas. Si las comparamos con las cargas solicitadas por parte de la estructura para este mismo elemento (cara en contacto con el terreno), encontramos lo siguiente:

$$F = 5040 \text{ g/m}^2$$

Por parte del terreno tenemos:

$$Q_{adm.} = 8061 \text{ g/m}^2$$

Con lo cual obtenemos:

$$Q_{adm.} \gg F$$

Garantizando de esta manera el comportamiento adecuado del terreno durante la operación y puesta en marcha de la defensa. Dado que el lecho de río Chicama en su totalidad viene siendo conformado por el tipo de suelos gravoso y con poca presencia de arenas, por ende los resultados de capacidad admisible de carga a lo largo de estos será el mismo.



3.3. ESTUDIO DE CANTERAS

3.3.1. ESTUDIO DE CANTERAS PARA EL CUERPO DE DIQUE

En este caso tenemos el estudio de materiales para la construcción del cuerpo de dique, se tomara en cuenta la cantidad de material del que se dispone así como la cantidad requerida a fin de saber si se cumple o no con la demanda especificada por el presente diseño.

Las investigaciones realizadas vienen a ser indispensables a fin de determinar las características preponderantes en los materiales analizados para su utilización en el cuerpo de dique, la información obtenida de los sondeos realizados en campo a fin de determinar las propiedades con las que cuenta el material estudiado para los diseños requeridos.

3.3.2. CANTERA PROPUESTA

Tomando en cuenta las consideraciones descritas en el acápite anterior pasamos a realizar las inspecciones de campo respectivas a fin de encontrar el material adecuado para los trabajos de relleno y conformación de cuerpo de dique llegando a la ubicación de zonas a lo largo de todo el trazo del eje de defensa donde contamos con materiales de granulometrías diversas, conformadas por cantos rodados de tamaños medios y pequeños mezclados con limos arenosos de tonalidades marrones arrancados de áreas agrícolas aguas arriba y depositados en el cauce en mención como bancos de buena potencia.



3.3.3. DESCRIPCION Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL

Contamos con materiales de granulometrías diversas, conformadas por cantos rodados de tamaños medios y pequeños mezclados con limos arenosos de tonalidades marrones arrancados de áreas agrícolas aguas arriba y depositados en el cauce en mención como bancos de buena potencia (cuyo uso tiene como antecedente las diferentes obras de contención de enrocados construidas por el PERPEC en los años 2006 que vienen manteniéndose hasta la fecha), y en cantidades bastante considerables a lo largo de toda el área baja del río Chicama específicamente en las planicies donde se tiene planteada la construcción del proyecto.

- **CANTIDAD REQUERIDA**

La cantidad requerida por parte del proyecto viene siendo de 11250.00 m³ debidamente conformada y compactada a lo largo de cerca a 10 km de defensa

- **CANTIDAD DISPONIBLE**

La cantidad disponible viene a ser mucho mayor a la solicitada por parte de las estructuras de defensa propuestas, ya que contamos en promedio con un ancho de 180 m de descolmatación de lecho del río Chicama el cual será apilado, conformado y compactado en la margen derecha formando de esta manera la defensa ribereña propuesta.

3.3.4. UBICACIÓN

Los materiales vienen depositados a lo largo de todo el cauce y



margen derecha del rio Chicama, ubicación estratégica ya que mediante ella tenemos bancos de materiales puestos a pie de obra.

3.3.5. ACCESO

La accesibilidad queda saldada por el simple hecho de que el área de explotación y el de construcción de la estructura son compartidos.

3.3.6. DISPONIBILIDAD

Existe de parte de los pobladores de caseríos cercanos al rio, autoridades municipales, el consentimiento y facilidades para su explotación.



Figura 3-2. Lecho de rio (compuesta de materiales homogéneos de gravas heterométricas y timos arenosos en regular cantidad)

3.3.7. CANTERAS – ROCA PARA ENROCADO

3.3.7.1. CANTERA QUEBRADA “EL ABIGEO”

La cantera propuesta para el enrocado de protección en la cara



húmeda del dique de enrocado, viene a ser la encontrada en la quebrada antes señalada donde teneos la presencia de macizos rocosos de gran potencia conformados por granitos de tonalidades rojizas por encima producto del inclemente calor imperantes en la zona de estudio, pasando por tonalidades blancas en su parte interior las cuales vienen a ser las coloraciones originales del macizo.

3.3.8. DESCRIPCIÓN Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL

El material propuesto viene conformado por promontorios de rocas ígneas de buenas capacidades portantes, y tonalidades pardo rojizas utilizadas anteriormente en otras obras de enrocado fundadas en la margen derecha del río Chicama, con buenos resultados que perduran hasta la actualidad.

- **CANTIDAD REQUERIDA**

La cantidad requerida por parte del proyecto dentro de sus diferentes parte componentes asciende a 25000.00 m³ incluyendo una pérdida del 5% durante su explotación, transporte y colocación.

- **CANTIDAD DISPONIBLE**

Para el presente tenemos el material conformando un macizo rocoso de varias hectáreas de extensión y potencias mayores a los 5m, de los cuales hay de tomarse un área específica de aproximadamente 4 hectáreas (40,000m²) por lo cual el abastecimiento dentro del proyecto viene a ser suficiente.

3.3.9. UBICACIÓN

Esta viene ubicada en la margen derecha del río Chicama



específicamente en la quebrada conocida como El Abigeo, zona superior de la Localidad de Jolluco Tabacal.

3.3.10. ACCESO

Accesible por la carretera afirmada que va de la localidad de Molino hacia la referida quebrada a una distancia media de aproximadamente 7.5 km (a partir del centro de gravedad de la obra) mediante una la vía afirmada a proteger en una distancia de 7 km y una vía afirmada en reglas estado que va de Punta Moreno Hacia la referida quebrada en una distancia de 2.5 km pasando por la localidad de El Progreso.

3.3.11. DISPONIBILIDAD

Existe de parte de los pobladores de caseríos cercanos al río, autoridades municipales, el consentimiento y facilidades para su explotación. Así mismo se tiene el área debidamente saneada ya que no se tiene en su ámbito zonas arqueológicas o de interés comunitario.



Figura 3-3. Cantera para enrocado de protección Quebrada - El Abigeo



Figura 3-4. Quebrada El abigeo (área de explotación de los materiales a utilizar en el enrocado de las estructuras de contención)

3.3.12. MUESTREO DE CAMPO

Para la presente tenemos la extracción de materiales rocosos de buen tamaño extraídos de las canteras propuestas para su posterior ensayo en laboratorio de rocas

Cabe mencionar que debido a las dimensiones de los materiales encontrados se toma únicamente un trozo del material como representativo del promontorio rocoso encontrado para la posterior evaluación y consecuente explotación y uso en los elementos de la defensa propuesta.



Figura 3-5. Dique existente de material homogéneo (Construido por el PERPEC en el 2006), protegido por enrocados extraídos de la cantera propuesta para el presente estudio (Quebrada El Limo) con buenos resultados

3.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.4.1. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y GEOGRÁFICA

La cuenca de interés se ubica geográficamente entre los paralelos 7°21' y 7°59' de latitud sur, y los meridianos 78°14' y 79°20' de longitud oeste.

Políticamente la cuenca comprende parte de las provincias de Ascope, Gran Chimú, Otuzco y Santiago de Chuco de la Región La Libertad y de las provincias de Cajamarca y Contumazá en la región Cajamarca.

Hidrográficamente la cuenca limita con:

Norte : Cuenca del río Jequetepeque

Este : Cuenca del río Marañón

Sur : Cuenca del río Moche



Oeste : Vertiente del Océano Pacífico

Sureste : Cuenca del río Santa

El área que encierra la cuenca desde sus nacientes hasta su entrega en el océano Pacífico, es de 4,814.3 Km².

La información cartográfica obtenida corresponde a Cartas Nacionales a escala 1:100,000 y Planos Departamentales del Atlas Geográfico del Perú, ambos del IGN, se determina que la cuenca del río corresponde a una cuenca de forma semi alargada denotado por el tiempo de concentración han de producir en el río, hidrogramas de avenidas con caudales pico agudos y de carácter torrencioso debido a la pendiente del curso principal.

La cuenca en estudio se ubica entre los niveles topográficos 4,200 msnm y 440 msnm, tiene un área de 4,814.3 Km². El cauce principal de la cuenca recorre en dirección noroeste desde las nacientes del río Huancay, hasta su confluencia con el río Chuquillanqui, a partir de la cual, cerca de la localidad de Panana a 700 msnm, se desplaza en dirección sureste hasta llegar a nuestro punto de interés y posteriormente llegar al Océano Pacífico.

3.4.2. REGISTROS HIDROMETRICOS

Caudales máximos en 24 horas

Es necesario identificar un período común de análisis, siendo este 1971 – 2010 en cuanto a caudales máximos en 24 horas, de acuerdo a la información disponible y que se requiere para efectos de cálculo.

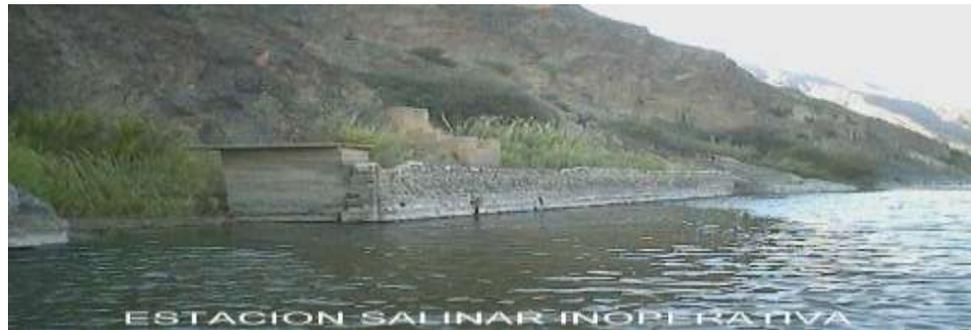


Figura 3-6. Foto de Estación Salinar



Figura 3-7. Foto de Estación Tambo

Probabilidad de ocurrencia

Existen varias fórmulas para calcular la probabilidad de ocurrencia, la misma que se muestra en las siguientes tablas, siendo la más utilizada la fórmula de Weibull.



FORMULAS EMPÍRICAS PARA DETERMINAR PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Método	Probabilidad de Ocurrencia (P)
California	$\frac{m}{n}$
Hazen	$\frac{m - 1/2}{n}$
Weibull	$\frac{m}{n + 1}$
Chegadaye	$\frac{m - 0.3}{n + 0.4}$
v	$\frac{m - 3/8}{n + 1/4}$
Blom	$\frac{3m - 1}{3n + 1}$
Tukey	$\frac{m - a}{n + 1 - 2a}$
Gringorten	

Dónde:

P= Probabilidad experimental o frecuencia relativa empírica

m= Número de Orden

n= Número de datos

a= Valor comprendido en el intervalo $0 < a < 1$, y depende de n, de acuerdo a la siguiente tabla

N	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
A	0.448	0.443	0.442	0.441	0.440	0.440	0.440	0.440	0.439	0.439

Fuente: ADMINISTRACION TECNICA CEL DISTRITO DE RIEGO CHICAMA (MINISTERIO DE AGRICULTURA)

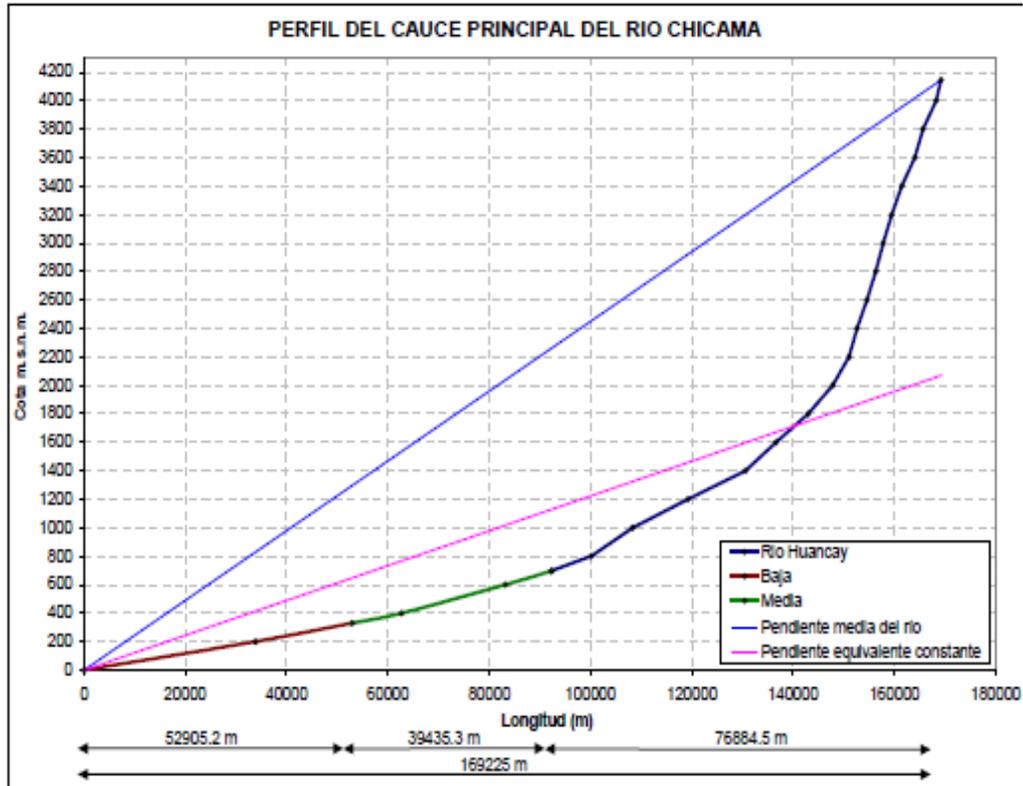


Figura 3-8. Perfil del Cauce Rio Chicama

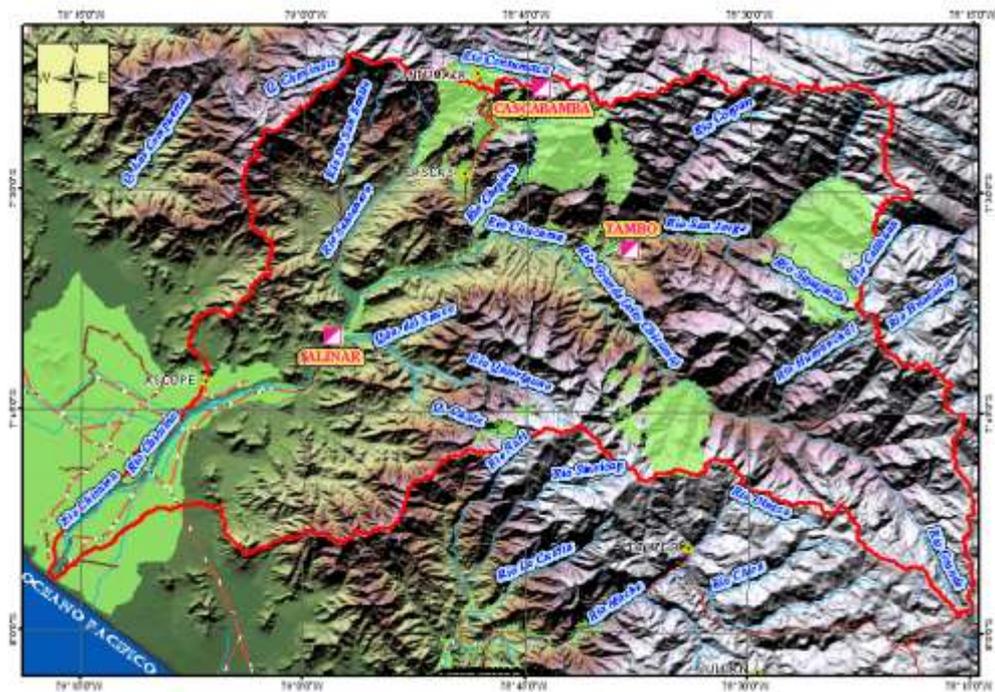


Figura 3-9. Cuenca del Rio Chicama



Cuadro III-3. Características Fisiográficas de la Cuenca

PARAMETROS		SUBCUENCA								
		Baja	Media	Rio Chuquillanqu	Rio Huancay	Rio Ochope	Rio Guimpeno	Rio Santanero	Cuenca	
SUPERFICIE TOTAL (km ²)		1149.2	457.7	909.2	1166.0	217.2	327.6	567.4	4814.3	
PERIMETRO (km)		168.3	139.5	147.4	192.7	75.5	87.9	111.4	417.8	
FORMA	COEFICIENTE DE COMPACIDAD	-	-	1.38	1.58	1.44	1.37	1.32	1.70	
	FACTOR DE FORMA	-	-	0.33	0.20	0.23	0.25	0.42	0.17	
S I S T E M A D E D R E N A J E	ORDEN DE RIOS	-	-	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	6.0	
	FRECUENCIA DE LOS RIOS (# total de ríos / km ²)	-	-	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	
	DENSIDAD DE DRENAJE (km/km ²)	-	-	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	
	EXTENSION MEDIA DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL (m)	-	-	433.4	472.9	438.0	426.8	406.7	486.5	
R E L I E V E	RECTANGULO EQUIVALENTE	LADO MAYOR (km)	-	-	58.0	81.8	30.7	34.4	42.3	182.6
		LADO MENOR (km)	-	-	15.7	14.5	7.1	9.5	13.4	26.4
	ALTUD MEDIA DE LA CUENCA (m)	-	-	2519.6	2617.9	2304.3	1741.4	1382.5	1748.7	
	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (%)	-	-	53.4%	52.4%	52.2%	55.4%	45.3%	44.8%	
	ALTURA MINIMA DEL CAUCE (m)	0.0	330.0	697.0	697.0	525.0	333.0	375.0	0.0	
	ALTURA MAXIMA DEL CAUCE (m)	330.0	697.0	3984.0	4146.0	3857.0	3673.0	2828.0	4146.0	
	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (m)	52.9	39.4	52.2	76.9	30.6	36.3	36.8	169.2	
	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE (%)	0.6%	0.9%	6.3%	4.5%	10.9%	9.2%	6.7%	2.4%	
	PENDIENTE EQUIVALENTE CONSTANTE DEL CAUCE (%)	0.7%	1.4%	4.4%	3.2%	10.1%	6.6%	3.6%	1.2%	
COEFICIENTE DE TORRENCIALIDAD (ríos/km ²)		-	-	0.14	0.10	0.15	0.16	0.14	0.12	
COEFICIENTE DE MASIVIDAD (m/km ²)		-	-	2.77	2.21	10.61	5.32	2.44	0.36	



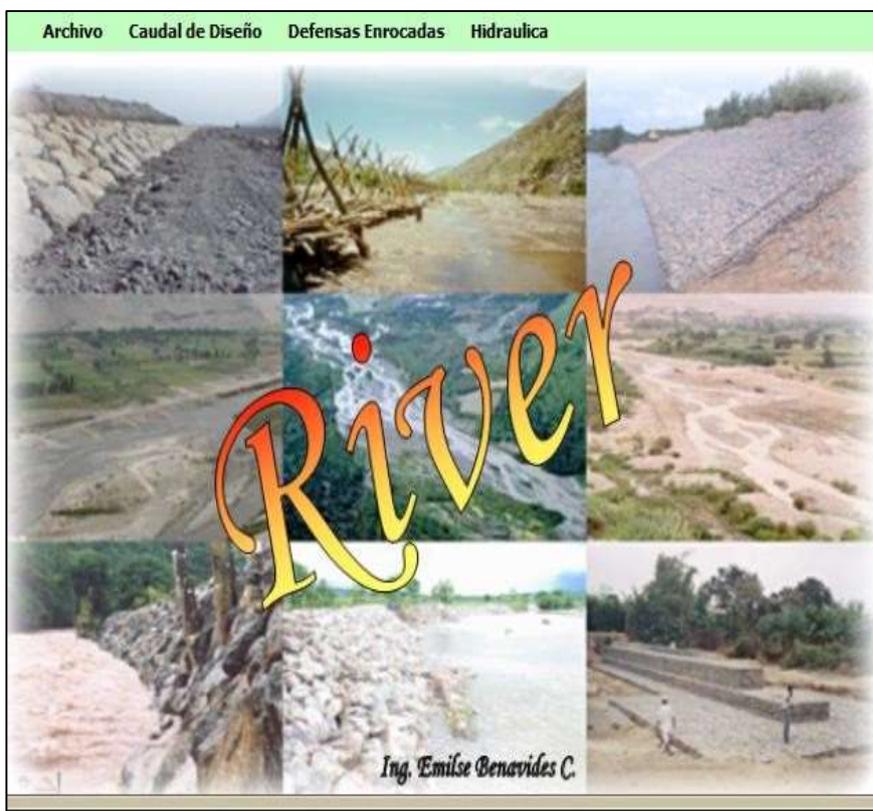
3.5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS APLICANDO EL PROGRAMA RIVER

Los cálculos hidráulicos para el presente proyecto, se ha realizado utilizando el programa “RIVER”, cálculos de obras de protección de cauces o defensas ribereñas.

- **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una estructura de protección en la margen derecha del rio Chicama para evitar el paso de sus aguas hacia la vía de acceso a la zona Molino y áreas cultivables aledañas en la margen derecha del rio.

Accedemos abrir el programa RIVER para comenzar la realización diseño de estructuras de contención para defensa ribereña en el rio alto CHICAMA tramo el molino distrito de cascás provincia de gran chimú – departamento la libertad.





‘ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN PARA DEFENSA RIBEREÑA ANTE
EL LATENTE FENÓMENO NATURAL DE EL NIÑO, DEL RIO ALTO CHICAMA TRAMO EL MOLINO DISTRITO
DE CASCAS PROVINCIA DE GRAN CHIMÚ – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD’

3.5.1. DATOS A UTILIZAR

REGISTRO DE DESCARGA MÁXIMA DIARIA DEL RIO
CHICAMA (m³/s) AÑO 1971 -
2010

Estación	Salinar - El Tambo	Latitud	7°40'00" S	Departamento	La Libertad
Tipo		Longitud	78°58'00" W	Provincia	Gran Chimú
		Altitud	350 msnm	Distrito	Chicama

ANOS	Caudal (m ³ /s)												MÁXIMO
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1971	26.04	101.72	427.09	286.43	32.62	12.43	7.31	5.79	7.02	10.48	8.58	26.69	427.09
1972	43.89	81.98	556.72	86.96	37.09	19.10	10.13	5.24	5.58	6.08	9.36	25.15	556.72
1973	118.22	100.05	161.79	466.69	97.09	26.83	15.55	9.84	10.83	21.23	14.93	26.51	466.69
1974	60.62	189.74	192.40	50.99	20.86	9.26	8.59	4.52	4.80	9.38	4.92	6.90	192.40
1975	38.04	245.94	406.90	212.75	43.20	18.59	8.98	10.00	10.12	32.50	12.03	6.20	406.90
1976	71.04	125.95	256.02	70.86	26.10	13.11	6.53	4.99	3.81	3.01	3.40	4.56	256.02
1977	35.92	382.00	184.00	149.00	43.70	13.30	8.00	5.95	5.12	7.49	4.90	4.90	382.00
1978	6.03	14.26	49.44	35.58	22.14	7.47	3.41	2.12	1.71	1.65	2.69	4.67	49.44
1979	6.78	37.50	181.52	36.20	9.69	6.60	3.10	2.38	2.21	1.29	0.96	0.89	181.52
1980	2.04	1.80	9.92	25.39	1.16	0.83	0.68	0.46	0.37	7.48	10.32	58.20	58.20
1981	17.87	289.00	326.50	30.33	13.71	6.70	4.12	2.64	1.88	6.86	19.71	34.88	326.50
1982	24.83	53.79	25.69	84.62	13.12	6.83	3.00	1.72	2.20	11.50	16.01	66.22	84.62
1983	112.35	81.80	900.00	600.00	400.00	72.00	15.60	9.00	9.12	11.80	9.06	38.32	900.00
1984	23.10	334.00	510.00	63.00	80.00	26.00	14.00	8.00	5.80	14.60	26.80	44.50	510.00
1985	9.30	24.46	71.00	24.40	10.52	4.86	2.99	1.94	4.14	2.70	1.40	7.32	71.00
1986	163.70	41.50	47.28	99.00	35.34	10.32	4.03	2.75	2.00	1.08	7.64	22.02	163.70
1987	123.42	153.78	72.61	59.04	46.29	7.19	3.73	4.34	2.24	2.99	7.27	3.40	153.78
1988	49.52	45.44	45.81	77.86	35.02	8.64	3.06	1.98	1.42	3.26	9.41	6.34	77.86
1989	32.13	178.21	137.04	116.08	46.86	9.95	6.98	4.02	2.96	18.12	13.38	1.69	178.21
1990	9.34	30.53	17.63	13.08	6.78	3.75	2.50	0.89	0.38	6.44	31.00	35.00	35.00
1991	8.88	21.63	79.51	36.89	18.25	4.76	1.59	0.63	0.30	3.04	3.10	12.51	79.51
1992	18.24	8.04	48.77	123.70	26.34	8.79	2.40	0.98	0.40	4.20	2.03	1.37	123.70
1993	7.69	78.40	297.94	177.18	47.44	20.30	6.99	4.04	9.09	23.34	57.91	47.06	297.94
1994	57.36	94.84	123.06	167.57	51.00	18.60	8.69	4.43	2.97	3.06	7.87	15.51	167.57
1995	15.78	77.27	43.46	61.85	13.54	6.40	3.46	2.73	1.14	0.88	6.76	24.29	77.27
1996	54.46	117.67	158.82	99.90	28.10	10.90	5.42	2.96	1.78	5.97	7.70	0.80	158.82
1997	2.46	33.39	23.14	24.18	20.21	3.36	1.84	0.43	0.18	3.46	16.53	112.42	112.42
1998	433.25	1,500.00	806.53	496.67	89.94	28.58	14.96	9.47	7.23	14.11	8.88	9.71	1,500.00
1999	38.67	313.15	155.57	69.87	78.18	20.43	13.79	7.34	9.38	13.87	7.94	29.68	313.15
2000	21.39	147.82	309.98	176.90	136.27	20.83	13.01	7.31	6.67	7.38	4.08	24.75	309.98
2001	71.55	93.30	328.94	255.60	29.76	20.22	11.10	7.22	6.75	5.39	27.41	21.54	328.94
2002	17.36	62.96	146.08	157.76	36.70	15.84	8.82	6.59	3.55	12.93	20.24	31.09	157.76
2003	26.72	44.27	44.45	40.11	27.22	8.93	5.22	2.78	1.74	1.30	1.81	28.78	44.45
2004	10.30	32.78	43.76	32.38	10.32	5.58	2.38	0.88	0.86	12.00	19.70	9.54	43.76
2005	25.25	39.74	63.81	51.26	14.42	3.94	2.46	1.01	0.45	3.02	0.93	18.70	63.81
2006	28.80	80.58	168.10	108.40	31.90	12.18	5.86	3.12	2.37	1.81	11.49	35.26	168.10
2007	39.34	47.46	112.53	120.94	43.66	14.94	6.24	4.27	2.90	8.58	14.46	10.88	120.94
2008	66.85	196.50	135.42	160.94	40.56	18.50	11.28	6.37	5.38	16.66	23.47	13.92	196.50
2009	65.15	131.38	186.21	95.68	45.44	20.67	11.26	7.04	4.82	9.89	29.36	51.94	186.21
2010	23.12	58.46	59.60	82.94	0.06	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	82.94
Nº Datos	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	
Promedio (m ³ /s)	50.17	142.33	197.88	128.23	45.27	13.69	6.73	4.20	3.79	8.27	12.14	23.10	250.29
Maxima (m ³ /s)	433.25	1,500.00	900.00	600.00	400.00	72.00	15.60	10.00	10.83	32.50	57.91	112.42	1,500.00
Desv. Estándar	72.03	239.33	205.50	131.16	63.86	11.95	4.44	2.87	3.07	7.05	11.18	22.35	269.20
Prom. de	39.80	118.23	147.50	88.44	31.03	7.81	3.70	2.39	2.56	5.43	8.05	16.24	173.90

Tomamos los caudales máximos de cada año según el informe de SENAMHI entre los años de (1971-2010), para darle mayor exactitud y así obtener el caudal de diseño.



3.5.2. CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

Acceder al menú principal y optamos por la pestaña **caudal de diseño**. El programa considera tres métodos para calcular el caudal de diseño: Estadístico, Empírico y Caudal Instantáneo. Utilizaremos el Método Estadístico.



EL PROGRAMA SOLICITA INGRESAR LOS DATOS BÁSICOS

Año	Nº	Caudal	T. R.	QNor	QGum	QPear
1983	1	900.00	40.00			
1972	2	556.72	20.00			
1984	3	510.00	13.33			
1973	4	466.72	10.00			
1971	5	427.09	8.00			
1975	6	406.90	6.67			
1977	7	382.00	5.71			
2001	8	328.94	5.00			
1981	9	326.50	4.44			
1999	10	313.15	4.00			
2000	11	309.98	3.64			
1993	12	297.94	3.33			
1976	13	256.02	3.08			
2008	14	196.50	2.86			
1974	15	192.40	2.67			
2009	16	186.21	2.50			

Parametros Estadísticos

Suma de Registros	8512.45	Numero Registros	40
Media	212.811	Media-Log	4.95666
Desviacion Estandar	180.485	Log-Desviacion Estandar	1.12838
Coficiente Asimetra	1.751	Log-Coficiente Asimetra	-2.11343
Coficiente Variacion	0.848	Log-Coficiente Variacion	0.22765

Caudal de Diseño (m3/s)

Met. Log Normal	Met. Gumbel	Met. Pearson	Qdiseño
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Coficiente R2

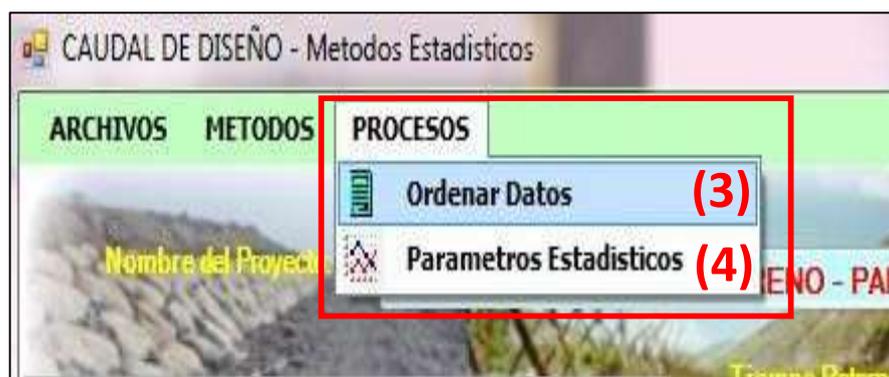
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------

RIVER-005

(1) Se ingresará los siguientes Datos Básicos:



- 12 Nombre del Proyecto: Diseño Hidráulico y Estructural de Defensa Ribereña del Rio Chicama, Tramo Punte Punta Moreno – Pampas de Jaguey.
 - Estación: Salinar - Tambo
 - Periodo de Retorno: (50 años)
 - Registro de Año Inicial y Final.
- (2) Ingresamos los Caudales en m³/s. año por año (1971 - 2010).
- (3) Para continuar con el Cálculo del Caudal de Diseño, se debe ordenar la información para calcular los parámetros estadísticos.
- (4) Optar por la opción Parámetros Estadísticos.



- (5) Los parámetros estadísticos considerados en el programa son: Suma de registros, Media, Desviación Estándar, Coeficiente de Asimetría, Coeficiente de Variación, Número de Registros, Media-Log, Log-Desviación Estándar, Log Coeficiente de Asimetría y Log-Coeficiente de Variación.



Año	Nº	Caudal	T. R.	QNor	QGum	QPear
1983	1	900.00	40.00			
1972	2	556.72	20.00			
1984	3	510.00	13.33			
1973	4	466.72	10.00			
1971	5	427.09	8.00			
1975	6	406.90	6.67			
1977	7	382.00	5.71			
2001	8	328.94	5.00			
1981	9	326.50	4.44			
1999	10	313.15	4.00			
2000	11	309.98	3.64			
1993	12	297.94	3.33			
1976	13	256.02	3.08			
2008	14	196.50	2.86			
1974	15	192.40	2.67			
2009	16	186.21	2.50			

(6) Cálculos estadísticos, el programa incluye tres modelos probabilísticos: Log Normal, Gumbel y Pearson III, para ello acceder al menú principal, considerando la opción Métodos.

CAUDAL DE DISEÑO - Metodos Estadisticos

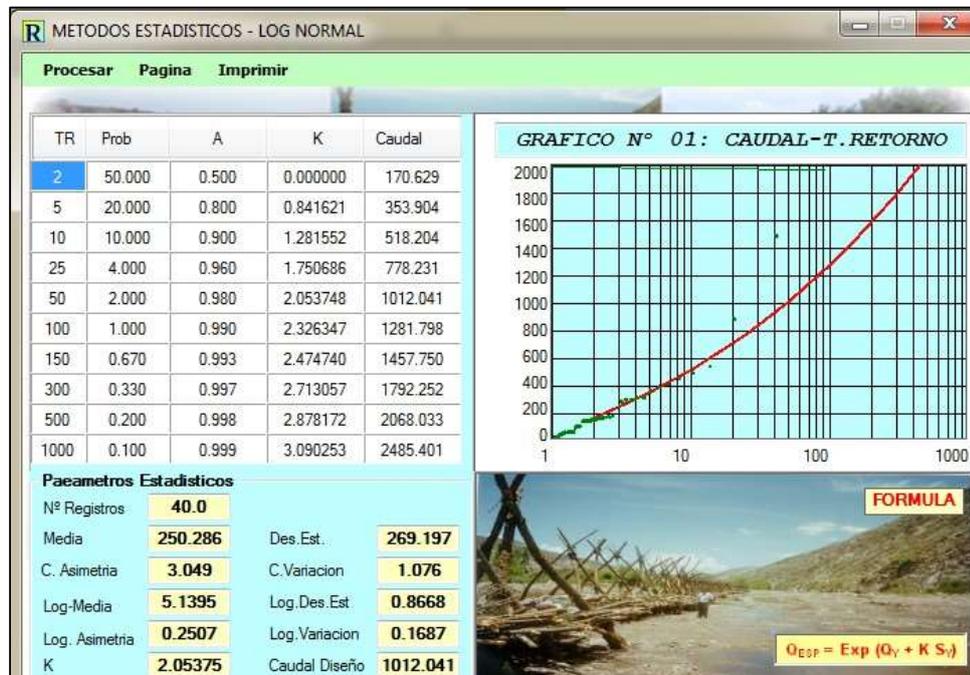
ARCHIVOS METODOS PROCESOS

(6)

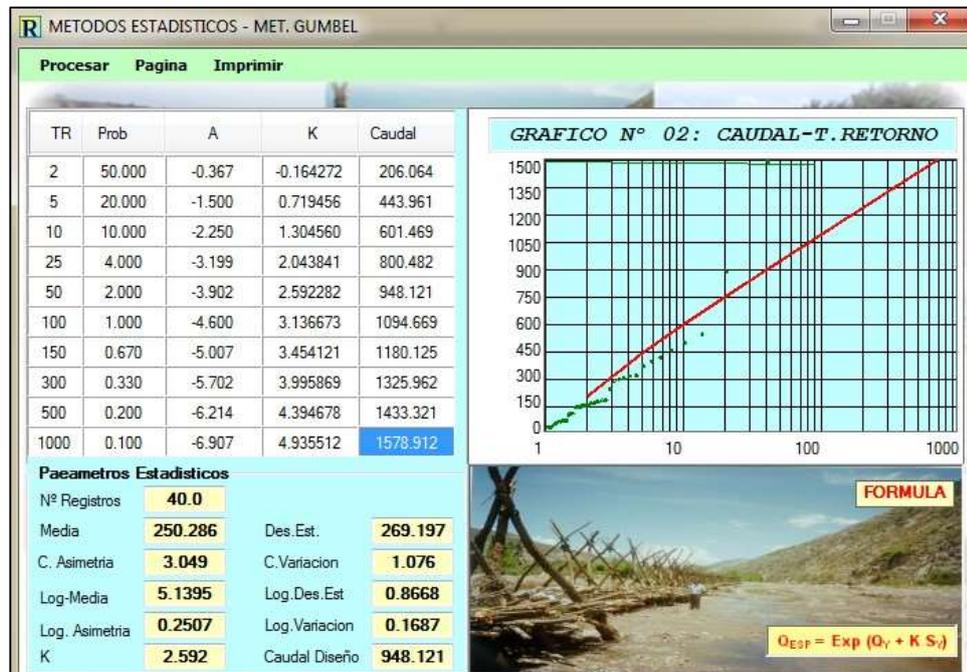
- Log. Normal
- Gumbel
- Pearson III



- Opción MÉTODO LOG NORMAL, damos un click en la pestaña **Calcular** dentro del Menú **Procesar**.

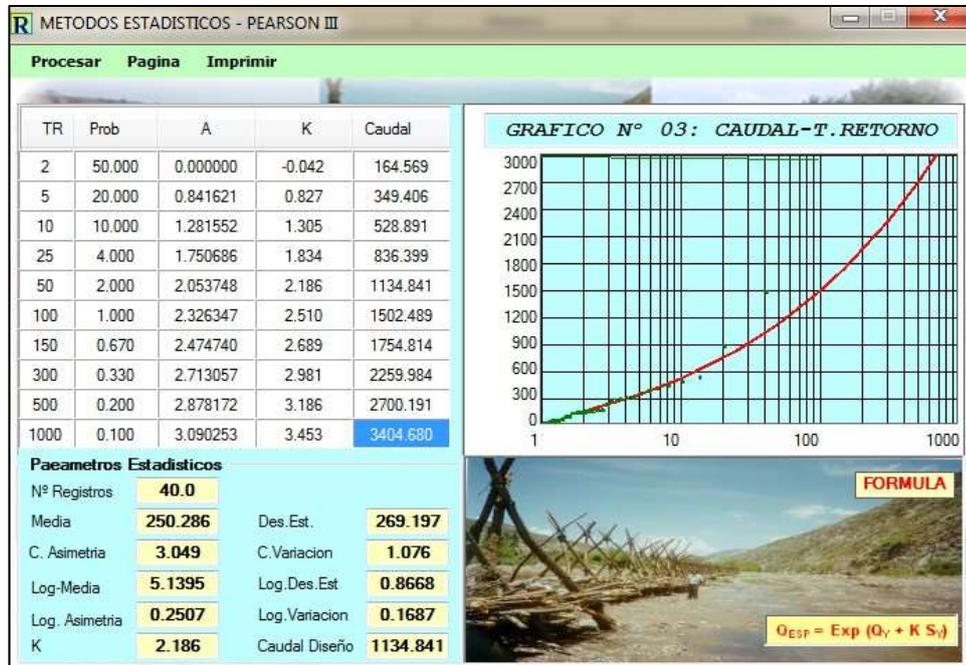


- Opción MÉTODO GUMBEL, damos un click en la pestaña **Calcular dentro** del Menú **Procesar**.





- Opción PEARSON III, damos un click en la pestaña **Calcular dentro del Menú Procesar.**



- (7) Finalmente se tendrá el cálculo de caudales mediante los tres modelos probabilísticos. El programa elegirá el Caudal de Diseño, haciendo click en





El caudal de diseño para el río Chicama según el Programa RIVER, es de 1,134.84 m³/Seg.

3.5.3. CALCULO DE DEFENSAS ENROCADAS

El Programa “RIVER”, ha incluido dos tipos de obras: Laterales y Espigones. Para ingresar al cálculo del primer tipo de obra, ir al menú principal optamos por la pestaña **Defensas Enrocadas**.

Utilizaremos Defensas Enrocadas – Laterales.



DIMENSIONAMIENTO DEL DIQUE LATERAL

(1) Primero ingreso la siguiente información inicial:

- Caudal: 1134.84 m³/s, por defecto incluye el caudal del ultimo método trabajado.
- Periodo de Retorno: 50 años
- Pendiente: 0.007 mm (Tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey).





(2) Para el Ancho Estable del Cauce (B), se tiene las siguientes consideraciones:

Ancho Estable del Cauce (B)	
Recomendación Practica	110.53
Metodo de Petits	
Metodo de Simons y Henderson	
Metodo de Blench y Altunin	
Metodo de Manning y Strickler	

- Recomendación Practica, está dada por una tabulación del caudal con apoyo del siguiente cuadro:

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

- Método de Petits, esta fórmula está en función del caudal de diseño. Hacemos click en el nombre M. Petits.

Ancho Estable del Cauce (B)	
Recomendación Practica	110.53
Método de Petits	149.57
Metodo de Simons y Henderson	
Metodo de Blench y Altunin	
Metodo de Manning y Strickler	

$B = 4.44 Q^{0.5}$



- Método de Simons y Henderson, está en función del caudal de diseño y de las condiciones de fondo y de su orilla del río, se calcula con:

Metodo de Simons y Henderson 192.02

Metodo de Simons y Henderson

$$B = K_1 Q^{1/2}$$

- Fondo y Orillas de Arena K1 = 5.70
- Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo K1 = 4.20
- Fondo y Orillas de Material Cohesivo K1 = 3.60
- Fondo y Orillas del cauce de Grava K1 = 2.90
- Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo K1 = 2.80

- Método de Blench y Atunin, el cálculo va a depender de Fb (diámetro del material de fondo) y de Fs (diámetro del material de Orilla), con los siguientes datos:

Metodo de Blench y Atunin 172.46

Metodo de Blench y Atunin

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

Factor de Fondo (Fb)

- 0.80 - Mat. Finos (Dm<0.50 mm)
- 1.20 - Mat. Gruesos (Dm>0.50 mm)

Factor de Orilla (Fs)

- 0.10 - Mat. Suelos
- 0.20 - Mat. ligeramente Cohesivos
- 0.30 - Mat. Cohesivos

- Método de Manning y Strickler, pide seleccionar el coeficiente de rugosidad “n”, coeficiente del tipo de material (k) y coeficiente del cauce (m).

Metodo de Manning y Strickler

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

Rugosidad del Cauce del RIO (n)

- 0.025 - Solido sin irregularidades
- 0.035 - Con fuerte transporte de acarreo
- 0.030 - Con acarreo irregular
- 0.040 - Con piedras de 0.25 a 0.30 m.
- 0.033 - Con vegetacion
- 0.045 - Con denubio grueso y acarreo movil
- 0.034 - Con denubio e irregular.

Mas Rugosidades

Metodo de Manning y Strickler

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

Coficiente - Tipo de Material (K)

- 10 - Valor Practico
- 12 - Mat. Aluvial
- 16 - Mat. Facilmente erosionable
- 03 - Mat. muy resistente

Coficiente Cauce (m)

- 0.50 - Rios de Cauces Aluviales
- 0.70 - Rios de Cauces Arenosos
- 1.00 - Rios de Cauce de Montaña



Finalmente se aprecian los valores del ancho estable del rio “B”, mediante los 5 métodos.

Ancho Estable del Cauze (B)	
Recomendacion Practica	110.53
Metodo de Petits	149.57
Metodo de Simons y Henderson	192.02
Metodo de Blench y Altunin	172.46
Metodo de Manning y Strickler	163.20
Seccion Teorica del Cauze	
Metodo de Manning	Plantilla (B) 158.00

(3) Sección Teórica del Cauze, comprende calcular el Tirante (Y), Ancho (T), Area (A), Perimetro, Velocidad y N° Froude; mediante el Método de Manning y Strickler. Mediante el Método de Manning, el programa calculara los elementos hidráulicos de la sección del cauce, haciendo click en el cajetín del Método de Manning.

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: DEFENSA RIB

Informacion Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
1134.84	50.00	0.00700

Ancho Estable del Cauze (B)

Recomendacion Practica	110.53
Metodo de Petits	149.57
Metodo de Simons y Henderson	192.02
Metodo de Blench y Altunin	172.46
Metodo de Manning y Strickler	163.20

Seccion Teorica del Cauze

Metodo de Manning	Plantilla (B) 158.00
-------------------	-------------------------

Tirante (Y)	Ancho (T)	Talud (Z)
1.93	165.72	2.00
Area (A)	Perimetro	B. Libre (Bl)
312.39	166.63	0.77
Velocidad	Nº Froude	Rugosidad
3.634	0.835	0.0350

(3)



- (4) Cálculo de las dimensiones del dique, el programa requiere definir el tipo del dique y el tipo de suelo. El programa incluye dique recto y dique curvo, con respecto al tipo de suelo, éste considera dos tipos: suelo cohesivo y no cohesivo. Tanto para el tipo de dique recto y curvo se debe ingresar el diámetro de la partícula en milímetros, para el caso de dique curvo, adicionalmente ingresar el radio de curva.

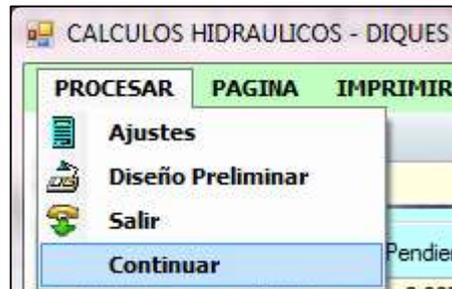
Dimensiones del Dique	
Forma Dique	Tipo de Suelo
<input checked="" type="radio"/> Recto	<input checked="" type="radio"/> No Cohesivo
<input type="radio"/> Curva	<input type="radio"/> Cohesivo
Dm (mm)	Radio Curva
0.00	
Módulo de Socavaciones	
Dique en Recta	Dique en Curva
Tirante de Socavacion (m)	
Infinito	
Profundidad de Socavacion (m)	
Infinito	
Altura de Uña	
Infinito	(4)
Altura de Dique	
2.60	
Altura Total (m)	
Infinito	

- (5) Diseño Preliminar Sugerido, Se puede considerar un diseño preliminar, accediendo al menú Procesar, luego la opción Diseño Preliminar.

Diseño Preliminar Sugerido		
	D.Recto	D.Curva
Ancho Corona (m)	4.00	
Altura Dique (m)	2.70	
Altura Enrocado	2.70	(5)
Altura Uña (m)	1.00	
Ancho de Uña (m)	1.50	
Altura Total (m)	3.70	



Para continuar con el diseño de la estructura de protección, ir al menú **Procesar**, y seguir con **Continuar**.



DIMENSIONAMIENTO DE ENROCADO

El diámetro de la roca es dimensionado a través de las fórmulas de Maynard e Isbash.

DIQUE EN tramo en Recta

Alt. Dique	Alt. Enroca	Alt. Uña	B. Libre	Caudal	Velocidad	Talud	Ancho Uña	Z.seco	Wroca	Anq. Fic
2.60	2.60	0.80	0.80	680.68	3.45	2.00	1.20	2.00	2.00	35.00

DIQUE en Tramo en Curva

Alt. Dique	Alt. Enroca	Alt. Uña	B. Libre	Caudal	Velocidad	Talud	Ancho Uña	Z.seco	Wroca	Corona
								2.00	1.70	4.00

Formula de Isbash

$$D_{50} = 0.58823 V^2 / (w g)$$

Gravedad: 9.81
Velocidad: 3.45
Wroca: 2.00

Formula de Maynard

$$D_{50} = t C_1 F^2$$
$$F = C_2 V / (g y)^{0.5}$$

Gravedad: 9.81
Velocidad: 3.45
Tirante: 1.80
Tirante Socavacion: 2.57
C1: 0.32
C2: 1.25

DIQUE EN RECTA- D50 (m)

Maynard:
Isbash:

Deslizamiento: Volteo:

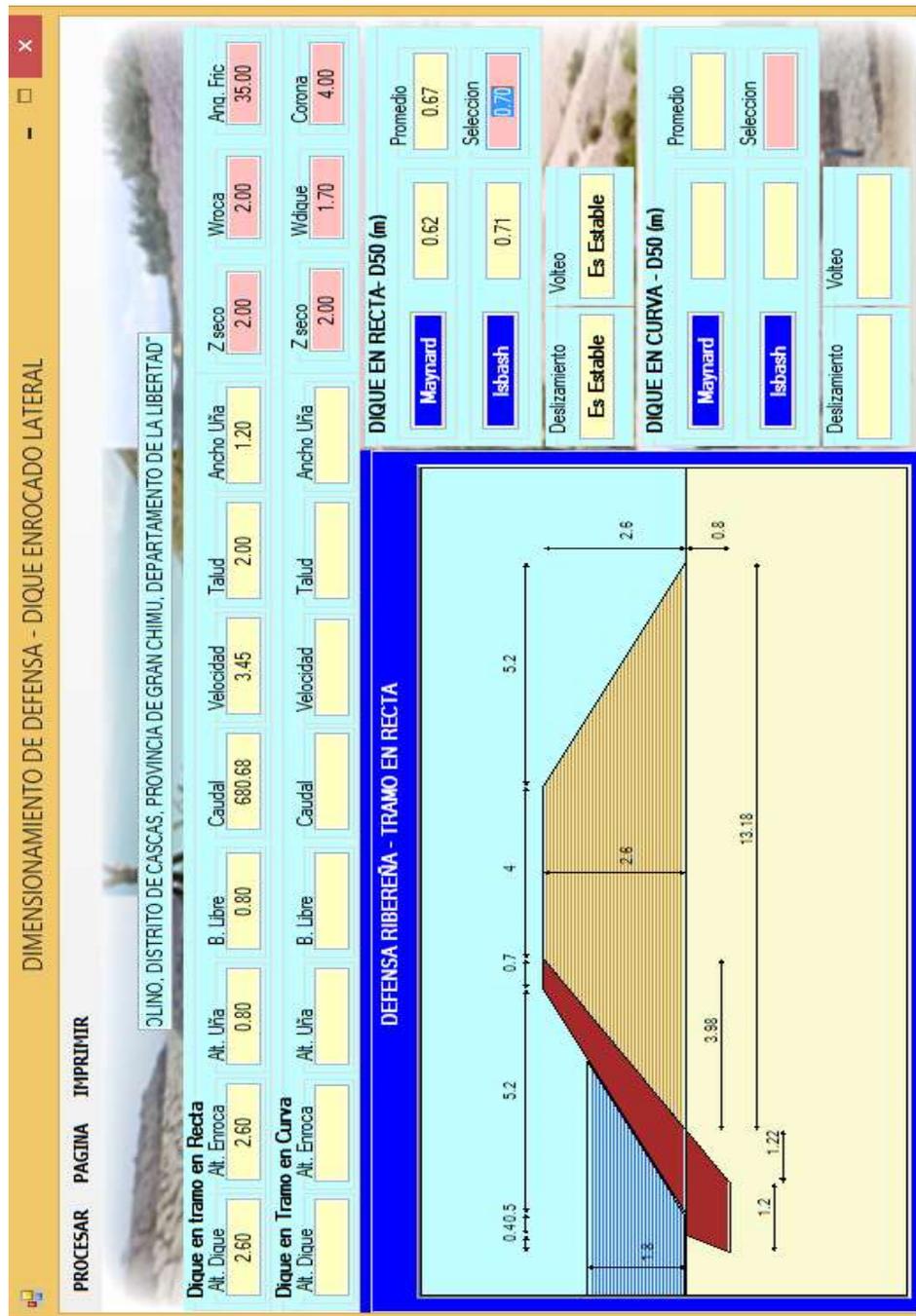
DIQUE EN CURVA - D50 (m)

Maynard:
Isbash:

Deslizamiento: Volteo:



El programa considera el diámetro como el promedio de estos métodos. Adicionalmente se puede visualizar gráficamente la estructura con sus dimensiones, tanto para el dique de forma recta como curva. Además, nos permite verificar la estabilidad de la estructura al deslizamiento y volteo.





3.6. ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL

3.6.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS

Esta etapa se realiza en base a la visita de campo y los componentes del proyecto, los cuales contemplan la construcción de estructuras de protección con materiales propios del cauce del río, así como con materiales de préstamo como la roca extraída de cantera (Quebrada El Abigeo), utilizándose maquinaria pesada en carguío y transporte de roca desde aguas arriba del río Chicama en el sector escogido por el proyectista, a una distancia media aproximada de 7.50 Km de la obra.

La identificación de los impactos más importantes que se prevén en las Áreas de Impacto Directo e Indirecto se efectúa en la Matriz Causa Efecto, dando lugar a la matriz reducida en la que figuran sólo dichos impactos,

De este modo hemos identificado 14 interacciones principales.

La descripción se efectúa predominantemente empleando la denominación de los Factores Ambientales afectados, mencionando las principales Acciones que los afectan.

3.6.2. FACTORES AMBIENTALES.-

Los Factores Ambientales que en un primer planteamiento de matriz se establece que serán afectados se presentan a continuación; y en el Cuadro, agrupados en Componentes y estos a su vez en Categorías.

- Suelos
- Agua
- Calidad del Aire (gases, partículas)
- Microclima
- Micro flora
- Agricultura
- Vistas Panorámicas y Paisajes



- Empleo
- Red de servicios

Así mismo hemos definido las Acciones previstas en el proyecto, las que se describen.

Luego hemos identificado todas las interacciones posibles entre Factores Ambientales y Acciones del Proyecto, que son todas las que figuran en el Grafico, y finalmente identificamos las interacciones más importantes, o efectos que en el mismo cuadro figuran en color más oscuro. Con este análisis se determinó que los principales factores ambientales a ser afectados son:

- Suelos
- Aguas Subterráneas
- Calidad del Aire (gases, partículas)
- Agricultura
- Empleo

Según la clase de impacto el proyecto deberá adoptar medidas de mitigación y compensación en los casos de daños y potenciación en casos de efectos positivos, los que figurarán en el Plan de Manejo Ambiental. La descripción de los Impactos considera implícitamente las medidas de mitigación respectivas que, por otra parte, son obligatorias de cumplirse. Con el mismo criterio describimos algunos impactos con carácter preventivo, es decir a fin de evitar, lo que es perfectamente posible, que ocurra, tales como los casos de contaminación por operación-mantenimiento de maquinaria.

A continuación se presentan los efectos identificados, poniendo énfasis el área o elementos que se afectará y en la fuente del impacto.



3.6.3. IMPACTOS SOBRE EL SUELO Y LECHO DE RIO (FÍSICO - QUÍMICAS)

- **CONTAMINACIÓN DE SUELOS CON DERIVADOS DE PETRÓLEO**

Constituirá un impacto negativo, producido tanto en la fase de construcción como en la de operación-mantenimientos del proyecto.

Consiste en que la maquinaria y equipo a utilizarse durante los trabajos de construcción pueden ocasionar contaminación del suelo, ya sea por escapes accidentales como por mala operación por parte de los operarios. Los sitios con mayor probabilidad de ocurrencia serán el patio de máquinas-taller y en menor grado en las vías de acceso y áreas de trabajo, pero ese riesgo es restringido a un área menor y tratado en el Plan de Manejo Ambiental, por lo tanto es un impacto simple.

- **ALTERACIÓN EN EL USO ACTUAL DEL SUELO**

La alteración en el uso actual del suelo constituirá un impacto positivo; se presentará durante la fase de operación-mantenimiento del proyecto, y será debido principalmente a la Alteración de la Cobertura Vegetal que pasará de cultivos de relativa baja productividad a cultivos de mayor rendimiento. Será una alteración permanente, porque las acciones que lo producirán tendrán ese carácter.

Otras alteraciones en el uso del suelo, como la construcción de vías de acceso y la habilitación del botadero y del relleno sanitario, serán impactos negativos, pero tendrán menor incidencia por el área comprometida.



- **ALTERACIÓN EN LA CALIDAD DEL SUELO**

Constituirá un impacto positivo, presentándose durante la fase de operación-mantenimiento y debido a la Alteración de la Cobertura Vegetal y a la recuperación de las áreas agrícolas perdidas. Ambas causas están íntimamente ligadas y supondrán la implantación de una agricultura de alto rendimiento como arrozales y cañaverales y que además posibilitará disminuir la incidencia de la inundación por las grandes avenidas, en las áreas que actualmente se presenta. En tanto las buenas prácticas agrícolas van mejorando el suelo, la aplicación de agua en proporciones menores y ajustadas a las necesidades del crecimiento vegetativo de las plantas, abatirá el nivel de la napa freática. Este efecto positivo se presentará en la mayor parte del Área de Influencia Directa.

Finalmente en el parque de maquinaria donde esta es sometida a mantenimiento, es probable el efecto negativo del derrame de combustibles, lubricantes y carburantes, lo que también puede producirse en las vías y áreas de trabajo.

- **DEPÓSITO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS**

Durante la fase de construcción estos residuos consistirán sobre todo en desmonte como residuo de la excavación y relleno, restos de acero y madera en las áreas de construcción; así mismo en el campamento y área de mantenimiento de maquinaria: Cartón, papel común, bolsas plásticas, restos de comida, envases de todo tipo, neumáticos, filtros, piezas de maquinaria, entre otros. Durante la Fase de Operación del Proyecto se generarán principalmente residuos orgánicos en las áreas de cultivo, y en las viviendas ya existentes. Se continuará produciendo como residuos: Cartón, papel común,



envases, bolsas plásticas.

Todos estos residuos deberán ser depositados convenientemente en el botadero, y relleno sanitario según la clase de residuo.

Los residuos líquidos, por su parte, se refieren a las aguas servidas que se generarán en el campamento durante la fase de construcción, y en las viviendas existentes y por construirse durante la fase de operación mantenimiento.

Un manejo deficiente de ellas podría desencadenar problemas de salubridad entre los trabajadores, pobladores y el entorno.

3.6.4. IMPACTOS EN EL AGUA

- **DISMINUCIÓN DEL FLUJO DE INUNDACIONES LAS ÁREAS AGRÍCOLAS DE LA POBLACIÓN.**

Durante la operación–mantenimiento del proyecto se producirá una paulatina y muy lenta depresión de la napa freática en el Área de Influencia Directa, es decir en el subsuelo del área agrícola fenómeno que estará condicionado a la calidad de los suelos y a la cota del terreno. Ello constituirá un efecto positivo.

Para preservar la calidad de las aguas, se deberá prever un adecuado tratamiento de los residuos líquidos provenientes del campamento.

- **TURBIDEZ DEL AGUA DURANTE LAS EXCAVACIONES Y DRAGADO DEL LECHO DE RIO**

Durante la fase de construcción en general del proyecto que consta de actividades de limpieza, conformación y compactación de diques, conformación y nivelación de



plataformas, extracción, acopio y selección de materiales en el caso de los gaviones que constituyen mecanismos que generan la turbidez del agua que entra en contacto con estas actividades. Es así mismo que se deberá realizar el dragado del lecho de río que ha de servir como cuerpo de dique de manera controlada a fin de evitar la sobre excavación en algunos puntos, así como evitar la turbidez en otros a lo largo de toda la franja de construcción.

3.6.5. IMPACTOS EN EL AIRE

- **AFECTACIÓN EN LA CALIDAD DEL AIRE EN LA POBLACIÓN.**

La calidad del aire se verá negativamente afectada durante la construcción, principalmente de las vías de acceso y la excavación y colocación del enrocado, extracción de la cantera, para la instalación de las defensas ribereñas. En estos casos el movimiento de tierras, transporte de materiales de construcción, transporte de materiales excedentes, transporte de personal, y la explotación de canteras determinarán la suspensión de material particulado (polvo) que se extenderá en un área más o menos amplia.

Además el funcionamiento de la maquinaria provocará incremento de partículas proveniente de los sistemas de combustión interna., debiendo tomarse las medidas mitigadoras debidas.

El aumento de material particulado podrá elevar los índices de afecciones respiratorias y alérgicas en los trabajadores.

Durante la fase de operación – mantenimiento la afectación será pequeña y provendrá principalmente de las vías.



- **GENERACIÓN DE RUIDOS OCUPACIONALES QUE AFECTEN A LA POBLACIÓN.**

Durante la fase de construcción de las diferentes componentes del proyecto se estará generando ruido en el área, por encima del ruido ambiental registrado y bordeando los límites permisibles, especialmente por el uso de maquinaria y equipo, para explotación de canteras (para el caso de enrocados se hará uso de explosivos), excavación de cimentaciones, transporte de material, transporte de personal y por la concentración de trabajadores. Los mayores niveles se darán en los lugares de explotación de canteras de bloques para enrocados en los cuales se tendrán el uso de explosivos lo cual deviene en la generación de ruidos molestos sobre todo por estar sobre una zona de concentración humana tal es el caso de la localidad de Punta Moreno.

3.6.6. IMPACTOS EN LOS FACTORES BIOLÓGICOS QUE AFECTEN A LA POBLACIÓN

Por tratarse el Área de Impacto Directo de área agrícola preexistentes y otras áreas con características desérticas, los efectos positivos y negativos sobre la flora y fauna serán poco significativos, más aún si tenemos en cuenta que el área del proyecto es pequeña si la comparamos con el área de los pisos ecológicos propios de la zona: Desierto superárido – Templado cálido (ds-Tc), Desierto desecado – Templado cálido (dd-Tc) y Desierto perárido – Templado cálido (dp-Tc), y que abarcan centenares de kilómetros cuadrados.

Por otro lado no existen especies en peligro que vayan a ser afectadas por el proyecto.



En cambio, los efectos positivos del proyecto, permitirán además un mejor control de los arbustos debido a la alteración en el uso del suelo y al regadío. Los cultivos previstos a implantarse son: Cebolla amarilla dulce, alcachofa, maíz morado, cañaverales, frutales.

3.6.7. IMPACTOS EN FACTORES SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

- **MEJORA EN LA AGRICULTURA DE LA ZONA**

Este constituirá un efecto positivo a lograrse en la fase de operación y mantenimiento.

La actual agricultura de la zona, será mejorada con el proyecto, debido a las nuevas características que adquirirá la explotación agrícola principalmente con el control de las avenidas del río Chicama.

A ello se une los criterios de organización que deberán adoptar los agricultores, los cuales estarán orientados a lograr una agricultura de alta rentabilidad y en el aspecto de comercialización identificar igualmente mercados muy rentables.

- **EFFECTOS SOBRE EL PAISAJE**

El factor ambiental Vistas Panorámicas y Paisajes, correspondiente al Componente Valores Estéticos y de Interés Humano, tendrá efectos muy diferentes en las fases de construcción y de operación mantenimiento. En la fase de construcción sufrirá un efecto negativo por las actividades necesarias para la implementación de las vías de acceso, así como por la excavación y enrocado para la instalación de las



obras de defensas. La magnitud de este efecto dependerá del número de los frentes de trabajo, pero en cualquier caso será localizado. Y será un efecto temporal, solo de la fase de construcción.

Durante la fase de operación-mantenimiento el efecto en las Vistas Panorámicas y Paisaje será positivo puesto que la Alteración de la Cobertura Vegetal y la recuperación de las áreas agrícolas determinarán en toda la extensión del proyecto y durante toda esta fase poderse apreciar un paisaje agrícola más ordenado y uniforme, y en general de mejor aspecto.

- **INCREMENTO EN LOS NIVELES DE EMPLEO Y SUB-EMPLEO**

El factor empleo en el Área de Impacto Indirecto y Área de Influencia Directa se verá significativamente favorecido en las fases de construcción y operación – mantenimiento del proyecto, siendo numerosas las Acciones del proyecto que contribuyen a ello: Todas las de la fase constructiva y de Acopio en la operación. El empleo permanente será no sólo para los beneficiarios directos, sino también para proveedores de servicios como técnicos, transportistas, comerciantes, etc.

El empleo temporal favorecerá a parte de la población económicamente activa de los pueblos del valle, tales como MOLINO, 9 DE OCTUBRE y BAÑOS CHIMÚ, particularmente a la mano de obra de construcción civil durante las construcciones que durará aproximadamente 6 meses, y a los trabajadores rurales durante las épocas de siembra y cosecha agrícolas. De manera temporal, se requerirán los servicios de empresas consultoras y constructoras.

El Proyecto será centro de atracción laboral para muchos



moradores, en la fase de construcción, resultando un balance positivo para los habitantes de la zona, que se verán beneficiados por la contratación de la mano de obra no calificada y personal técnico de nivel medio. Al finalizar la etapa de construcción la gran mayoría de obreros locales regresarán a las labores que desempeñaron anteriormente. Constituye en suma un impacto altamente positivo.

- **INCREMENTO EN LA RED DE SERVICIOS**

Las características de la producción agrícola prevista en el proyecto por la recuperación de las áreas inundadas por el río Chicama y que en resumen busca la explotación de parcelas medianas en las que se instalarán frutales de alta rentabilidad, cuya comercialización se orientará a mercados de alto consumo, requerirá de servicios de excelente calidad. Estos aún no se dan en el área del proyecto ni en el valle en su conjunto. En consecuencia al lograrlos en este proyecto constituirá un importante avance en este rubro, elevando el nivel de dichos servicios y además influyendo positivamente en toda la zona, como ejemplo a imitarse.

3.6.8. IMPACTOS EN FACTORES ECOLÓGICOS EN LA POBLACIÓN

- **DISMINUCIÓN DE LA INVASIÓN DE MALEZA**

Este es un efecto positivo previsible durante la fase de operación mantenimiento del proyecto, de acuerdo a lo establecido al analizar los criterios de estabilidad de este, como sistema. Además en el proyecto, debido a los niveles de rentabilidad que se espera para darle sostenibilidad, deberá mejorarse las prácticas y establecer formas de control.



CAPITULO IV: RESULTADOS



4.1. RESULTADOS TOPOGRÁFICOS

Los planos adjuntados a la presente tesis vienen a estar debidamente detallados con los resultados de los diseños realizados y un inventario adecuados de obras de arte a lo largo del alineamiento a fin de una fácil materialización al momento de su respectiva ejecución.

La monumentación de los BMs de control viene siendo bastante detallada para su fácil ubicación en el área del proyecto. Las poligonales sobre la cual se trabajó vienen a ser poligonales abiertas.

- **Generación de Planos**

Los planos generados han sido trabajados en el programa indicado anteriormente. Se ha generado varios planos que se describen a continuación:

Plano Topográfico de la Planta General del área de la defensa, Perfil y Secciones Transversales del terreno sobre el cual influirá la defensa proyectada, donde se detalla las curvas a nivel a cada 1,00 m. Plano de en planta y perfil así como secciones del eje.

4.2. RESULTADOS DE ESTUDIOS DE SUELOS

4.2.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

A continuación se tiene el cuadro siguiente en el cual podemos apreciar los resultados de los porcentajes aproximados de materiales componentes de los suelos estudiados y de los suelos en general del área del proyecto, así como los resultados de los ensayos obtenidos en laboratorio practicados a las porciones en análisis.

De acuerdo a lo observado podemos decir que los suelos en su mayoría vienen siendo compuestos por materiales gravosos redondeados y sub redondeados de tonalidades blanco grisáceas



en su mayoría, mezclado en con regular o poca cantidad de arenas de diferentes tonalidades y escasa presencia de finos compuesta en su totalidad por limos de tonalidades oscuras y nulas propiedades plásticas producto del lavado de las arcillas por el mismo rio Chicama. (Ver Cuadro III-3).

Cuadro III-4. Descripción de Resultados de Estudios de Suelo

PROG.	PROF.	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL	LP	IP	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCIÓN
0+100	1.50	76.00	23.30	0.70	15.34	NP	NP	GP	A-1-a(0)	Gravas pobremente gradadas con poca presencia de finos
0+500	1.50	68.82	30.94	0.24	21.84	NP	NP	GW	A-2-4(0)	En su mayoría gravas bien gradadas alternada con regular cantidad de arenas de diferentes tonalidades y escasa presencia de finos en su composición
1+00	1.50	73.38	26.25	0.37	18.21	NP	NP	GW	A-2-7(0)	Gravas bien gradadas con regular cantidad de arenas y escasa presencia de finos
1+500	1.50	57.65	42.24	0.11	16.46	NP	NP	GP	A-1-b(0)	Gravas pobremente gradadas alternada con regular cantidad de arenas y nula presencia de finos
2+00	1.50	70.38	29.38	0.24	18.62	NP	NP	GW	A-1-a(0)	Gravas bien gradadas con poca presencia de arenas angulosas de varias tonalidades, nula presencia de finos
2+500	1.50	79.44	20.44	0.12	21.07	NP	NP	GW	A-2-4(0)	Configuración similar a la anterior

Fuente: Elaboración Propia.

4.3. RESULTADOS DE ESTUDIOS DE CANTERAS

Tenemos los siguientes ensayos propuestos realizados al material ROCOSO:

- Tenemos los ensayos de compresión simple a fin de ver el grado de densidad y resistencia del material dentro de la defensa planteada.
- Finalmente y con los datos antes encontrados tenemos la clasificación geomecanica de manera cualitativa realizado al material a fin de ver sus cualidades y así determinar su aptitud para su utilización dentro de los elementos conformantes de la defensa.



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

De acuerdo a los resultados arrojados así como a las inspecciones realizadas en campo y a los antecedentes del material como parte de otras estructuras de contención construidas, podemos concluir que este viene a ser adecuado para su utilización dentro de la defensa planteada ya que no solo se encuentra en buen estado sino que su uso en estructuras de protección construidas anteriormente (caso de la defensa en la margen izquierda a la salida del Puente Punta Moreno, y la defensa en la margen izquierda en la zona de Huabalito construida por el PERPEC en el 2006), así lo demuestran por ende esta viene a ser la cantera adecuada para la protección del talud húmedo del dique de protección propuesto.

Los ensayos de laboratorio practicados al material vienen anexados a la presente memoria.

4.4. RESULTADOS DE ESTUDIO HIDROLÓGICO

- En el desarrollo de del informe hidrológico se ha tomado en cuenta la información hidrométrica correspondiente a la estación de aforo denominado SALINAR – EL TAMBO.

PARA CAUDAL MÁX. 24 HORAS

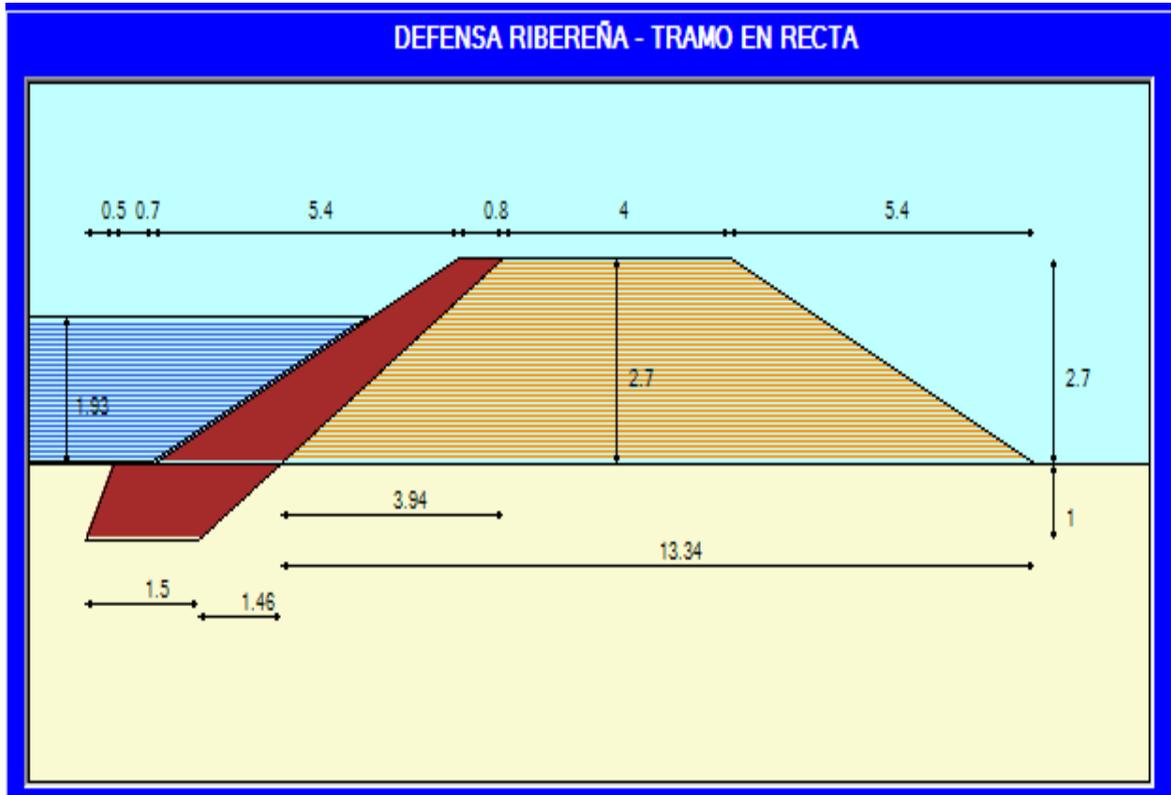
ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Salinar - El Tambo	07°40'00"S	78°58'00"W	350 msnm

- El periodo que se consideró para el análisis estadístico de datos es de 1971 – 2010.



4.5. RESULTADOS DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS UTILIZANDO EL PROGRAMA RIVER

DISEÑO FINAL DE DEFENSA RIBEREÑA CON REVESTIMIENTO DE ENROCADO



4.6. RESULTADOS DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los 14 impactos identificados y descritos en los ítems anteriores son positivos o negativos, y ello está incluido en la descripción correspondiente.

Además, en el siguiente cuadro se ha evaluado en forma general los impactos negativos como Impacto Simple, Impacto Moderado o Impacto Alto. (Ver Cuadro III-8).



CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1. TOPOGRÁFICAS

- Los planos adjuntados al presente informe vienen a estar debidamente detallados con los resultados de los diseños realizados y un inventario adecuados de obras de arte a lo largo del alineamiento a fin de una fácil materialización al momento de su respectiva ejecución.
- El alineamiento vertical viene dado básicamente en dirección descendente con pendientes bastante moderadas o bajas típicas de relieves de ríos costeros.
- La documentación de los BMs de control viene siendo bastante detallada para su fácil ubicación en el área del proyecto.
- La poligonal sobre la cual se trabajó viene a ser una poligonal abierta trazada básicamente en la margen y flanco derecho del río Chicama.

5.2. SUELOS Y CANTERAS

- De acuerdo a los estudios realizados podemos concluir que los depósitos donde han de ser emplazadas las obras de contención diseñadas, vienen a ser en su totalidad depósitos aluviales estables y buena potencia, acumulados por parte del río Chicama a lo largo de los diferentes cursos adoptados por este durante su tiempo de vida.
- Los materiales componentes de los depósitos aluviales para el presente proyecto constan básicamente en bolones y gravas heterométricas redondeadas de diferentes tonalidades, alternados en algunos casos con limos componentes de suelos agrícolas productos del arranque y acciones erosivas de las aguas de río hacia las áreas de cultivo.
 - La calidad de los materiales presentes en las canteras vienen garantizados por los ensayos de laboratorio



practicados, así como por el uso dado a estos por otros proyectos similares como son:

- Las canteras propuestas viene siendo debidamente saneadas y aptas para las diferentes estructuras proyectadas en el presente estudio ya que no se encuentran en lugares protegidos por el INC, reservas o parques ecológicos por lo cual su uso no viene a ser restringido como se demuestra mediante el empleo de los mismos en otros proyectos.

5.3. HIDROLÓGICAS

- En el desarrollo de del informe hidrológico se ha tomado en cuenta la información hidrométrica correspondiente a la estación de aforo denominado SALINAR – EL TAMBO. El periodo que se consideró para el análisis estadísticos de datos es de 1971 – 2010

5.4 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

- Se utilizó el Programa RIVER para encontrar el caudal de diseño, empleando el Método Estadístico; una vez ingresados los datos, finalmente se tendrá el cálculo de caudales mediante los tres modelos probabilísticos. Del cual se concluye que Pearson III es el más apropiado según el Programa RIVER, el caudal es de 1,134.84 m³/Seg.
- Las Dimensiones del Dique según el programa son:
 - Ancho corona 4.00m
 - Altura de Dique 2.70m
 - Altura Enrocado 2.70m
 - Altura de Uña 1.00m
 - Ancho de Uña 1.50m
 - Altura Total 3.70m

5.5. AMBIENTALES

- Una vez concluidas las 3 etapas metodológicas de todo Estudio de Impacto Ambiental que son: Etapa Preliminar de Gabinete, Etapa



de Campo y Etapa Final de Gabinete. Se concluyó que la defensa ribereña del río Chicama tramo MOLINO – 9 D OCTUBRE margen derecha resulta ser ambientalmente viable, siempre que se cumplan las especificaciones técnicas y diseños contenidos en el expediente técnico y las prescripciones ambientales planteadas en el Plan de Manejo Ambiental, el cual forma parte del presente Estudio de Impacto Ambiental.

RECOMENDACIONES

Dar el estricto cumplimiento de los planes de manejo ambiental, plan de monitoreo y la señalización con la finalidad de proteger y conservar el medio ambiente.

Se recomienda que las autoridades y los miembros responsables del proyecto participen en los Planes y Programas relacionados a Educación Ambiental y Conservación del Medio Ambiente.



CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- BADILLO J. y RODRÍGUEZ. **Mecánica de Suelos**. Tomo II.
- REIMBERT M y A. **Muros de Contención**. Tomo I. (1976).
- LOPEZ CÁRDENAS DE Lano F. **Diques para la Corrección de Cursos Torrenciales y Métodos de Cálculo**.
- FELD Jacob. **Biblioteca Internacional del Ingeniero Civil**. Volumen III. Ediciones Ciencia y Tecnología, S.A. (1988).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA y AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. **Tratamiento de Cauce del Río para el control de Inundaciones en la Cuenca Chicama**. (2010).



CAPITULO VII: ANEXOS



7.1. PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 03: Erosión de la Red Vial Causado por la Crecida del Rio Chicama.



Foto 04: En Esta Foto se Puede Observar la Erosión del Suelo que Afecta la Red en el Margen derecho del Rio Chicama



Foto 05: Erosión de los Terrenos Agrícolas Producido por la Crecida del Rio Chicama.



Foto 06: Áreas Agrícolas Afectadas Por las Crecidas del Rio Chicama



Foto 07: Defensas Ribereñas de Protección con Caballetes Contra la Crecida del Rio Chicama.



Foto 08: Trazo del Eje de la Defensa Ribereña Planteada.



Foto 09: Ubicación de punto topográfico BM



Foto 10. Ubicación de punto topográfico de margen derecho