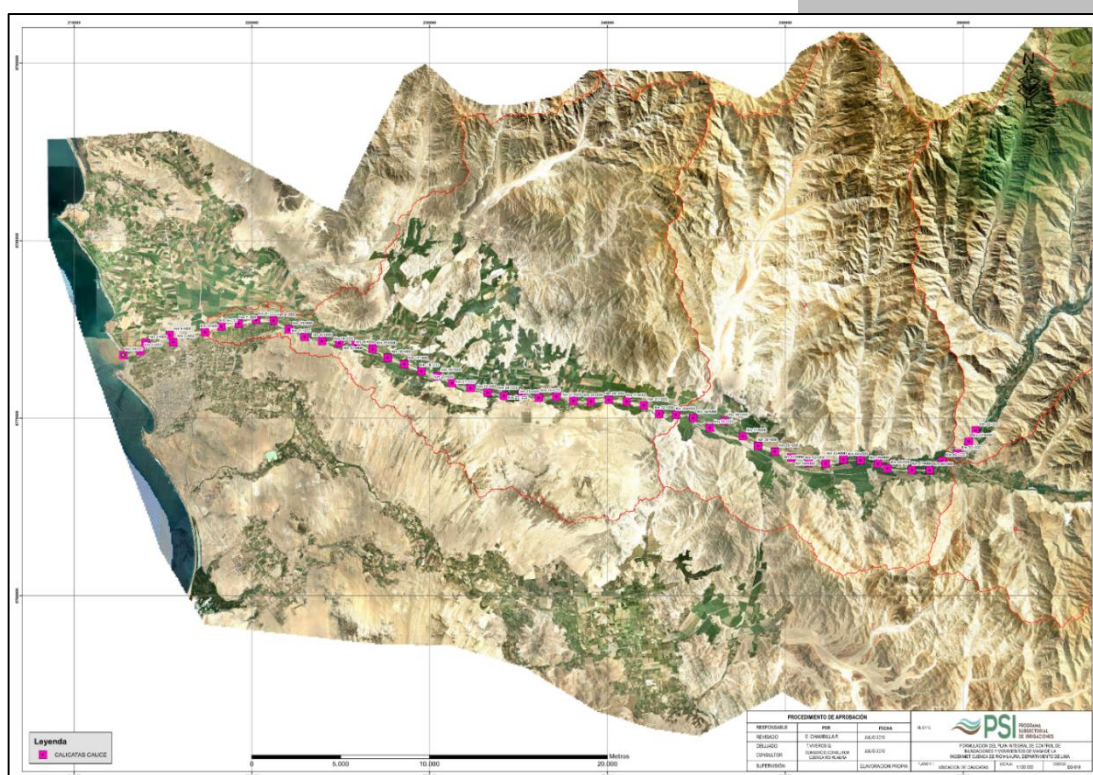


ESTUDIO GEOTECNICO

PROYECTO PARA LA CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN EN LAS RIBERAS DEL RIO HUAURA, VULNERABLE ANTE PELIGRO DE INUNDACIONES, EN LA LOCALIDAD DE 5 DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE OYÓN Y 6 DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE HUAURA – DEPARTAMENTO DE LIMA



Formulación del Plan Integral de Control de Inundaciones y Movimiento de Masas de la Cuenca del Río Huaura

Consorcio Consultor Cuenca Del Río Huaura



2020

INDICE

Contenido

1	GENERALIDADES.....	5
1.1	Introducción	5
1.1.1	Objetivo	5
1.2	Metas del Proyecto	6
2	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	6
2.1	Evaluación de estudios previos	7
2.2	Plan de investigaciones	7
2.3	Ensayos de Laboratorio:.....	8
2.3.1	Ensayos físico-mecánicos	8
2.3.2	Ensayos químicos	9
2.4	Trabajo de Gabinete:.....	10
2.5	Metodología de estudios con métodos indirectos de geofísica.	10
2.5.1	Ensayo de refracción sísmica	10
2.5.2	Método masw: Análisis multicanal de ondas de superficie.	12
2.5.3	Método de ensayo	12
2.5.4	Interpretación del ensayo	12
2.5.5	Método Eléctrico de SEV	13
2.6	Volumen y distribución de investigaciones geofísicas a nivel general.....	15
2.7	Ubicación de investigaciones geofísicas para proyecto de inundación.	16
2.8	Obras proyectadas a nivel de cuenca para mitigar peligro de inundaciones	21
2.8.1	Proyección de obras en cuenca baja	22
2.8.2	Proyección de obras en Cuenca Media:.....	22
2.8.3	Proyección de obras en Cuenca Alta:.....	23
3	GEOLOGIA DE AREA DE INVESTIGACION.....	25
3.1	Unidades Litoestratigráficas.....	25
3.1.1	Formación Casma (Ki-c).....	25
3.1.2	Formación Santa (Ki-sa).....	25
3.1.3	Cenozoico – Cuaternario – Holoceno.....	26
3.1.4	Rocas Intrusivas.....	28
3.2	Geodinámica	28
3.2.1	Características de los procesos geodinámicos	28

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Manuel Ecos Vázquez MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 20210
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
Especialista en Geología y Geomorfología
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

3.2.2	Factores hídricos en la geodinámica local.....	29
3.2.3	El factor topográfico en la geodinámica local	29
4	SISMICIDAD	30
4.1	Evaluación del riesgo por fenómenos sísmicos.....	34
4.2	Consideraciones Sísmicas.....	34
4.3	Determinación del Riesgo Sísmico	35
4.4	Conclusiones del riesgo sísmico	35
5	GEOTECNIA DEL PROYECTO CONTROL DE INUNDACIONES	36
5.1	Características Morfo - estructurales de los suelos	36
5.2	Calidad del macizo rocoso.....	38
5.2.1	Descripción del macizo rocoso	38
5.2.2	Calidad del Macizo de Rocas Igneas Volcánicas	39
6	ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN	40
6.1	Calculo de la Capacidad Portante para los Apoyos de Cimentación.....	41
6.1.1	Consideraciones Generales de Cimentación	41
6.1.2	Cálculo de Diámetro Medio	42
7	ESTUDIOS DE CAMPO Y LABORATORIO	43
7.1	Investigaciones de Campo.....	43
7.1.1	Exploraciones Realizadas.....	44
7.1.2	Investigaciones de Laboratorio	44
7.1.3	Ensayos Estándar de Laboratorio	44
7.1.4	Diámetro Medio del Material.....	45
7.2	Resultados de los trabajos de campo y laboratorio.....	45
7.2.1	Tipo de calicata y ubicación	45
7.2.2	Registro de calicatas.....	46
7.2.3	Clasificación de suelos.....	50
7.2.4	Trabajos de laboratorio	50
7.2.5	Resultados del estudio de clasificación de suelos.....	50
7.3	Parámetros geotécnicos.....	53
8	ESTUDIO DE CANTERAS	57
8.1.1	Cantera Cerro La X.....	58
8.1.2	Cantera San José	58
8.1.3	Cantera San Gerónimo	58
8.1.4	Cantera Calambaco	59
8.1.5	Cantera Quintay	59



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



PSI
PROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura

Euroconsult
an ECL Group

Proes
an ECL Group

NEXO
Ing. & Construcción

8.1.6	Cantera Quilca	59
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
9.1	CONCLUSIONES	61

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huaraz

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrera Domínguez MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 20210
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

Se ha realizado el Estudio Geotécnico del área del proyecto de los materiales de préstamo para el PIP “CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN EN LAS RIBERAS DEL RIO HUAURA, VULNERABLE ANTE PELIGRO DE INUNDACIONES, EN LA LOCALIDAD DE 5 DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE OYÓN Y 6 DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE HUAURA – DEPARTAMENTO DE LIMA”, en el marco de la FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA”

Por ese motivo, se programó varios viajes a la zona de estudio para realizar las investigaciones de campo, con la finalidad de alcanzar los objetivos y cumplir con el cronograma de trabajo.

El presente Informe Técnico ha sido elaborado en base a los trabajos de investigación de campo, resultados de ensayos de laboratorio obtenidos y análisis en gabinete.

Esta zona geológicamente está conformada por depósitos aluviales y fluvioaluviales, desde la superficie hacia hasta donde se alcanzó los estudios directos e indirectos, presenta una cobertura de hasta 0.60 mts, en los suelos del margen izquierdo y derecho, mientras que en el cauce se ha evidenciado material aluviales y bolonerías de dimensiones variables de hasta 1.50 mts.

Este estudio se basa principalmente en los resultados obtenidos de pruebas de mecánica de suelos que han ejecutado, en el cual se ha ejecutado un total de 59.90 mts de perforación diamantina, en 5 pozos, con 11 ensayos de permeabilidad de tipo lugeon toda vez que se ha encontrado rocas bastante competentes que alcanzaron permeabilidades muy favorables.

1.1.1 Objetivo

El presente estudio tiene como objetivo conocer las características físico-mecánicas y su comportamiento desde el punto de vista geotécnico de las áreas donde se emplazará las defensas ribereñas, determinar las características litológicas de los suelos de fundación, identificando y evaluando las variables geológicas-geotécnicas, las que tendrán influencia, en la selección de las estructuras civiles, con la mayor calidad y eficiencia para la viabilidad del proyecto; para lograr esto se deberán definir las variables o parámetros siguientes:

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
ING. *Raúl Luján Coloma Lluya*
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

[Signature]
Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

[Signature]
Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

[Signature]
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

Estudio Geotécnico

[Signature]
Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

[Signature]
CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

- La naturaleza; las características y propiedades geomecánicas de los materiales que constituyen los suelos en el área del proyecto.
- Identificar y evaluar las características estructurales, la geodinámica local y los rasgos tectónicos y estructurales de la cobertura litológica en el sector del área del proyecto, estableciendo su tipo y distribución, especialmente en lo relacionado a los procesos de fallamiento, plegamiento y/o diaclasamiento, especialmente aquellas que puedan tener influencia directa en la ejecución y seguridad del proyecto.
- Las características hidrogeológicas del área, señalando la presencia de flujos subterráneos, y/o el nivel freático, que puedan tener influencia en la seguridad física de las obras civiles a realizar.
- Las características de la sismicidad en el área del proyecto y / o interpolar regionalmente condiciones sísmicas de áreas similares, según la dimensión y el alcance del proyecto.
- Elaboración del Informe final, con la formulación de las Conclusiones y Recomendaciones.

1.2 Metas del Proyecto

Las metas físicas por alcanzar con la ejecución del presente Proyecto son:

- Implementar un sistema de defensa ribereña en ambas márgenes del río Huaura.

2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el cumplimiento de los objetivos del estudio se elaboró el estudio de geotécnico de la zona de inundación a fin de determinar las características geotécnicas de los puntos de fuga e inundación de la cuenca, el cual se obtuvo del modelamiento se fue complementando con otras medidas que permitan reducir y mitigar los riesgos por inundación como es el sistema de alerta temprana con lo cual se espera que con ambos componentes se logre mitigar el 100% de los peligros de inundación. De manera complementaria se analizaron los componentes complementarios de ejecutar que permitieran lograr una solución integral afectando lo menos posible tanto a la población afectada como al medio ambiente y al entorno paisajístico.

El presente estudio, ha sido desarrollado en tres fases, las cuales se indican a continuación:

- Investigaciones de Campo

Son aquellos trabajos que se desarrollaron en el área de emplazamiento del Proyecto; teniendo como objetivo principal recopilar información “in situ” referida a aspectos geológicos, geotécnicos y de Mecánica de Suelos.

- Investigaciones de Laboratorio

Son aquellos trabajos que se desarrollan en el laboratorio de Mecánica de Suelos y que tienen como objetivo principal determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de cimentación para la construcción de las estructuras de protección y obras de arte.

- Trabajos de Gabinete

Son aquellos trabajos que tomando como información base la recopilada en las fases de campo y laboratorio permiten determinar los Estudios Básicos correspondientes y finalmente elaborar el informe final.

2.1 Evaluación de estudios previos

En el proceso de revisión de los estudios previos y secundarios, en la zona se ha verificado que existe numerosos estudios de suelos con fines de construcción de defensas ribereñas tanto del gobierno central como de otras entidades también gubernamentales, en función a ello se ha recopilado también información que nos puede servir para la caracterización de los suelos de cimentación para las futuras estructuras de defensa ribereña.

2.2 Plan de investigaciones

Estos trabajos se realizaron con la participación de un ingeniero Geólogo - Geotecnista senior, un técnico especialista en ensayos eléctricos de Refracción Sísmica y con el apoyo de 12 ayudantes (pobladores de la zona). Los trabajos en campo se iniciaron con la coordinación del Ingeniero especialista en Geología y encargado del Proyecto, así como con la coordinación con los ingenieros a cargo de los grupos de trabajo de excavación.

Las investigaciones realizadas dependieron del frente de trabajo, sea en el área de las aguas abajo lo largo de todas las obras conexas o en el Área del Material de Préstamo y Canteras.

Para el presente estudio se realizó un programa de investigaciones geotécnicas directas e indirectas consistentes en:

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluyza

[Signature]
Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Coordinador en Ingeniería Ambiental

[Signature]
Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

[Signature]
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

[Signature]
Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

[Signature]
CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

- Excavación de calicatas y toma de muestras.
- Registro de perfiles estratigráficos de las excavaciones,
- Evaluaciones geomecánicas y toma de muestras,
- Ensayos de Refracción sísmica (obras de inundaciones y movimiento de masa)
- Ensayos MASW (obras de inundaciones y movimiento de masa).
- Ensayos de tomografía eléctrica (obras de inundaciones y movimiento de masa)

Los trabajos de campo han consistido en la investigación in situ de las características físicas mecánicas de los materiales de la cimentación.

Igualmente se han estudiado las áreas de canteras a utilizar para la construcción de obras conexas.

Para lo cual se ha realizado calicatas en borde del río y alguna se ha tomado muestra de corte de talud.

2.3 Ensayos de Laboratorio:

Las muestras obtenidas en la etapa de trabajos de campo fueron extraídas de la excavación de calicatas de los canales y obras de arte, reservorios los fueron remitidos al laboratorio geotécnico de Euroconsult, ubicado en la ciudad de Lima siendo las muestras ensayadas para los siguientes propósitos en general:

- Ensayos para identificación, clasificación de suelos y rocas.
- Ensayos especiales (corte directo, permeabilidad y corte directo en roca, y propiedades físico mecánicas de rocas) que se realizan en laboratorios autorizados.
- Ensayos estándar o tipo I y tipo II fueron son evaluados también en laboratorio.
- Evaluar la calidad de los agregados
- Análisis químicos

2.3.1 Ensayos físico-mecánicos

Los ensayos físico-mecánicos efectuados a las muestras, acordes a las Normas de la ASTM y a los requerimientos del estudio, corresponden a los siguientes:

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash-Huancuzco
Raul Luján Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramírez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

Cuadro N° 1 Resumen de ensayos realizados

Tipo de muestra	Ensayo	Norma
Suelo	Contenido de humedad	ASTM D-2216
	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
	Límites de consistencia	ASTM D 4318
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487
	Proctor modificado	ASTM D 1557
Agregados	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
	Durabilidad con sulfato de sodio o sulfato de magnesio	ASTM C 88
	Resistencia a la degradación por abrasión	ASTM C 131
Roca de cantera y Perforación diamantina	Carga puntual, constantes elásticas	ASTM D 5731-02
	Gravedad específica y absorción	ASTM D 6473
	Densidad	ASTM D 2937
En general	Análisis químicos	ASTM D 1889, ASTM D 4972. ASTM D 1293, ASTM D 512. ASTM D 516

2.3.2 Ensayos químicos

Teniendo en cuenta que los elementos estructurales de la cimentación estarán en contacto con los suelos y atendiendo a los requerimientos de las estructuras, de no ser afectada por agentes químicos perjudiciales, se efectuaron ensayos químicos para determinar si el porcentaje de participación presenta o no situaciones agresivas.

Los ensayos se han orientado a determinar la cantidad de sales que contiene el suelo y que puedan exceder las especificaciones, originando agresividad tanto para el concreto como para el fierro empleado. Los ensayos han correspondido a los siguientes:

Sales Solubles Totales (ASTM D-1889)

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrera Ramos MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

- Contenido de Sulfatos (ASTM D-516)
- Contenido de Cloruros (ASTM D-512)

2.4 Trabajo de Gabinete:

Con la información recopilada y los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio se procedió a la elaboración del informe geotécnico.

Para cuyo efecto, se ha seguido la metodología propuesta por: Earth Manual, Asociación de Ingenieros Especialistas de los EEUU, autores importantes como Karl Therzaghi, Juárez Badillo, Jiménez Salas, Whitman y Lambe y otros. De tal manera que se ha seguido una metodología reconocida, en base a la cual se ha efectuado la programación de los trabajos tanto de campo como de gabinete.

2.5 Metodología de estudios con métodos indirectos de geofísica.

2.5.1 Ensayo de refracción sísmica

Los ensayos de Refracción Sísmica son métodos indirectos con los cuales se determinan perfiles sísmicos en función de las velocidades de onda compresionales “Vp”, y se realizan para complementar y correlacionar los resultados de las investigaciones geotécnicas directas (perforaciones diamantinas), además que permite investigar hasta profundidades mayores a la profundidad activa de cimentación.

Para este estudio se realizaron 3 líneas de refracción de hasta 90 y 70 m de largo, con lo que se logró una profundidad de investigación máxima de 30 m aproximadamente, distribuidas convenientemente.

El objetivo principal de la utilización de este método fue el siguiente:

Determinar los perfiles sísmicos del suelo en función a las velocidades de onda compresionales “Vp”, obtenidos de los ensayos de refracción sísmica.

2.5.1.1 Método de ensayo

Este ensayo consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales (Ondas P), generadas por el impacto producido por una comba de 20 libras sobre un plato metálico; los impactos fueron ubicados a diferentes distancias a lo largo de un eje, sobre la superficie del suelo.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaraz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluya

Ing. Walter Utrera Domínguez MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 30290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

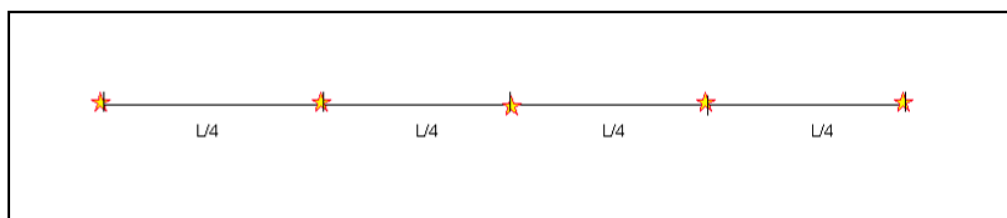
La energía fue detectada, amplificada y registrada, de tal manera que se puede determinar su tiempo de arribo en cada punto. El inicio de la grabación fue dado a partir de un dispositivo o SWITCH que da el tiempo cero, para evaluar el tiempo de recorrido.

Estos datos tiempo y distancia, usados para cada caso especial, y una variación del punto de disparo (o aplicación de la energía), permiten evaluar las velocidades de propagación de las ondas P, a través de los diferentes suelos cuya estructura, geometría y continuidad son investigadas. Se utilizó el método de "Delete Time" para análisis de los resultados.

Todas las formas de análisis manejan criterios que utilizan la suposición de la Ley de Snell, en cuanto a la reflexión y refracción de las ondas P, de los espesores y las velocidades de propagación de ondas "P". Obtenidas las características geotécnicas pueden ser correlacionadas con la compacidad y densidad.

En el presente trabajo se utilizó la Estación Portátil de Prospección Sísmica Smartseis con 24 canales de registro, cables con espaciamiento de 2,0 m, geófonos magnéticos y una computadora para almacenar los registros. La distribución de los puntos de disparo se ilustra en la siguiente figura:

Figura N° 1 *Distribución de puntos de disparo - ensayo de refracción sísmica.*



Punto de disparo: ☆
Fuente: estudio de geofísica

Interpretación del ensayo

Para realizar la interpretación de los perfiles sísmicos se emplearon los softwares de refracción sísmica: PickWin y PlotRefr. El primer programa permite realizar las lecturas de los sismogramas, mientras que el segundo produce un modelo de profundidad desde el archivo de datos de entrada preparado por el primer programa. Así mismo, el programa calcula las velocidades de los estratos mediante técnicas de mínimos cuadrados, luego usa el método de tiempo de retardo para estimar las profundidades, el programa ajusta las profundidades de cada estrato por efecto de la superficie topográfica. Este proceso se hace en forma iterativa hasta encontrar el modelo que se ajuste a los estratos definido en el terreno investigado.

2.5.2 Método masw: Análisis multicanal de ondas de superficie.

Para este estudio se realizaron 2 ensayos MASW. La ubicación de los ensayos se presenta en el Anexo: Planos de estudio, Ingeniería Básica.

Es un método indirecto para obtener el perfil de velocidades de ondas S de los estratos de suelo existentes. Los objetivos principales de la utilización de este método son los siguientes:

Determinar los perfiles estratigráficos del suelo en función a las velocidades de ondas de corte Vs.

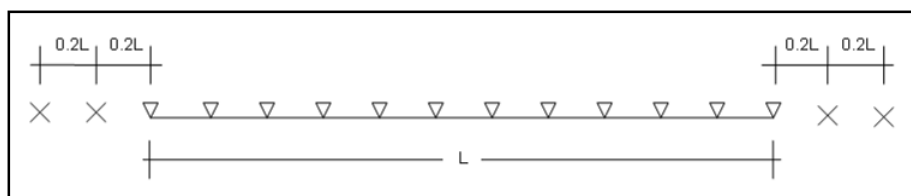
Determinar las características dinámicas de los estratos en función a las velocidades de las ondas de corte Vs.

Determinar los parámetros de deformación dinámica de los suelos.

2.5.3 Método de ensayo

El ensayo es similar al de refracción sísmica, consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas de corte (Vs) generadas por un golpe de impacto producido por una comba de 24 libras de peso. La diferencia principal radica que para este método se emplean geófonos de 4,5 Hz de frecuencia. Además, los puntos de disparo se ubican a 0,2 L y 0,4 L a los extremos de la línea, tal y como se muestra en la siguiente figura:

Figura N° 2 Distribución de Puntos de Disparo



Punto de disparo: X

Geófono: V

Fuente: estudio de geofísica

2.5.4 Interpretación del ensayo

Para el procesamiento de los registros de campo se realiza la inversión de velocidades de las ondas S mediante el análisis de la dispersión de las ondas de superficie. Esto se debe a que éstas cuentan con un 98 por ciento de componente de onda S y menos del dos por ciento de onda P. Las ondas de superficie pierden velocidad de fase de manera significativa, mientras la frecuencia de las mismas aumenta. Por esto, la dispersión de la onda de superficie (o Rayleigh) ocurre por lo general entre los 5Hz y 30Hz.

En su sentido más amplio la Tomografía Eléctrica es una técnica geofísica eléctrica para el estudio del subsuelo que consiste en determinar la distribución de un parámetro físico característico del mismo dentro de un ámbito espacial limitado, a partir de un número muy elevado de medidas realizadas desde la superficie del terreno. El método de tomografía eléctrica (TE) en este caso en dos dimensiones (TE_R2D) es una técnica de investigación de resistividad de áreas con anomalías complejas (resistivas o conductivas), donde el empleo de otras técnicas no permite obtener información de detalle en 2D a profundidades someras.

2.5.5 Método Eléctrico de SEV

Todas las técnicas geofísicas intentan distinguir o reconocer las formaciones geológicas que se encuentran en profundidad mediante algún parámetro físico, por ejemplo, en sísmica por la velocidad de transmisión de las ondas o en prospección eléctrica por la resistividad.

Existen diversas técnicas geofísicas eléctricas o electromagnéticas que miden la resistividad de los materiales, o en algún caso su inverso, la Conductividad. Algunas de estas técnicas son más modernas y mucho más precisas, pero los Sondeos Eléctricos Verticales se siguen utilizando por su sencillez y la relativa economía del equipo necesario.

El objetivo en nuestro caso será delimitar varias capas en el subsuelo, obteniendo sus espesores y resistividades. En una segunda etapa de interpretación, se intentará identificar el tipo de roca de acuerdo con el valor de su resistividad.

2.5.5.1 Resistividad de los materiales naturales

La resistividad en los materiales naturales varía desde 10^{-8} en los metales nativos hasta 1015 en micas (perpendicularmente a la foliación).

Los valores de la resistividad en una roca están determinados más que por su composición mineralógica, por el agua que contienen, fundamentalmente por la porosidad y por la salinidad del agua (más salinidad implica mayor conductividad).

Todo esto hace que la resistividad de cada tipo de roca presente una gran variabilidad. En general, en el campo encontraremos valores de este orden:

- Rocas ígneas y metamórficas inalteradas: $> 1000 \text{ O.m}$
- Rocas ígneas y metamórficas alteradas, o fuertemente diaclasadas: 100 a 1000 O.m
- Calizas y areniscas: 100 a más de 1000 O.m
- Arcillas: 1 a 10 O.m

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluya

[Signature]
Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Asesor en Ingeniería Ambiental

[Signature]
Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

[Signature]
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

[Signature]
Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

[Signature]
CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

- Limos: 10 a 100 O.m
- Arenas: 100 a 1000 O.m
- Gravas: 200 a más de 1000 O.m

Es importante que en materiales detríticos la resistividad aumenta con el tamaño de grano. Por tanto, en una investigación hidrogeológica en materiales detríticos, buscaremos resistividades elevadas que indican los materiales más gruesos, mayor permeabilidad.

En rocas compactas (en general las que deben su permeabilidad a la posible fisuración) buscaremos las resistividades más bajas, que indicarán las zonas en que la formación presente la mayor fracturación y/o alteración. En este caso también puede que las zonas o niveles de menor conductividad tampoco sean permeables si los planos de fracturación han sido colmatados por arcillas de alteración.

En una región determinada, la experiencia nos indicará qué valores concretos de resistividad presenta cada una de las formaciones. En otras ocasiones, estos valores pueden obtenerse de diagráafas o realizando Sondeos Eléctricos en el mismo punto donde exista una perforación de la que conozcamos la columna litológica ("SEV paramétricos").

2.5.5.2 Metodología del estudio

El sondeo eléctrico vertical es un método de exploración eléctrica de una dimensión, el cual consiste en inyectar una corriente eléctrica, de intensidad conocida, a través de la tierra por medio de dos electrodos (AB) y medir la diferencia de potencial eléctrico (ΔV) con otro par de electrodos (MN). La profundidad de investigación es directamente proporcional a la distancia entre los electrodos que se utilizan para inyectar corriente, por lo tanto, mientras mayor sea la distancia de separación, más profundidad alcanzará el estudio. Ya que se tiene la medición bajo un punto central, el estudio se puede ajustar a distintas condiciones topográficas.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluyta

Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

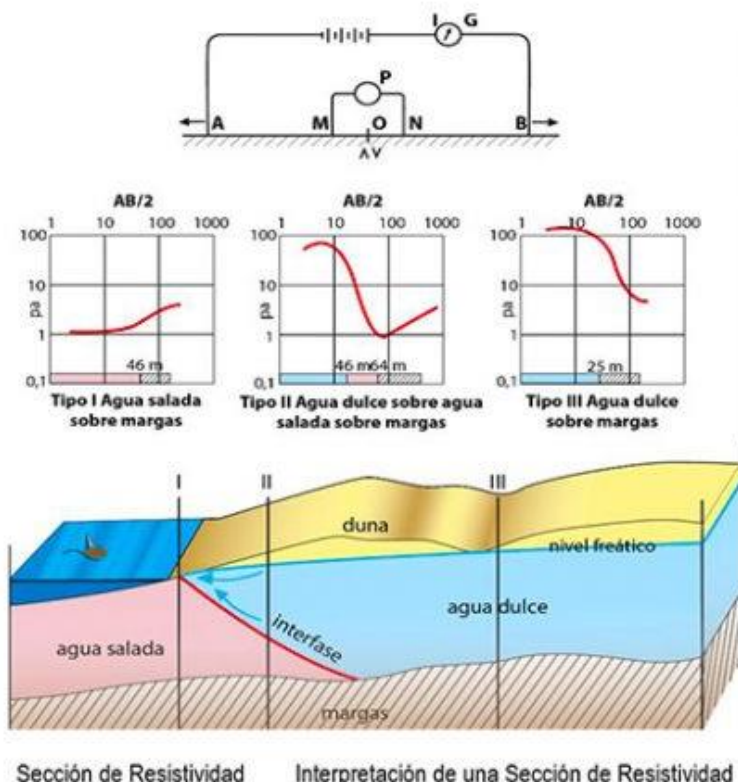
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

Figura N° 3 Esquema y principio de los sev



2.5.5.3 Adquisición de datos

Se mide en la superficie la magnitud (voltaje) del campo eléctrico creado en el subsuelo por la inyección de corriente eléctrica (resistividad aparente). Según el estudio, se puede medir también el desfase del campo eléctrico (efecto IP).

El modelamiento e inversión de datos SEV es uni-dimensional, en que se asume una estratificación horizontal de la resistividad.

Para la inyección de corriente y la medición del voltaje se usan dipolos de electrodos, en arreglos geométricos según el objetivo del estudio. Las configuraciones usuales de electrodos son: Schlumberger, Wenner.

La presencia de material muy resistivo en superficie no permite el correcto flujo de la corriente inyectada, para esto es necesario cavar y humedecer la zona de inyección de corriente, disminuyendo la resistencia de contacto electrodo-suelo.

2.6 Volumen y distribución de investigaciones geofísicas a nivel general.

El proyecto para la mitigación de daños por inundación se ha planificado la ejecución de ensayos geofísicos de (refracción sísmica, Masw y sondajes eléctricos verticales), los que se

han desarrollado tanto para mitigación de inundaciones como para movimiento de masa los mismo que se presentan en el siguiente cuadro de resumen.

El siguiente cuadro resume los ensayos de refracción sísmica realizados en la Presa:

Cuadro N° 2 Ensayo de refracción sísmica general

Sector	Ubicación	Código	Longitud	
			(metros)	(puntos)
Cuenca baja	Refracción Sísmica			
	Ensayos MASW			68
	SEV			
Cuenca media	Refracción Sísmica			
	Ensayos MASW			
	SEV			
Cuenca alta	Refracción Sísmica			
	Ensayos MASW			
	SEV			

*Líneas sísmicas donde además se realizaron ensayos MASW

Fuente: propia

Cuadro N° 3 Resumen del total de investigaciones en el proyecto

Sector	Ubicación	Código	Longitud	
			(metros)	(puntos)
Cuenca Huaura	Refracción Sísmica	R.S.-01 al R.S. 116	13920	
	Ensayos MASW	MASW-01 al MASW-116		116
	SEV	SEV-01 al SEV-64		64

2.7 Ubicación de investigaciones geofísicas para proyecto de inundación.

Se desarrollaron investigaciones indirectas a todo los sectores propuestos para la intervención y/o construcción de obras para la defensas ribereñas, en ellas se han desarrollado refracción sísmica y MASW a fin obtener parámetros pseudodinamicos, en el presente ítem separaremos las investigaciones en tres sectores Cuenca baja , Cuenca media y cuenca alta, en los tres sitios se ha realizado estudios geofísicos, no obstante estos estudio tiene una finalidad, en los que respecta a los PIP de inundaciones y movimiento en masa.

En este informe se presentará de forma resumida todos los estudios realizados en toda la cuenca del rio Huaura, y a la vez daremos más énfasis a los sectores realizados especialmente para la evaluación de la defensa ribereña, es decir en sitios donde se planifica la construcción de muros de contención.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

PSI

PROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



Cuadro N° 4 Resumen de investigación de MASW en la cuenca baja para control de inundaciones.

Item	CODIGO	ESTE	NORTE	FECHA	ZONA DE INVESTIGACION
1	MASW-41	245411.193	8771447.22	20/08/2020	PUEBLO CHAMBARA
2	MASW-42	245326.626	8771361.88	20/08/2020	PUEBLO CHAMBARA
3	MASW-43	245233.317	8771287.19	20/08/2020	PUEBLO CHAMBARA
4	MASW-44	245128.46	8771228.74	20/08/2020	PUEBLO CHAMBARA
5	MASW-45	268669.461	8765749.46	20/08/2020	CAMINO SAYAN - HUANANGUI
6	MASW-46	268353.297	8765775.23	20/08/2020	CAMINO SAYAN - HUANANGUI
7	MASW-47	268235.959	8765759.69	20/08/2020	CAMINO SAYAN - HUANANGUI
8	MASW-48	262795.32	8771712.76	24/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
9	MASW-49	262736.54	8771609.52	24/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
10	MASW-50	262535.497	8771215.73	22/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
11	MASW-51	262434.353	8771157.97	22/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
12	MASW-52	260503.223	8768902.59	22/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
13	MASW-53	260455.381	8768799.31	24/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
14	MASW-54	260133.051	8768468.03	22/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
15	MASW-55	260042.419	8768388.94	22/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
16	MASW-56	259831.362	8768138.49	22/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
17	MASW-57	259746.971	8768052.48	22/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
18	MASW-58	259034.472	8767782.55	24/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
19	MASW-59	258927.644	8767752.73	24/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
20	MASW-60	255329.188	8767305.21	24/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
21	MASW-61	255213.031	8767334.95	24/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
22	MASW-62	254363.484	8767524.46	25/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
23	MASW-63	254245.554	8767545.17	24/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
24	MASW-64	253708.796	8767552.07	25/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
25	MASW-65	253589.801	8767537.06	25/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
26	MASW-66	252384.06	8767356.43	25/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
27	MASW-67	252224.325	8767304.57	25/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
28	MASW-68	250568.686	8767596.74	25/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
29	MASW-69	250456.639	8767638.26	25/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
30	MASW-70	237454.049	8771161.64	27/08/2020	HACIENDA HUACAN
31	MASW-71	237335.995	8771181.12	27/08/2020	HACIENDA HUACAN
32	MASW-72	232542.425	8771700	27/08/2020	CAMINO CP. HUMAYA - CP. CALDERA
33	MASW-73	232303.158	8771775.62	27/08/2020	CAMINO CP. HUMAYA - CP. CALDERA
34	MASW-74	232022.024	8771800.5	27/08/2020	CAMINO CP. HUMAYA - CP. CALDERA
35	MASW-75	231895.337	8771804.85	27/08/2020	CAMINO CP. HUMAYA - CP. CALDERA
36	MASW-76	223473.909	8774746.51	26/08/2020	CAMINO CP. CALDERA - ARACAY
37	MASW-77	223354.319	8774761.31	26/08/2020	CAMINO CP. CALDERA - ARACAY
38	MASW-78	219564.925	8775452.48	26/08/2020	CAMINO CP. CALDERA - ARACAY
39	MASW-79	219454.377	8775432.64	26/08/2020	CAMINO CP. CALDERA - ARACAY
40	MASW-80	220779.861	8775435.82	26/08/2020	CAMINO CP. CALDERA - ARACAY
41	MASW-81	220664.645	8775425.16	26/08/2020	CAMINO CP. CALDERA - ARACAY
42	MASW-82	246435.105	8769240.11	27/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
43	MASW-83	246555.118	8769236.81	27/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaraz
Raul Luján Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramírez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA



44	MASW-84	246672.43	8769220.62	27/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
45	MASW-85	247203.569	8769090.99	27/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
46	MASW-86	247320.112	8769063.77	27/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
47	MASW-87	247440.206	8769053.33	27/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
48	MASW-88	249062.422	8768136.04	28/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
49	MASW-89	249169.242	8768082.64	28/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
50	MASW-90	249280.242	8768043.59	28/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
51	MASW-91	249399.045	8768027.7	28/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
52	MASW-92	249514.915	8767999.89	28/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
53	MASW-93	249625.766	8767955.09	28/08/2020	CAMINO CP. CHAMBARA - CP. QUIPICO
54	MASW-94	257903.165	8766981.71	28/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
55	MASW-95	258020.757	8766984.85	28/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
56	MASW-96	258138.837	8766963.8	28/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
57	MASW-97	256300.332	8767221.79	28/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
58	MASW-98	256488.498	8767186.52	28/08/2020	PUEBLO DE ANDAHUASI
59	MASW-99	259639.103	8767990.53	27/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
60	MASW-100	259723.878	8768075.66	27/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
61	MASW-101	259804.965	8768164.07	27/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
62	MASW-102	259613.338	8767911.49	28/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
63	MASW-103	260000.174	8768406.31	28/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
64	MASW-104	260081.89	8768493.81	28/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
65	MASW-105	260132.957	8768587.57	28/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
66	MASW-106	260200.966	8768686.8	28/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
67	MASW-107	260435.547	8768961.29	28/08/2020	DISTRITO DE SAYAN
68	MASW-108	260514.287	8769052.22	28/08/2020	DISTRITO DE SAYAN

Cuadro N° 5 Resumen de investigación de Refracción sísmica en la cuenca Baja para control de inundaciones

Numeracio n	Codig o	Longitu d	INICIO_R S	NORTE_INI C	ESTE_FINA L	NORTE_FIN A	MASW_EST E
41	RS-41	120	245453.8	8771489.6	245368.6	8771404.9	245411.2
42	RS-42	120	245368.6	8771404.8	245284.6	8771318.9	245326.6
43	RS-43	120	245284.5	8771318.9	245182.1	8771255.5	245233.3
44	RS-44	120	245182.0	8771255.4	245074.9	8771202.1	245128.5
45	RS-45	120	268711.5	8765706.5	268627.5	8765792.4	268669.5
46	RS-46	120	268410.6	8765792.4	268296.0	8765758.1	268353.3
47	RS-47	120	268295.8	8765757.8	268176.1	8765761.6	268236.0
48	RS-48	120	262815.6	8771769.4	262775.0	8771656.1	262795.3
49	RS-49	120	262774.6	8771655.9	262698.5	8771563.2	262736.5
50	RS-50	120	262592.9	8771232.7	262478.1	8771198.7	262535.5
51	RS-51	120	262478.3	8771198.7	262390.4	8771117.2	262434.4
52	RS-52	120	260549.3	8768940.7	260457.1	8768864.5	260503.2
53	RS-53	120	260503.5	8768835.5	260407.3	8768763.1	260455.4
54	RS-54	120	260177.1	8768508.6	260089.0	8768427.4	260133.1
55	RS-55	120	260088.7	8768427.3	259996.1	8768350.6	260042.4

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaraz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluya

Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 30290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
Especialista en Geología y Geomorfología
C.I.P. 43296

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



PSI

PROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



56	RS-56	120	259872.1	8768182.7	259790.6	8768094.3	259831.4
57	RS-57	120	259790.4	8768094.0	259703.6	8768010.9	259747.0
58	RS-58	120	259093.9	8767775.4	258975.1	8767789.7	259034.5
59	RS-59	120	258975.1	8767789.8	258880.2	8767715.7	258927.6
60	RS-60	120	255386.8	8767288.6	255271.6	8767321.8	255329.2
61	RS-61	120	255271.7	8767321.7	255154.4	8767348.2	255213.0
62	RS-62	120	254422.0	8767511.0	254305.0	8767537.9	254363.5
63	RS-63	120	254305.1	8767537.9	254186.0	8767552.4	254245.6
64	RS-64	120	253768.7	8767555.9	253648.9	8767548.2	253708.8
65	RS-65	120	253530.9	8767526.1	253648.7	8767548.0	253589.8
66	RS-66	120	252442.3	8767370.4	252325.8	8767342.5	252384.1
67	RS-67	120	252283.7	8767313.8	252164.9	8767295.3	252224.3
68	RS-68	120	250626.3	8767580.5	250511.1	8767613.0	250568.7
69	RS-69	120	250511.1	8767613.0	250402.2	8767663.5	250456.6
70	RS-70	120	237512.0	8771145.2	237396.1	8771178.1	237454.0
71	RS-71	120	237276.0	8771184.2	237396.0	8771178.0	237336.0
72	RS-72	120	232600.9	8771686.4	232483.9	8771713.6	232542.4
73	RS-73	120	232360.7	8771757.8	232245.6	8771793.4	232303.2
74	RS-74	120	232077.6	8771777.6	231966.5	8771823.4	232022.0
75	RS-75	120	231837.0	8771818.9	231953.6	8771790.8	231895.3
76	RS-76	120	223533.7	8774740.6	223414.1	8774752.4	223473.9
77	RS-77	120	223295.0	8774770.4	223413.6	8774752.2	223354.3
78	RS-78	120	219616.4	8775483.0	219513.5	8775422.0	219564.9
79	RS-79	120	219513.2	8775422.1	219395.5	8775443.2	219454.4
80	RS-80	120	220720.7	8775446.2	220839.0	8775425.5	220779.9
81	RS-81	120	220720.7	8775446.0	220608.6	8775404.4	220664.6
82	RS-82	120	246375.0	8769243.9	246495.2	8769236.3	246435.1
83	RS-83	120	246495.3	8769236.4	246614.9	8769237.3	246555.1
84	RS-84	120	246730.2	8769203.8	246614.7	8769237.4	246672.4
85	RS-85	120	247146.7	8769110.0	247260.5	8769072.0	247203.6
86	RS-86	120	247379.8	8769055.4	247260.5	8769072.1	247320.1
87	RS-87	120	247500.3	8769051.4	247380.1	8769055.3	247440.2
88	RS-88	120	249117.6	8768112.9	249007.3	8768159.2	249062.4
89	RS-89	120	249117.5	8768112.7	249220.9	8768052.5	249169.2
90	RS-90	120	249339.5	8768034.6	249221.0	8768052.6	249280.2
91	RS-91	120	249339.5	8768034.4	249458.5	8768021.0	249399.0
92	RS-92	120	249571.1	8767978.8	249458.8	8768021.0	249514.9
93	RS-93	120	249680.6	8767931.0	249571.0	8767979.1	249625.8
94	RS-94	120	257844.6	8766968.7	257961.8	8766994.7	257903.2
95	RS-95	120	258079.9	8766975.0	257961.7	8766994.7	258020.8
96	RS-96	120	258197.7	8766952.8	258080.0	8766974.8	258138.8
97	RS-97	120	256241.2	8767231.4	256359.5	8767212.2	256300.3
98	RS-98	120	256546.9	8767172.2	256430.1	8767200.8	256488.5
99	RS-99	120	259681.1	8768033.4	259597.1	8767947.6	259639.1
100	RS-100	120	259766.5	8768117.8	259681.2	8768033.5	259723.9

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash-Huaura
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Yulio Coloma Lluya

Ing. Walter Utrera Román MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

19

C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de AgriculturaPSI
PROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



101	RS-101	120	259843.3	8768210.3	259766.7	8768117.9	259805.0
102	RS-102	120	259654.8	8767955.1	259571.9	8767867.9	259613.3
103	RS-103	120	259962.2	8768359.6	260038.2	8768453.0	260000.2
104	RS-104	120	260125.8	8768534.6	260038.0	8768453.0	260081.9
105	RS-105	120	260096.6	8768539.6	260169.3	8768635.5	260133.0
106	RS-106	120	260232.7	8768737.9	260169.3	8768635.7	260201.0
107	RS-107	120	260396.3	8768915.8	260474.7	8769006.8	260435.5
108	RS-108	120	260553.8	8769097.5	260474.8	8769006.9	260514.3

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaraz

Raul Yulio Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

[Signature]
Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

[Signature]
Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

[Signature]
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

[Signature]
Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

[Signature]
CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

Figura N° 4 Mapa de ubicación de investigaciones indirectas



2.8 Obras proyectadas a nivel de cuenca para mitigar peligro de inundaciones

A nivel de proyectos de componente A se ha planificado estudios en las zonas donde se proyectan las construcciones de las defensas ribereñas, para lo cual se planifico estudios de refracción sísmica y MASW principalmente, así como para la investigación de los sectores donde se requiere verificar las características físico mecánicas indirectas a fin de plantear defensas con material propio y determinar su vulnerabilidad frente a avenidas extraordinarias, es así que en estos sectores se han evaluado también los suelos que presenta, de la misma forma se plantea estos puntos adicionales para efectos de investigar los paleocauces existentes y conforme se determine la riabilidad y la compacidad de estos sectores podremos determinar su presencia como paleocauce el cual podría reactivarse prontamente estas investigaciones se orientaron principalmente con el método de SEV y refracción sísmica y MASW.

A nivel de perfil se plantearon la ubicación de las siguientes obras de construcción con material de préstamos el cual se presenta en el siguiente informe.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluya

Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

2.8.1 Proyección de obras en cuenca baja

Tabla N° 1 Diques de la Margen Derecha – Cuenca Baja

Cuenca Baja									
Margen	Num Dique	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Longitud Km	Distrito	Progresiva del Río	
		Este_Ini	Norte_Ini	Este_Fin	Norte_fin			Inicio	Fin
Derecha	5	255,720	8,767,188	255,975	8,767,164	0.26	Sayan	45+330	45+600
Derecha	6	254,096	8,767,705	254,958	8,767,499	0.90	Sayan	43+620	44+500
Derecha	7	250,138	8,767,864	250,494	8,767,755	0.37	Sayan	39+520	39+890
Derecha	8	249,375	8,768,148	249,467	8,768,121	0.10	Sayan	38+700	38+800
Derecha	9	246,665	8,769,037	247,379	8,769,145	0.74	Sayan	35+840	36+500
Derecha	10	237,517	8,771,225	237,743	8,771,193	0.23	Huaura	26+170	26+420
Derecha	11	226,380	8,774,015	226,810	8,773,864	0.45	Huaura	14+480	14+950
Derecha	12	225,152	8,774,328	225,527	8,774,335	0.38	Huaura	13+220	13+580
Derecha	13	218,528	8,775,269	220,449	8,775,651	1.96	Huaura	6+250	8+220
Derecha	14	216,141	8,774,597	216,174	8,774,630	0.05	Huaura	3+750	3+800
Num. Puntos Críticos Margen Derecha:		10		Longitud preliminar (Km):		5.44			

Tabla N° 2 Diques de la Margen Izquierda – Cuenca Baja

Cuenca Baja - Rio Huaura									
Margen	Num Dique	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Longitud Km	Distrito	Progresiva del Río	
		Este_Ini	Norte_Ini	Este_Fin	Norte_fin			Inicio	Fin
Izquierda	9	257,330	8,767,086	258,893	8,767,614	1.88	Sayan	46+980	48+820
Izquierda	10	254,675	8,767,468	254,932	8,767,429	0.27	Sayan	44+230	44+480
Izquierda	11	253,350	8,767,576	254,446	8,767,512	1.13	Sayan	42+800	44+000
Izquierda	12	248,377	8,768,365	250,905	8,767,524	2.67	Sayan	37+680	40+340
Izquierda	13	244,618	8,769,922	246,617	8,768,714	2.45	Sayan	33+610	35+870
Izquierda	14	242,364	8,770,487	242,494	8,770,406	0.15	Sayan	31+170	31+310
Izquierda	15	237,333	8,771,189	237,524	8,771,139	0.20	Santa Maria	26+010	26+210
Izquierda	16	229,336	8,772,615	229,424	8,772,565	0.10	Santa Maria	17+770	17+850
Izquierda	17	219,210	8,775,228	219,686	8,775,270	0.48	Santa Maria	6+920	7+400
Izquierda	18	215,671	8,774,244	215,999	8,774,368	0.38	Hualmay	3+100	3+460
Num. Puntos Críticos Margen Izquierda:		13		Longitud preliminar (Km):		9.71			

2.8.2 Proyección de obras en Cuenca Media:

En la cuenca media se ubica la ciudad de Sayán, la cual constituye el mayor sector crítico del tramo. Este tramo tiene la particularidad de tener un cauce estrecho generado por el puente de acceso a la ciudad cuya longitud de 20m ha dado lugar al emplazamiento de construcciones de viviendas y terrenos de cultivos con alto riesgo de inundación. El tramo de estrechamiento del cauce tiene una longitud de 1800m y abarca la zona urbana de Sayán y se ubica hasta la confluencia con río Chico y sus características corresponden al Dique Tipo IV.

La sección típica se muestra en el siguiente gráfico:

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Lydio Coloma Lluya

Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 30290
Especialista en Ingeniería Ambiental

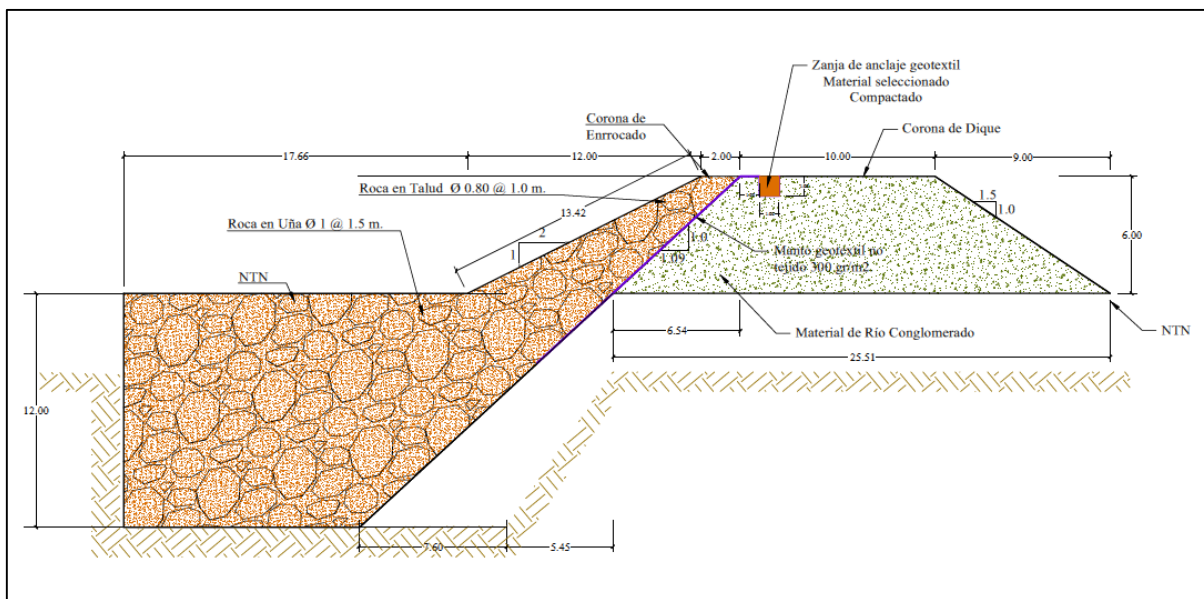
Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



La ubicación de los diques en la cuenca media es el siguiente:

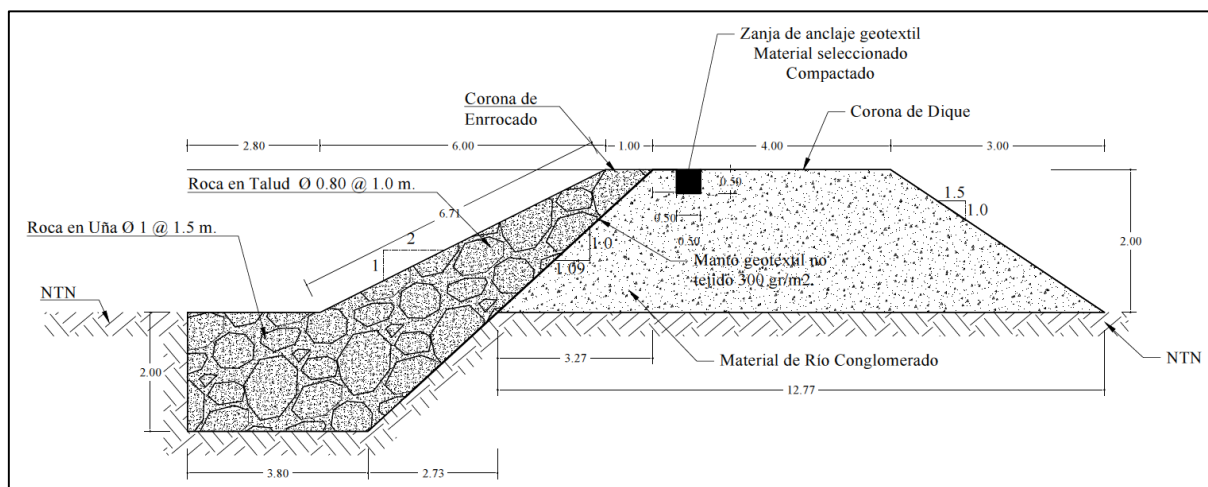
Tabla N° 3 Diques Ambas Márgenes – Cuenca Media

Margen	Num	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Longitud	Distrito	Progresiva del Río	
	Dique	Este_Ini	Norte_Ini	Este_Fin	Norte_fin	Km		Inicio	Fin
Ambas Márgenes	2	258,809	8,767,599	259,906	8,768,275	1.80	Sayan	48+750	50+550
Num. Puntos Críticos Margen Derecha:			2	Longitud preliminar (Km):		3.60			

2.8.3 Proyección de obras en Cuenca Alta:

Para la cuenca alta se han ubicado diques según los puntos de inundación del modelamiento, encontrándose ellos entre la confluencia del Huaura con el río Checras y la cuenca alta del Huaura.

La sección típica corresponde al Dique Tipo III, la misma que se muestra en la siguiente gráfica:



La ubicación de los diques en la cuenca alta se muestra en las siguientes tablas:

Tabla N° 4 Diques de la Margen Derecha – Cuenca Alta

Margen	Num	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Longitud	Distrito	Progresiva del Río	
	Dique	Este_Ini	Norte_Ini	Este_Fin	Norte_fin	Km		Inicio	Fin
Derecha	CA_DD01	263,980	8,774,650	263,943	8,774,180	0.50	Sayan	57+980	58+640
Derecha	CA_DD02	264,461	8,775,490	264,354	8,775,360	0.17	Sayan	59+450	59+650
Derecha	CA_DD03	264,840	8,775,860	265,579	8,776,120	0.80	Sayan	60+150	60+950
Derecha	CA_DD04	269,832	8,778,750	269,217	8,778,920	0.66	Sayan	66+470	67+100
Derecha	CA_DD05	275,323	8,785,630	275,128	8,785,090	0.60	Navan	77+050	77+600
Derecha	CA_DD06	302,887	8,818,200	302,612	8,818,170	0.30	Oyon	129+820	130+140
Derecha	CA_DD07	303,583	8,818,330	303,826	8,818,330	0.25	Oyon	131+200	131+450
Num. Puntos Críticos Margen Derecha:			7	Longitud preliminar (Km):		3.28			

Tabla N° 5 Diques de la Margen Izquierda – Cuenca Alta

Margen	Num	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Longitud	Distrito	Progresiva del Río	
	Dique	Este_Ini	Norte_Ini	Este_Fin	Norte_fin	Km		Inicio	Fin
Izquierda	CA_DI01	270,888	8,779,140	270,886	8,778,650	0.50	Sayan	68+160	68+780
Izquierda	CA_DI02	271,949	8,780,650	271,139	8,779,910	1.12	Leoncio Prado	69+980	71+100
Izquierda	CA_DI03	273,503	8,783,160	274,201	8,783,410	0.75	Pacho	74+400	75+140
Izquierda	CA_DI04	280,311	8,792,720	281,343	8,792,930	1.12	Pacho	87+400	88+460
Izquierda	CA_DI05	294,650	8,803,870	294,847	8,804,760	1.09	Pachangara	110+300	110+330
Izquierda	CA_DI06	294,492	8,805,230	294,620	8,805,530	0.35	Oyon	111+980	112+340
Izquierda	CA_DI07	294,589	8,805,720	294,859	8,806,130	0.50	Oyon	112+540	113+020
Izquierda	CA_DI08	303,556	8,818,280	303,925	8,818,250	0.39	Oyon	131+160	131+560
Num. Puntos Criticos Margen Izquierda:			8	Longitud preliminar (Km):		5.82			

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

3 GEOLOGÍA DE ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El presente ítem refiere a la geología del componente CONTROL DE INUNDACIONES del proyecto “FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RÍO HUAURA – LIMA”, el cual tiene por objetivo caracterizar y describir los aspectos geológico y geomorfológicos de la cuenca del río Huaura, identificándose zonas críticas con riesgos de origen geológico, lo que conlleva al análisis geomorfológico de toda el área de la cuenca.

3.1 Unidades Litoestratigráficas.

Basadas en la diferenciación litológica de la sucesión estratigráfica, describiremos las distintas unidades geológicas.

Unidades de Ceno

3.1.1 Formación Casma (Ki-c).

Esta formación del mesozoico, jurásico superior, fue reconocida por TROTTEREAU y ORTIZ (1963) y el nombre fue publicado por COSSIO (1964). El nombre ha sido subsecuentemente usado por COSSIO & JAEN (1967), COBBING & PITCHER (1972) y COBBING (1973). Esta unidad aflora a lo largo de las hojas de Huaraz y Chiquián, también La formación fue estudiada por MYERS, J. S. (1974) en el área entre el río Fortaleza y el río Huarmey, quien elevó esta unidad de la categoría de Formación a la de Grupo.

Afloran en el parte inferior derecho de la hoja 22-h de Barranca y 23h de Huacho, está constituida por secuencias volcánicas consistes de flujos lávicos y piroclástitas andesítico-dacíticas, que se encuentran bien expuestas en la parte baja del río Huaura, cerro San Cristóbal y Cerro San Juan en su margen derecha en contacto con los depósitos cuaternarios suprayacentes.

3.1.2 Formación Santa (Ki-sa).

La formación Santa mantiene un espesor constante de 150 mts. Consiste de calizas azul o gris finamente estratificadas, con algunos horizontes de calizas arcillosas, ocasionales nódulos de chert aplanados y abundantes fragmentos de conchas.

Normalmente descansa en concordancia sobre las areniscas Chimú; pero, como se indicó anteriormente, en el área de Churín está separada de ésta por una pequeña secuencia de lutitas.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huaraz
Raul Luján Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrera Domínguez MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 30290
Cargado en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
Especialista en Geología y Geomorfología
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

3.1.3 Cenozoico – Cuaternario – Holoceno.

Los depósitos cuaternarios constituyen los materiales de cobertura, generalmente no consolidados distribuidos irregularmente en la zona de estudio. Tales depósitos se han acumulado esencialmente como resultado de procesos glaciares, aluviales, fluviales, eólicos y en algunos casos por fenómenos geodinámicos de desplazamientos de masas. Su distribución es mayor en las áreas adyacentes a la Cordillera y en los valles donde se encuentran, tanto como aluviales y/o como escombros de talud.

3.1.3.1 Depósitos Eólicos (Q-e1).

Están presentes casi en toda la faja costanera, ingresando a diferentes distancias tierra adentro, según la topografía local y su efecto sobre las corrientes de aire.

Estos depósitos eólicos están acumulados, tanto sobre roca in situ, como en llanuras aluviales, pero tienden a alcanzar su mayor espesor en los taludes y en los lugares donde se presenta un ligero desnivel (laderas).

Estas arenas tienen su origen en la porción más fina de las arenas de playa acumuladas por la acción de las olas sobre las orillas. A su vez, el origen de las arenas de playa son los sedimentos traídos al mar por los ríos y distribuidos por las corrientes a lo largo de la ribera (línea de Costa).

La arena es transportada continuamente tierra adentro por los vientos predominantes de la playa, alcanzando en el área una penetración máxima de 30 km. Existen tanto dunas longitudinales como barcanas, observándose varios estados de parasitismo de duna sobre duna. Cuando las dunas invaden un río, estas son detenidas y erosionadas, siendo transportado nuevamente los materiales eólicos hacia el mar.

3.1.3.2 Depósitos Aluviales (Q-al).

Estos depósitos se han acumulado en los cauces de los principales ríos. Debido a que en la Sierra ellos son profundos y angostos, los depósitos aluviales son restringidos, pero, aguas abajo al ampliarse los valles, presentan extensas llanuras aluviales con depósitos que pueden alcanzar de 200 a 400 m. de espesor.

Los depósitos aluviales se han considerado en dos tipos principales: Depósitos aluviales de río y Depósitos aluviales de quebrada.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash-Huancuzco

INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrera Romero MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 30296
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

3.1.3.3 Depósitos Aluviales De Río.

Estos depósitos están constituidos por capas de gravas gruesas y finas, bien clasificadas, con elementos redondeados y asociados con capas de arenas, limos y arenas arcillosas en proporciones variables. Arriba de Sayán, los depósitos son más típicos de corrientes torrenciales, menos clasificadas y contienen frecuentemente bloques hasta de un metro de diámetro.

Fotografía N° 1 Depósitos aluviales de Río, acumulados en la zona de Cause del río Huaura.



3.1.3.4 Depósitos Coluviales (Dep-co).

Estos depósitos se generan por la alteración y desprendimientos de los macizos rocosos a lo largo de las laderas. Por lo, general, están conformados por fragmentos rocosos inestables de gravas (guijarros, cantos y bloques) de bordes angulosos transportados por gravedad y pendiente abajo en la forma de derrubios. Tienen matriz limo: arcillosa y su espesor no suele superar los 5m de espesor, esos depósitos están situados en las laderas inferiores de los cerros y pies de monte.

En la zona media de la cuenca Huaura, se sitúan en todos los cerros con pendientes que llegan hasta los 80 grados de inclinación lo que facilita su depositación, tiene una compacidad baja, con matriz limo-arenosa, adicionalmente está compuesto por bloques de roca de tamaños heterométricos.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Yulio Coloma Ciriya

Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

Fotografía N° 2 Vista de depósitos coluviales



3.1.4 Rocas Intrusivas.

De acuerdo a COBBING, et. al. (1977), diferentes niveles de asociaciones pueden ser reconocidos en el batolito y es posible distinguir cuerpos graníticos dentro de esos niveles. El nivel primario es aquel del plutón que puede estar internamente zoneado o de otra manera diferenciado por pulsos o salidas del magma relacionado. El batolito está compuesto de un gran número de plutones interrelacionados. Se ha encontrado que cadenas de plutones de litología idéntica delineados por cientos de kilómetros y además los plutones que comprenden esas cadenas tienen la misma edad relativa relacionada a otros constituyentes del batolito.

El Batolito costanero es un complejo de diferentes rocas intrusivas, cuya composición varía de gabro a granito potásico. Sus afloramientos constituyen una faja paralela a la Costa y a una distancia de ella que oscila entre 5 y 20 Kms. Su ancho varía considerablemente, pero, en términos generales, se puede decir que es de 50 km. La mayor extensión se presenta más o menos en la latitud de Sayán, donde alcanza un ancho de 60 km.

3.2 Geodinámica

3.2.1 Características de los procesos geodinámicos

En el área del proyecto se presenta una cobertura superficial mayormente gravosa, acompañados de una matriz de arcillas y limos, a veces se presentan suelos escasamente estratificados con presencia de capas arcillosas – limosas, con contenidos de gravas finas (< 20%).

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluya

Ing. Walter Utrera Romero MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

3.2.2 Factores hídricos en la geodinámica local

La presencia de aguas subterráneas tiene lugar en dos sectores. El primero está al extremo este del vaso límnic, donde flujos de escaso volumen $< 2\text{-}3\text{ Lts/seg}$, alimentan a la laguna en los meses de estío.

El segundo sitio de afloramientos de aguas subterráneas está al oeste del dique a unos 50 m; aproximadamente. Estos flujos parecen provenir de movimientos capilares de las aguas almacenadas en el límnic; sin embargo, no se descarta que provengan de infiltraciones, de la masa hídrica y que por presión alcancen la superficie justamente en un terreno con 6.0 m, de desnivel con respecto al espejo del agua lacustre.

El problema de los flujos de origen subterráneo, se debe resolver en el momento de las excavaciones para el núcleo de la presa, definitivamente se deben tomar todas las precauciones necesarias en relación a este tema, porque conlleva a un proceso de reptación de suelos, que podría comprometer la estabilidad de la estructura del dique.

3.2.3 El factor topográfico en la geodinámica local

La presencia de afloramientos rocosos en el sector sur y este, es muy notorio, el relieve en estos sectores posee pendientes entre 40° y 70° ; lo que ha favorecido la ocurrencia de desplome de rocas y acumulaciones de abanicos aluviales, los cuales han alcanzado el interior de la laguna, los bloques mayores son escasos, pero alcanzan hasta 2.0 - 3.0 m.

En cambio, en el lado norte las pendientes topográficas alcanzan entre 25° y 30° , y siendo la cobertura de gravas arcillosas, a veces con grava gruesa de guijarros, guijas y gravas finas.

Así mismo las condiciones topográficas y las características de gran resistencia al intemperismo y el fracturamiento moderado del macizo rocoso garantizan una mínima posibilidad de deslizamientos de la cobertura de suelos.

En las proximidades del sector de la boquilla, no se ha observado evidencias que están ocurriendo o que hayan ocurrido deslizamientos del tipo de reptación o soliflucción, procedentes de las márgenes lo cual es un buen signo de la gran estabilidad del suelo en el sector del dique. El único lugar con evidencias de procesos geodinámicos está a unos 50 metros hacia el oeste del dique, pero se trata de la reptación de suelos/soliflucción, que se activa principalmente por hiper saturación del suelo.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluya

[Signature]
Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 30290
Especialista en Ingeniería Ambiental

[Signature]
Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

[Signature]
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 15552

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

[Signature]
CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

En otros sectores no se observan presencia de fallas que puedan tener características notorias y que puedan constituir un riesgo para el proyecto. Los aspectos relacionados a la sismicidad serán analizados en el ítem correspondiente.

4 SISMICIDAD

Desde el punto de vista sísmico, el territorio Peruano, pertenece al Círculo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos.

De acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica del Perú (Figura N° 09, E-030) y la Carta de intensidades publicadas por el Instituto de la Defensa Civil (Figura N° 10); se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (Zona 4) alta sismicidad, existiendo la gran posibilidad de que ocurran sismos de intensidades de VIII en la escala Mercalli Modificada. Asimismo en la Figura N° 11 se presenta el Mapa de isoaceleraciones del territorio peruano (con 10% de excedencia en 50 años - Fuente: CISMID), donde se obtiene para el área de estudio una aceleración horizontal máxima de 0.46g. (las imágenes mencionadas se encuentran en el estudio geológico).

Según los mapas de Zonificación Sísmicas y Mapas de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones E – 030, del año 2018, el distrito de Huaura – Huaura - Lima se encuentra comprendida en la **zona 4** correspondiéndole una sismicidad alta con un suelo de cimentación como arena limosa con grava, Tipo I, correspondiéndole un factor de suelo de $S_1 = 1,00$, y un periodo predominante de vibración del suelo igual a 0,40 segundos.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones, a la Norma Técnica de Diseño Sismoresistente E.030 y al predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismoresistente, los siguientes parámetros:

Tabla N° 6 Factores Sísmicos

FACTORES UBICACIÓN	VALORES		
	Zona 4 (z)	Tipo de Suelo (s)	Periodo Predominante (Tp)
Instalación de Estructuras de Protección contra inundaciones	0.45	1.00	0.40

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223
Raul Luján Coloma Lluya

Ing. Walter Utrera Ramos MSc.
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

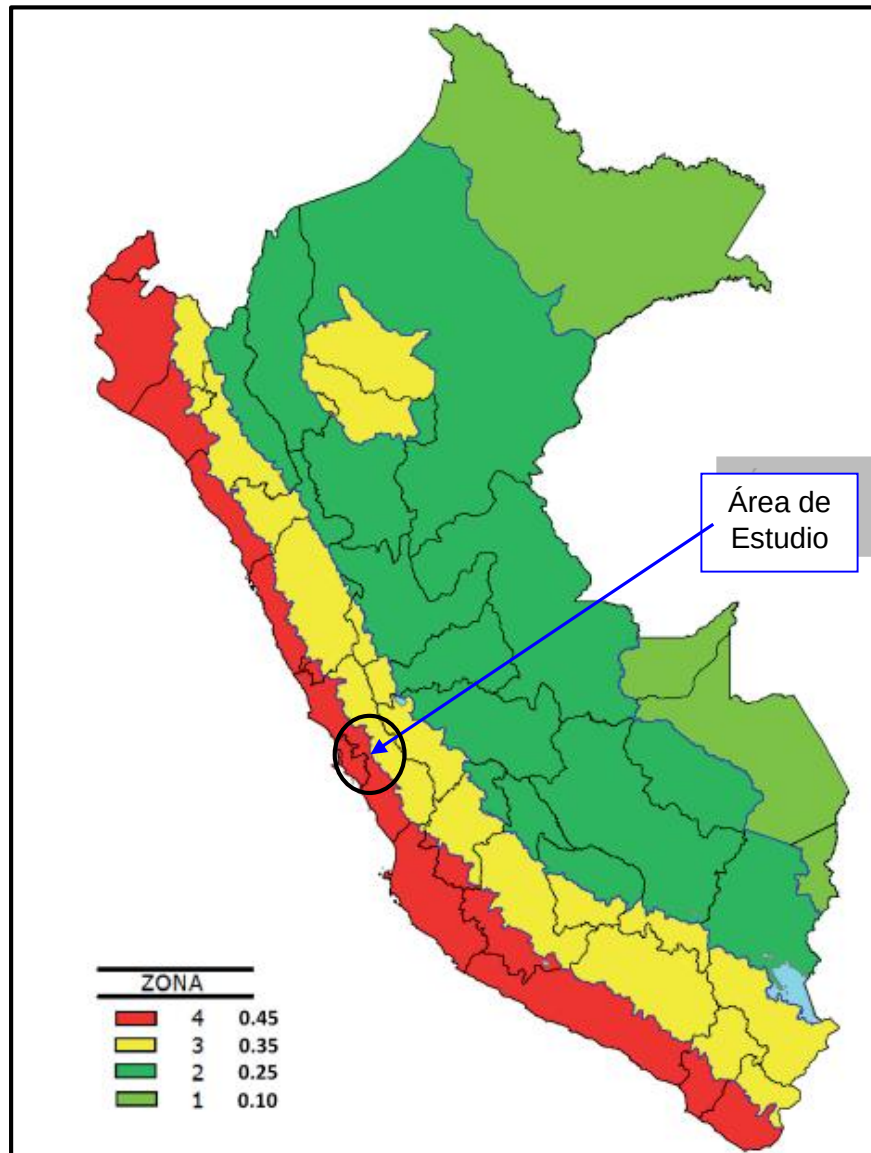
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

Figura N° 5 Zonificación Sísmica del Perú



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
Raul Yulfo Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrera Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 20210
Especialista en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16652

Estudio Geotécnico

Ing. Luis Enrique Bendezu Velarde
Especialista en Geología y Geomorfología
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

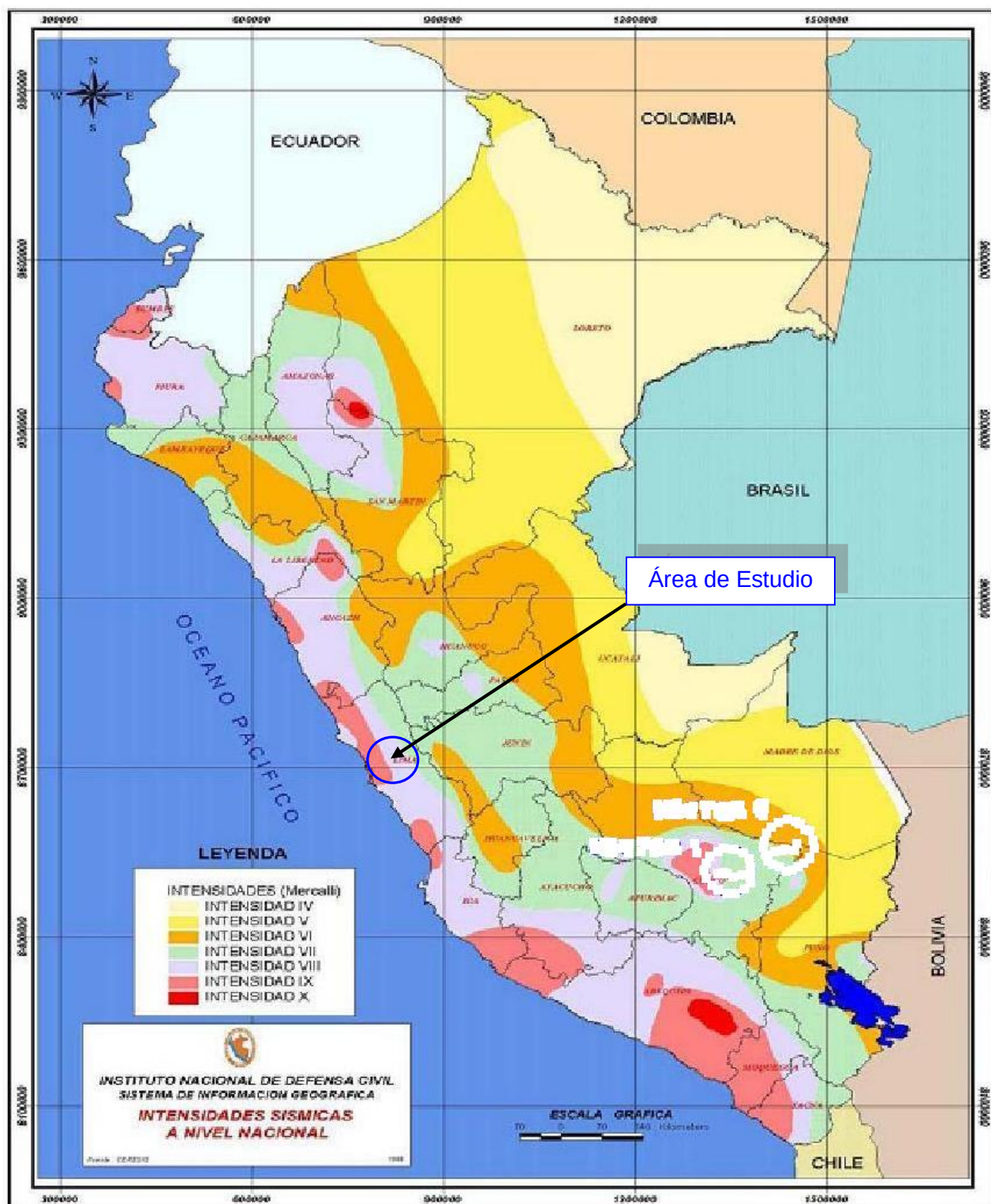


PROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



Figura N° 6 Carta de Intensidades Sísmicas a Nivel Nacional



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash-Huaura
Raúl Luján Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas
Ing. Geólogo CIP N° 20290
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RÍO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

32

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

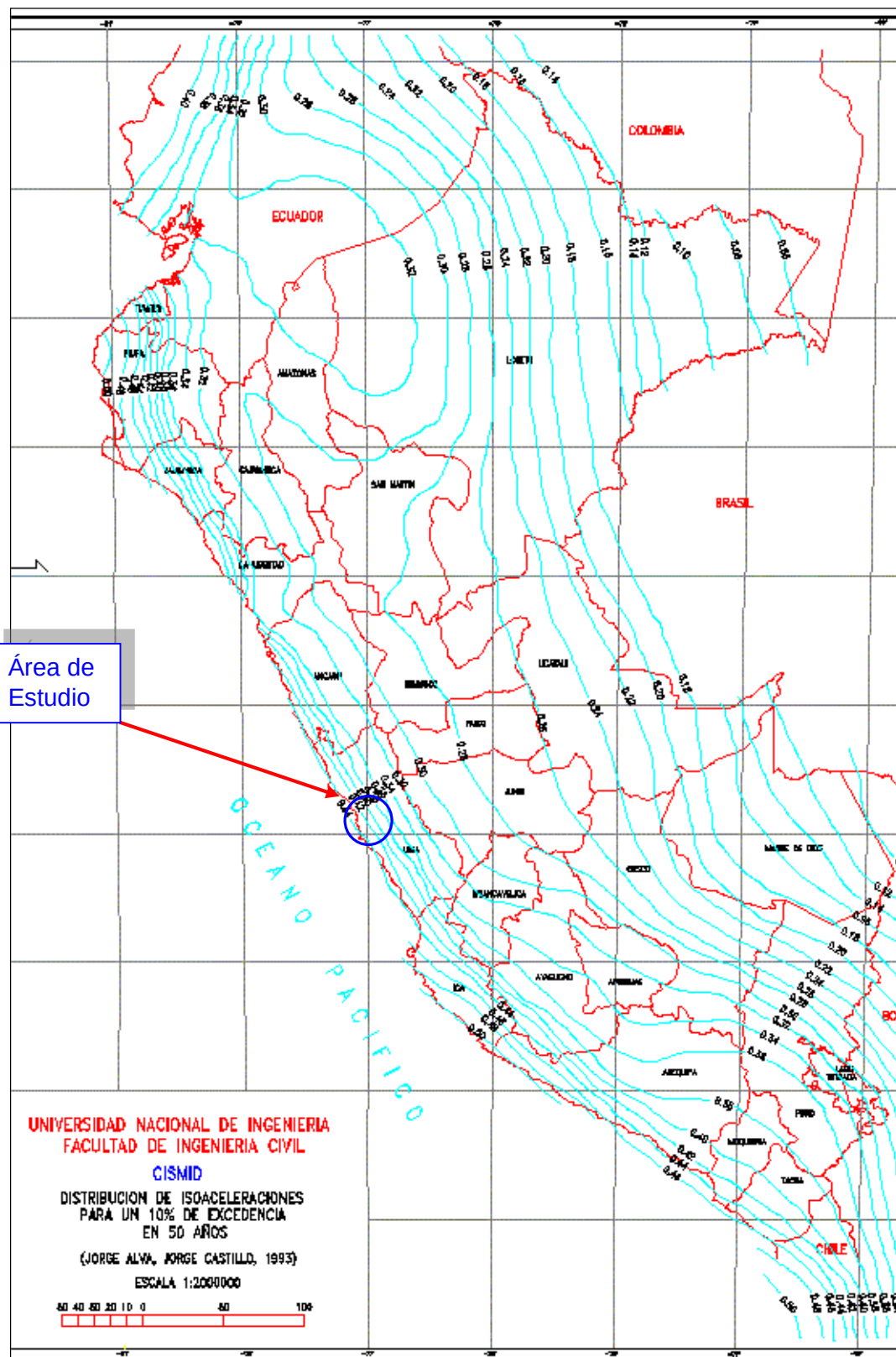


PROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



Figura N° 7 Mapa de distribución de isoaceleraciones sísmicas del Perú (con 10% de Excedencia en 50 años- Fuente: CISMID, Año 1993).



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash-Huaura
Raul Yulio Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas Rivera MS
Ing. Geólogo CIP N° 20220
Cofundador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUaura

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP:16662

33

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

4.1 Evaluación del riesgo por fenómenos sísmicos

Por no haberse previsto partidas para la ejecución de estudios de Refracción Sísmica, éstos no se realizaron, sin embargo para la evaluación del riesgo sísmico, se ha recurrido a un proceso de regionalización del comportamiento sísmico del territorio regional, y en razón de que ya existieron algunos estudios sobre la sismicidad, se presentan algunas consideraciones que deberán ser tomadas como referencia en el diseño antisísmico.

El peligro sísmico se define por la probabilidad de que en un lugar determinado se produzca un movimiento sísmico de una intensidad igual o mayor que un cierto valor calculado. Debe tenerse presente que la ocurrencia de un sismo es un evento aleatorio y por consiguiente el análisis del riesgo sísmico se realiza aplicando la Teoría de Probabilidades.

Los diversos estudios de refracción sísmica realizados en diversos proyectos llevados han establecido consideraciones previas importantes, que deben ser tomadas en cuenta para cualquier proyecto de obra civil a ejecutarse en la zona, estas consideraciones se indican a continuación.

4.2 Consideraciones Sísmicas

Fuentes sismo génicas

1. La zona del proyecto se ubica en el Bloque F3 de la zonificación sísmica nacional, según frecuencia e intensidad de sismos ocurridos en el área.
2. La proximidad al Bloque F3, que es uno de los más afectados por movimientos sísmicos a nivel nacional, al estar cercano a la zona de subducción de la Placa de Nazca y la Placa Continental (Borde destructivo).
3. Las Fuentes de los sismos corresponden a dos orígenes
 - a) Fuentes de Subducción y
 - b) Fuentes Continentales. (Castillo –1993).

Análisis de la Recurrencia

La recurrencia es el período aproximado en el cual un sismo de determinada intensidad puede tener lugar nuevamente en un punto determinado de la corteza.

Los parámetros estadísticos que se utilizan en la determinación de la recurrencia corresponden a la magnitud M , definida como: $M = \text{máx. (Mb; Ms)}$, según el método establecido por Castillo (1993).

4.3 Determinación del Riesgo Sísmico

El peligro sísmico se determina utilizando el método probabilístico, mediante el Programa RISK, (R. Mc. Guire.- 1976), usando los datos de la Ley de Atenuación determinada por Casaverde y Vargas (1980), y Mc. Guire (1974). conjuntamente con los parámetros y fuentes sísmo génicas determinados (Castillo, 1993).

Datos asumidos para el riesgo sísmico del área del proyecto.

Se considerarán sismos con 475-500 años de período de retorno, para estructuras con una vida útil de 50 años, y 10% de excedencia, con un sismo extremo de 1,000 años como período de retorno.

Por lo tanto, considerando que la distancia de separación entre un punto geográfico en la Cordillera y la localización del área del proyecto de represamiento no supera el radio de los 100 Km.; es aplicable una reciente evaluación de riesgo sísmico de un proyecto de similar característica constructiva. Para ello utilizaremos las recomendaciones de un reciente estudio de represamiento de una laguna localizada muy próxima al lugar de estudio.

Tabla N° 7 Valores de Aceleraciones Asumidas

SISMO EXTREMO		SISMO DE DISEÑO	
a máx	a efecto	a máx	A efecto
0.38	0.29	0.32	0.24

4.4 Conclusiones del riesgo sísmico

1. Para la determinación del riesgo sísmico en la zona del proyecto, se ha utilizado los valores determinados en una laguna próxima a menos de 100 Km. de distancia del proyecto, considerando que tiene las mismas fuentes sísmo génicas, la distancia de separación muy próxima a escala regional y similar tipo de obra civil.

2. El estudio ha permitido establecer que deben tener los siguientes valores de aceleración:

SISMO EXTREMO		SISMO DE DISEÑO	
a máx	a efecto	a máx	A efecto
0.38	0.29	0.32	0.24

5 GEOTECNIA DEL PROYECTO CONTROL DE INUNDACIONES

Análisis Geológico - Geotécnico de los suelos

Composición y Estructura

- Los suelos poseen distribución y espesores variados, que dependen de ciertos factores como:
- Las características físicas y mineralógicas de las rocas primarias (gran resistencia al intemperismo, formación de bloques, etc.).
- Los procesos y agentes del intemperismo, la erosión y transporte que han actuado, y
- Las características y magnitud de la pendiente del relieve topográfico.

En el área del proyecto, la naturaleza de la roca primaria, fuente de los fragmentos clásticos del suelo, es un factor de gran importancia en la determinación de las características geomecánicas del suelo formado, tal como: la permeabilidad, resistencia, estabilidad, límites, líquido, plástico, índice de saturación, etc.

5.1 Características Morfo - estructurales de los suelos

Las características texturales, composicionales y geotécnicas determinadas en campo, se refieren a la existencia y disposición de los horizontes, se observa que la separación de los horizontes A y B es muy difusa y variable, pero lo que sí es nítida es la separación entre el horizonte B y el horizonte C.

a. Características del horizonte A

En el área del proyecto, como el substrato rocoso corresponde a rocas de resistencia moderada a alta, y el fracturamiento es de moderado a bajo (10-12 discontinuidades/m³). La capa A, formada se presenta siempre con textura gravosa arcillosa, con materia orgánica abundante de colores oscuros, negro, o marrón oscuro, espesores variables entre 0.50 y 0.70 m; posee un componente arcilloso notable, acompañado de materia orgánica vegetal: Tipo GP-SC/SM, donde los porcentajes de gravas y arcillas son similares (35% a 40% c/u).

Cuando la pendiente es moderada entre 25° y 35°, como sucede el lado norte y sur oeste del vaso, donde se presentan grandes acumulaciones de material, detrítico, con espesores entre 2.0 m y 3.0 m, que es lo predominante en el sector del dique.

b. Características del horizonte B

La capa B en los suelos del área del proyecto, en esencia no varía en su textura y composición, lo que cambia ligeramente es el predominio de la arcilla de color pardo oscuro a amarillo; corresponde a un contenido arcilloso - gravoso/limoso, posee un espesor entre 0.80 m. y 1.30 m. Tipo SC-GP/SM.

Los componentes son fragmentos heteromorfos y heterométricos, que van desde arenas gruesas y limos hasta bloques de guijas (dimensiones máximas de 0.20 - 0.30 m. de diámetro).

Cuando la pendiente topográfica es mayor a 35°, la estabilidad varía entre 1:1.0 y 1:0.75; la inestabilidad aumenta cuando el buzamiento de la cobertura de suelos es mayor a 35°, sobre todo si ella está a favor de la pendiente de la superficie rocosa.

c. Características del horizonte C

El horizonte inferior posee las características de una roca descompuesta fuertemente fracturada, Tipo GP-SM/SC. Se halla en contacto erosional con el substrato rocoso de andesitas. En el área de estudio, éste corresponde a las rocas volcánicas de gran resistencia, (100-120 MPa.), en general se presenta muy compacta, moderadamente permeable, en las partes bajas junto al borde lacustre, el espesor es de casi 1.0 m. En este caso la resistencia del suelo alcanza entre 2.0 y 2.1 Kg/cm². La estabilidad es buena. La permeabilidad es moderada a alta.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huaura
Raul Yulio Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas Domínguez
Ing. Geólogo CIP N° 30240
Cooperador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RÍO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

37

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

Si la pendiente topográfica es superior a 40° , entonces el espesor del suelo es escaso o inexistente; en general posee un espesor $< 0.10-15$ m. esto es más acentuado si la roca es de resistencia alta o fuerte (> 120 MPa.).

d. Otras características de la cobertura de suelos

Cuando la cobertura de suelos posee una textura franco arcillosa acompañada de gravas, entonces la permeabilidad es de moderada a baja ($k = 2 \times 10^{-4}$ a 4×10^{-5}), la resistencia puede oscilar entre 2,0 y 2,2 Kg/cm²; tal es el caso de los suelos en la zona oeste y al lado sur, a unos 10 y 20 m. del borde de la laguna.

Cuando las estructuras del suelo corresponden sub horizontes arcillo- limosas, acompañados de fragmentos de gravas, la resistencia disminuye hasta aproximadamente 1,9- 2,0 Kg/ cm², como ocurre hacia el sector medio frontal del vaso de la micropresa pero fuera del área de influencia del dique. La presencia de agua es un factor que disminuye más el valor de la resistencia al corte.

5.2 Calidad del macizo rocoso

5.2.1 Descripción del macizo rocoso

El Análisis de las propiedades geotécnicas del macizo rocoso y suelos se realiza a partir de las observaciones y mediciones de campo, posteriormente ratificadas por los análisis de Laboratorio de suelos.

Entre las propiedades geomecánicas de mayor importancia en el macizo rocoso se tiene:

Tipo de roca: Andesita porfírica; traquiandesitas; andesita brechoide, color gris a - gris verdoso

- Resistencia: 100 –120 MPa.
- Calidad RQD : Buena
- Discontinuidades: Tres sistemas.
- Espesor: < 1.0 mm
- Relleno: Arcilla y limo.
- Espaciamiento: entre 0.40 y 1.50 m.
- Densidad del diaclasamiento: 10 –12 (N° diaclasas/ m³.)

Las rocas localizadas en el área del proyecto, no constituirán un riesgo, aun cuando se encuentren dentro de un sector con una napa freática alta

5.2.2 Calidad del Macizo de Rocas Igneas Volcánicas

En consecuencia si aplicamos el Sistema NGI; para la ponderación del macizo, tenemos:

RQD : Indica el Índice de Calidad de Roca de Deere.

Para determinar el Valor de Q: utilizamos la siguiente fórmula:

$$Q = RQD / J_n + J_r / J_a + J_w / SRF$$

Donde:

J_n = N° de Sistemas de diaclasas.

Para el caso de las andesitas- existen sólo 03 sistemas

El número de sistemas de diaclasas /m³, = 10 -12

J_r = N° de Rugosidad de las discontinuidades, teniendo en cuenta que las superficies son rugosas, ligeramente irregulares y planares, tiene un puntaje igual a 1.5

J_w = Es llamado flujo de presión alta en rocas competentes con diaclasas, como la roca traqui-andesita, es una roca competente el flujo bajo o seco; corresponde un *valor igual a 1.0*.

J_a = Es el tipo de material, que en este caso corresponde a limo arcilloso con ligera cohesión en las diaclasas, por lo que se le asigna un *puntaje igual a 3.0*.

SRF = Se le llama Factor de corrección por tensiones. En razón de la escasa profundidad de la excavación, la existencia de diaclasas abiertas frecuencia moderada.

Por corresponder a zona de tensiones moderadas, se le asigna un puntaje igual a 1.

Efectuando los cálculos tenemos:

$$Q = 88.6 / 8 + 1.5 / 3.0 + 1.0 / 1.0$$

$$Q = 12.58$$

Lo que califica a la roca como: **Buena**. (Equivalente= 300- 250 Kg / cm²)

6 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Para comportarse satisfactoriamente, las cimentaciones superficiales deben tener dos características principales:

- La cimentación debe ser segura contra una falla por corte general del suelo que lo soporta.
- La cimentación no debe experimentar un desplazamiento excesivo es decir un asentamiento excesivo.

La carga por área unitaria de la cimentación bajo el cual ocurre la falla por corte en el suelo se llama Capacidad de carga última.

CONCEPTOS PREVIOS:

Angulo de fricción (ϕ):

Ángulo formado por la tangente a la curva de resistencia intrínseca de un terreno, trazada por el punto de presión normal nula.

Cohesión (C):

La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno.

Peso Específico (γ):

El peso específico de una sustancia se define como su peso por unidad de volumen. Como aclararemos en otro apartado, esta definición es considerada hoy día como obsoleta y reprochable, siendo su denominación correcta la de densidad de peso. Se calcula dividiendo el peso de un cuerpo o porción de materia entre el volumen que éste ocupa.

Nivel de Cimentación

Las investigaciones geotécnicas determinaron el nivel de desplante para fines de cimentación, en toda el área correspondiente a la cimentación de la estructura.

El criterio de inspección de estos niveles se basa principalmente en encontrar un material competente, no cedente, denso, que permita soportar las solicitaciones de carga de las

estructuras proyectadas y evite asentamientos diferenciales significativos. Se espera que los materiales subyacentes por debajo de este nivel sean de las mismas o mejores características en profundidad, esta profundidad deberá ser corroborado con los resultados de las alturas de socavación esperada en la zona de trabajo lo cual es analizado en el estudio de hidráulica fluvial, el nivel de cimentación recomendado se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla N° 8 Nivel de Cimentación

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	ZONA DE ESTUDIO
Nivel de Referencia		Terreno Actual
Nivel de Cimentación D_f (m)		2.00

Estrato de Cimentación

El terreno en la zona de estudio donde estará apoyado las estructuras a proyectar se encuentran sobre un material de tipo arena limosa con grava; para cimentar sobre suelo granulares.

6.1 Cálculo de la Capacidad Portante para los Apoyos de Cimentación

6.1.1 Consideraciones Generales de Cimentación

Para el cálculo de la capacidad portante del apoyo de cimentación de la infraestructura, se ha considerado las características físico – mecánicas de los suelos encontrados, expresados matemáticamente de la siguiente formula:

La presión admisible por asentamiento ha sido calculada a partir de la ecuación **K. TERZAGHI** (1,943) falla general y modificaciones de A. **VESIC** (1,973) para zapatas continuas y de longitud infinita normal.

Las ecuaciones de Capacidad de Carga para falla General por corte en suelos en zapatas, es como sigue:

Formula de Capacidad de Carga Admisible:

$$Q_{ad} = \frac{S_c c N_c + S_q \gamma_1 D_f N_q + \frac{1}{2} S_\gamma \gamma_2 B N_\gamma}{FS}$$

Donde:

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RÍO HUaura

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

41

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



PROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



Q_{ad}	: Capacidad portante admisible en (Kg/cm^2)
F.S.	: Factor de seguridad
c	: Cohesión aparente del suelo
N_c	: Factor de capacidad de carga por cohesión
S_c	: Factor de forma del cimiento
γ_1	: Peso volumétrico encima de la cimentación
D_f	: Profundidad del cimiento
N_q	: Factor de capacidad de carga por sobrecarga
S_q	: Factor de forma del cimiento
γ_2	: Peso volumétrico debajo de la cimentación
B	: Ancho del cimiento
N_γ	: Factor de capacidad de carga por peso de la masa
S_γ	: Factor de forma del cimiento

6.1.2 Cálculo de Diámetro Medio

Teniendo en cuenta los resultados granulométricos se tiene:



Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUaura

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP:16662

42

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

Diámetros Medios

Tamiz		% Parcial Ret.	% Acum. Ret.	% Acum Pasa	Di x Pri
(pulg)	(mm)				
15"@17"	406.400	0.00	0.00	100.00	0.00
13"@15"	355.600	0.00	0.00	100.00	0.00
11"@13"	304.800	0.00	0.00	100.00	0.00
9"@11"	254.000	0.00	0.00	100.00	0.00
7"@9"	203.200	0.00	0.00	100.00	0.00
5"@7"	152.400	0.00	0.00	100.00	0.00
3"@5"	101.600	0.00	0.00	100.00	0.00
3"	76.200	0.00	0.00	100.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.800	8.89	8.89	91.11	451.39
1 1/2"	38.100	13.03	21.92	78.08	496.44
1"	25.400	11.91	33.82	66.18	302.43
3/4"	19.050	7.92	41.75	58.25	150.96
1/2"	12.700	7.57	49.31	50.69	96.08
3/8"	9.525	5.98	55.29	44.71	56.92
1/4"	6.350	4.88	60.17	39.83	31.00
Nº 04	4.760	5.03	65.20	34.80	23.94
Nº 06	3.360	0.24	65.44	34.56	0.80
Nº 08	2.380	4.41	69.85	30.15	10.50
Nº 10	2.000	1.68	71.53	28.47	3.37
Nº 16	1.190	0.00	71.53	28.47	0.00
Nº 20	0.840	0.00	71.53	28.47	0.00
Nº 30	0.590	8.34	79.87	20.13	4.92
Nº 40	0.426	5.02	84.89	15.11	2.14
Nº 50	0.297	5.00	89.88	10.12	1.48
Nº 80	0.177	4.19	94.07	5.93	0.74
Nº 100	0.149	1.39	95.46	4.54	0.21
Nº 200	0.074	2.72	98.18	1.82	0.20
-200		1.83	100.00	0.00	0.00
		Dm = 0.01 Σ Di x Pri			16.34

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
Raul Yulfo Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

7 ESTUDIOS DE CAMPO Y LABORATORIO

7.1 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.

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RÍO HUaura

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

43

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

7.1.1 Exploraciones Realizadas

En la exploración de campo, se contempló la ejecución de calicatas a cielo abierto en lugares estratégicos, lo cual sumados a una inspección visual del cauce del río, donde ha de llevarse a cabo la materialización del proyecto.

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 tomados en cuenta al momento de la descripción de calicatas.

7.1.2 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.

7.1.3 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).

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huara
Raul Yulfo Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas
Ing. Geólogo CIP N° 30240
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RÍO HUaura

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

44

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



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.

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 con regular o poca cantidad de arenas diferentes 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 río Huaura.

7.1.4 Diámetro Medio del Material

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, así como los resultados del diámetro medio de las partículas las cuales se muestran en el cuadro N° 6.

Cuadro N° 6 resultados del diámetro medio

Tamiz	CALICATAS																		% Parcial Ret.	% Acum. Ret.	% Acum Pasa	Dix Pri	
	Nº 01	Nº 02	Nº 03	Nº 04	Nº 05	Nº 06	Nº 07	Nº 08	Nº 09	Nº 10	Nº 11	Nº 12	Nº 13	Nº 14	Nº 15	Nº 16	Nº 17	Nº 18					
(in)(mm)	0-1.50 mm	0-1.60 mm	0-1.50 mm	0-1.80 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm	0-1.60 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm	0-1.60 mm	0-1.80 mm	0-1.50 mm	0-1.50 mm				
15" @ 17"	406.400																		0.00	0.00	100.00	0.00	
13" @ 15"	355.600																		0.00	0.00	100.00	0.00	
11" @ 13"	304.800																		0.00	0.00	100.00	0.00	
9" @ 11"	254.000																		0.00	0.00	100.00	0.00	
7" @ 9"	203.200																		0.00	0.00	100.00	0.00	
5" @ 7"	152.400																		0.00	0.00	100.00	0.00	
3" @ 5"	101.600																		0.00	0.00	100.00	0.00	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	11.70	0.00	0.00	0.00	21.91	19.05	23.96	13.87	24.66	0.00	15.48	12.84	16.47	0.00	0.00	8.89	8.89	91.11	451.39
1 1/2"	38.100	22.46	22.93	13.17	10.50	10.85	16.74	13.12	13.55	10.21	13.27	10.45	9.04	22.03	10.24	7.45	11.05	8.12	9.36	13.03	21.92	78.08	496.44
1"	25.400	12.02	12.27	18.12	13.44	11.12	11.53	10.53	6.62	15.09	8.51	9.25	11.51	16.49	8.81	12.09	10.55	13.70	12.67	11.91	33.82	66.18	302.43
3/4"	19.050	7.44	7.60	7.58	7.34	5.65	10.30	7.05	5.32	8.69	7.72	8.93	8.77	13.41	10.00	7.64	6.18	6.22	6.80	7.92	41.75	58.25	150.96
1/2"	12.700	7.51	7.67	8.36	8.50	10.47	9.59	9.91	2.93	4.27	5.54	6.27	4.88	9.61	8.81	7.00	7.64	7.74	9.47	7.57	49.31	50.69	96.08
3/8"	9.525	6.12	6.24	4.06	5.10	6.69	5.55	5.21	3.85	4.12	2.77	6.43	5.48	8.33	5.00	8.91	7.27	5.62	10.82	5.98	55.29	44.71	56.92
1/4"	6.350	8.07	8.24	3.87	7.50	6.93	6.58	5.86	2.81	3.66	4.16	5.49	2.47	5.38	5.00	0.00	5.64	0.00	6.22	4.88	60.17	39.83	31.00
Nº 04	4.760	4.60	4.70	2.24	4.20	3.10	3.35	2.72	3.33	3.35	1.88	4.39	5.75	9.93	5.00	10.64	1.64	11.70	8.00	5.03	65.20	34.80	23.94
Nº 06	3.360	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	65.44	34.56	0.80
Nº 08	2.380	0.00	4.36	3.96	11.20	4.52	4.17	5.32	6.56	2.29	2.18	2.35	2.19	1.05	5.24	7.09	1.55	7.82	7.55	4.41	69.85	30.15	10.50
Nº 10	2.000	1.10	1.12	1.06	0.00	0.72	1.08	0.76	1.78	2.29	1.19	3.92	1.64	2.13	3.57	1.64	2.36	1.94	2.00	1.68	71.53	28.47	3.37
Nº 16	1.190	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.53	28.47	0.00
Nº 20	0.840	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.53	28.47	0.00
Nº 30	0.590	13.91	10.56	14.00	9.30	8.50	10.44	15.20	12.10	1.83	1.98	5.02	3.29	1.18	6.43	9.16	4.00	16.08	7.11	8.34	79.87	20.13	4.92
Nº 40	0.426	3.73	5.02	6.54	3.20	5.06	5.52	6.65	4.37	5.64	4.56	5.80	4.66	1.15	5.48	4.54	7.36	5.92	5.11	5.02	84.89	15.11	2.14
Nº 50	0.297	3.07	4.35	5.78	2.60	6.15	4.71	6.31	3.50	9.30	6.74	7.99	4.11	1.61	3.81	4.36	6.54	4.92	4.11	5.00	89.88	10.12	1.48
Nº 80	0.177	2.30	2.35	5.63	2.70	8.32	4.84	6.46	5.42	1.66	8.52	1.71	5.48	2.03	2.14	2.18	5.82	3.34	4.44	4.19	94.07	5.93	0.74
Nº 100	0.149	0.44	0.45	1.37	1.10	2.53	0.94	0.77	1.36	1.68	0.99	1.72	1.64	1.97	2.02	1.18	1.45	1.30	2.11	1.39	95.46	4.54	0.21
Nº 200	0.074	0.77	0.78	1.98	0.50	5.60	1.75	2.28	2.96	5.49	4.36	5.64	3.56	1.48	2.14	1.64	3.36	1.92	2.67	2.72	98.18	1.82	0.20
-200		2.19	1.36	2.28	1.12	3.79	2.91	1.85	1.63	1.38	1.67	0.77	0.87	2.22	0.83	1.64	1.12	3.66	1.56	1.83	100.00	0.00	0.00
																			Dm = 0.01 Σ Dix Pri		16.34		

7.2 Resultados de los trabajos de campo y laboratorio.

7.2.1 Tipo de calicata y ubicación

Con la finalidad de definir las características del suelo del área en estudio se realizó 28 calicatas a cielo abierto, en el área de cauce de río Huaura distribuidos de forma homogénea en toda el área de la Cuenca Huaura, así mismo se realizaron 53 calicatas distribuidos en cada progresiva tomando como punto inicial la desembocadura del río Huaura.

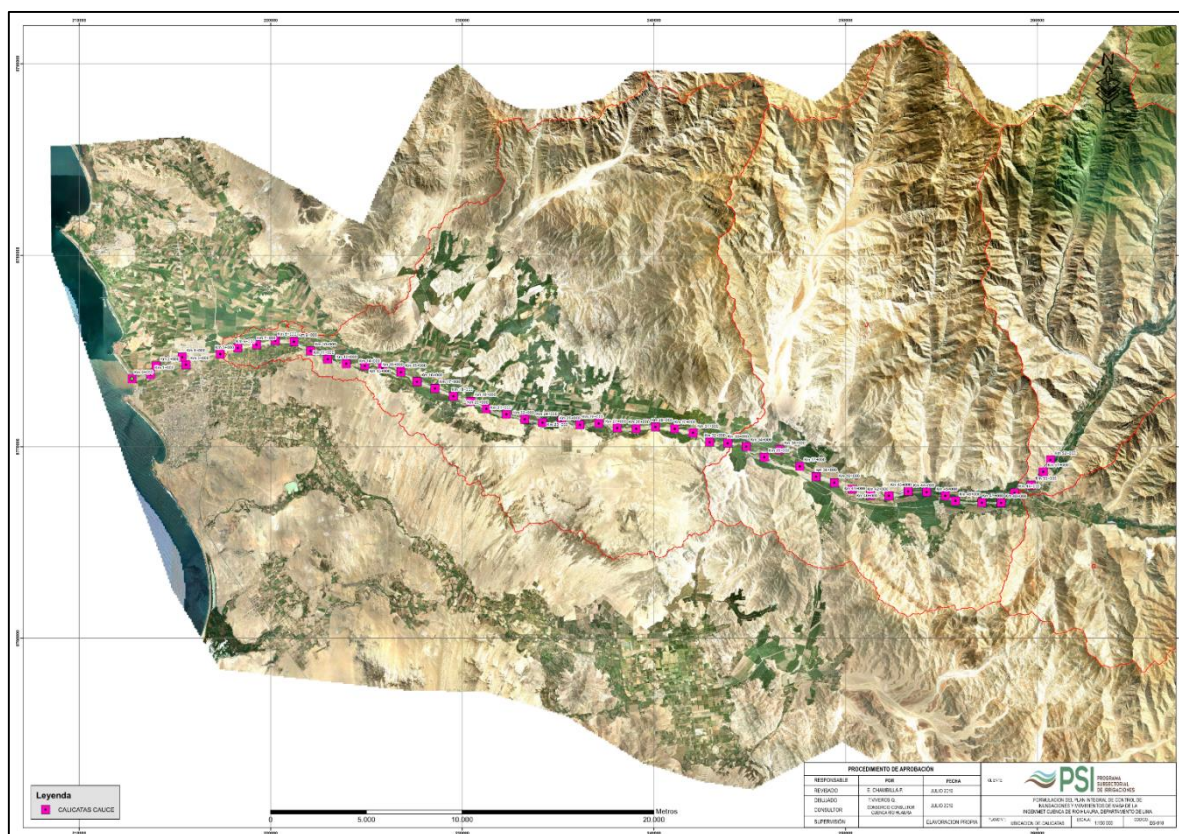
PROFUNDIDAD: Con profundidades mínimas de 1.50m., regidas principalmente por los estratos encontrados durante la excavación y nivel freático.

TIPO DE MUESTREO: El tipo de muestreo de las calicatas es de tipo aleatorio sistemático, distribuido convenientemente en el área de estudio.

TIPO DE MUESTRA: Las muestras corresponden a muestras alteradas, ya que al realizar la excavación de las calicatas en los suelos se exponen a la alteración desde la perturbación de su lugar en el espacio, sufriendo cambios físicos y químicos.

La ubicación de las calicatas en la zona de la cuenca Huaura se presenta en el siguiente gráfico:

Figura N° 8 Distribución de Calicatas en el cauce de río Huaura



7.2.2 Registro de calicatas

Se realizaron exploraciones del sub suelo mediante la excavación de calicatas en la zona de estudio, realizándose su respectivo registro y descripción in situ de los materiales encontrados, a continuación, presentamos dos cuadros resumen de los datos registrados



PERÚ

Ministerio
de AgriculturaPROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



durante la excavación, ubicación en coordenadas UTM, litología, potencia o espesor, descripción de los materiales encontrados, una en la zona de la cuenca Huaura y otra realizada en la zona de Cauce de río Huaura:

Cuadro N° 7 Ubicación de Calicatas Cauce de Río Huaura

PROGRESIVA	ESTE	NORTE	DESCRIPCION	PTO. MUESTREO
Km 0+000	0212761	8773546	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, mezcla de grava y arena, no plasticos, piedras mayores de 5"	MD
Km 1+000	0213729	8773786	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados con arena grava, piedras mayores de 4"	MD
Km 2+000	0214011	8774231	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, mezcla de arena y grava, piedras mayores de 4"	MD
Km 3+000	0215573	8774284	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, mezcla de grava y arena, piedras mayores de 4"	MD
Km 4+000	0215379	8774687	Margen Derecha A. Abajo Gravas y Cantos rodados de 3" con arena fina	MD
Km 5+000	0217361	8774842	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas de 2", mezcla de grava y arena	MD
Km 6+000	0218279	8775161	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas , mezclas de grava y arena con piedras mayores de 3"	MD
Km 7+000	0219262	8775331	Margen Izquierda A. Abajo Cantos Rodados con grava y arena, piedras mayores de 2"	MI
Km 8+000	0220239	8775542	Margen Izquierda A. Abajo Cantos Rodados, grava y arena mayores de 2"	MI
Km 9+000	0221213	8775492	Margen Izquierda A. Abajo Cantos Rodados y grava con arena piedras mayores de 2"	MI
Km 10+000	0222077	8775006	Margen Izquierda A. Abajo gravas arenosas mezclas de grava y arena con piedras mayores de 2"	MI
Km 11+000	0222971	8774576	Margen Izquierda A. Abajo Gravas arenosas mezcla de grava y arena con piedras mayores de 2"	MI
Km 12+000	0223941	8774343	Margen Izquierda A. Abajo Gravas arenosas piedras mayor de 3"	MI
Km 13+000	0224911	8774234	Margen Izquierda A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores de 2"	MI
Km 14+000	0225828	8774129	Margen Izquierda A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores de 2"	MI

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaura
Raul Yulio Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas Dávila MSc
Ing. Geólogo CIP N° 30240
Cooperador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RÍO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

47

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de AgriculturaPROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



PROGRESIVA	ESTE	NORTE	DESCRIPCION	PTO. MUESTREO
Km 15+000	0226791	8773948	Margen Izquierda A. Abajo Gravas mezcla de arena y gravas con piedras mayores de 3"	MI
Km 15+000	0226789	8773897		
Km 16+000	0227636	8773402	Margen Derecha A. Abajo Gravas mezcla de arena y gravas con piedras mayores de 2"	MD
Km 17+000	0228569	8773047	Margen Derecha A. Abajo Gravas y arena y cantos rodados, mayor de 4"	MD
Km 18+000	0229532	8772643	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores a 3"	MD
Km 19+000	0230422	8772376	Margen Izquierda A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores de 4"	MI
Km 20+000	0231258	8771977	Margen Izquierda A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores de 4"	MI
Km 21+000	0232298	8771700	Margen Izquierda A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores de 3"	MI
Km 22+000	0233257	8771437	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores de 2"	MD
Km 23+000	0234182	8771260	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores de 2"	MD
Km 24+000	0235168	8771366	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas piedras mayores de 3"	MD
Km 25+000	0236131	8771153	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, piedras mayores de 2"	MD
Km 26+000	0237118	8771227	Margen Derecha A. Abajo Gravas y cantos rodados con arena piedras mayores de 3"	MD
Km 27+000	0238074	8770979	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 3"	MD
Km 28+000	0239067	8770953	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados con gravas y arena piedras mayores de 3"	MD
Km 29+000	0240075	8771040	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados con gravas y arena piedras mayores de 3"	MD
Km 30+000	0241079	8770945	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	MD
Km 31+000	0242043	8770732	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados con gravas y arena piedras mayores de 4"	MD

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaura
Raul Yulio Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas Ramirez MS
Ing. Geologo CIP N° 30240
Cooperador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

48

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de AgriculturaPROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



PROGRESIVA	ESTE	NORTE	DESCRIPCION	PTO. MUESTREO
Km 32+000	0242906	8770247	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 3"	MD
Km 33+000	0243853	8770190	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 3"	MD
Km 34+000	0244815	8770020	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	MD
Km 35+000	0245757	8769460	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	MD
Km 36+000	0246567	8769856	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 3"	MD
Km 37+000	0247611	8768982	Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	
Km 38+000	0248462	8768444	Margen Derecha A. Abajo Cantos Rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	MD
Km 39+000	0249413	8768128	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	MD
Km 40+000	0250342	8767787	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	MD
Km 41+000	0251305	8767476	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	MD
Km 42+000	0252264	8767444	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, mezcla de arena con gravas piedras mayores de 3"	MD
Km 43+000	0253268	8767673	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, mezcla de grava y arena piedras mayores de 3"	MD
Km 44+000	0254225	8767636	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, mezcla de grava y arena piedras mayores de 3"	MD
Km 45+000	0255204	8767444	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas y arena piedras mayores de 4"	MD
Km 46+000	0255735	8767176	Gravas arenosas piedras mayores de 3"	
Km 47+000	0257115	8767092	Margen Derecha A. Abajo Cantos rodados, gravas arenosas piedras mayores de 3"	MD
Km 48+000	0258112	8767075	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, piedras mayores de 3"	MD
Km 49+000	0258811	8767592	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, mezcla de gravas y arena	MD

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huara
Raul Yulio Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas Rivas MS
Ing. Geologo CIP N° 30240
Cooperador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

49

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

PROGRESIVA	ESTE	NORTE	DESCRIPCION	PTO. MUESTREO
Km 50+000	0259686	8768002	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, mezcla de gravas y arena	MD
Km 51+000	0260317	8768697	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, mezcla de gravas y arena	MD
Km 52+000	0260694	8769317	Margen Derecha A. Abajo Gravas arenosas, mezcla de gravas y arena	MD

7.2.3 Clasificación de suelos

La clasificación de los suelos se clasifica con el método conocido como sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), donde se evalúa las propiedades físicas y mecánicas como son distribución granulométrica y límites de plasticidad.

7.2.4 Trabajos de laboratorio

ENSAYOS ESTÁNDAR:

Con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422).
- Material de pasa el Tamiz N° 200 (ASTM D-1140).
- Límite Líquido (ASTM D-4318).
- Límite Plástico (ASTM D4318).
- Contenido de Humedad (ASTM D-2216).
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487).

7.2.5 Resultados del estudio de clasificación de suelos

A continuación, presentamos los perfiles estratigráficos de los suelos en la cuenca Huaura, estas descripciones son realizadas in situ, obteniendo información de primera mano realizada por el Geólogo donde se aprecian las características físicas mecánicas de forma visual y al tacto.

En consecuencia existe materiales granulares con presencia de gravas y arenas y con presencia también de boloneras mayores a 10" de diámetros, es decir que de acuerdo a las normas vigentes no podremos realizar ensayos de corte directo y ensayos como SPT por lo que desde ahora nos apoyaremos en información secundaria, de estudios bibliográficos que han permitido estimar las características físico mecánicas de este tipo de material.

Al presentar una similitud en canto a clasificación geotecnia y mediante tablas e información bibliográfica podemos estimar los siguientes parámetros físico mecánicas de estos suelos de fundación.

Tramo de investigación 45+330 a 45+600, 43+620 a 44+500, 39+520 a 39+890, 38+700 a 38+800, 35+840 a 36+500, 26+170 a 26+420

- Geología : Material conformado por depósitos fluviales de espesor de 2.00 m.
- Su clasificación SUCS : GW (grava bien graduada).
- Su clasificación AASHTO : A-1-a (0) (arena con mezcla de grava)
- % de boloneria y bloques de roca : 25 %
- % de grava : 67.87 %
- % de arena : 30.74 %
- % pasante la malla N° 200 : 1.39 %
- Límites de consistencia : N.P.
- Resistencia : Alta.
- Cohesión : 0.00 kg/cm².
- Angulo de fricción : 32.19°
- Compresibilidad : Baja.
- Densidad Natural Húmedo : 1.756 gr/cm³.
- Densidad Natural seco : 1.576 gr/cm³.
- D₅₀ mm : 16.70 mm.
- D₆₅ mm : 33.77 mm.
- D₈₄ mm : 54.27 mm.
- D_m mm : 24.01 mm.
- Capacidad portante a 0.60 m. : 1.05 kg/cm² en zapatas corridas
- Capacidad portante a 1.50 m. : 2.33 kg/cm² en zapatas corridas
- Capacidad portante a 2.00 m. : 2.61 kg/cm² en zapatas corridas
- Asentamiento instantáneo a 0.60 m. : 1.03 cm.
- Asentamiento instantáneo a 1.50 m. : 1.71 cm.
- Asentamiento instantáneo a 2.00 m. : 1.61 cm.
- Coeficiente de Permeabilidad en suelos espesor de 2.00 m. 4.56x 10⁻³ cm /seg.
- Módulo de elasticidad : 190 kg/cm².
- Medidas Constructivas : Talud para la excavación será de V: H – 1:0.50 recomendable.
- Valor como cimentación : Bueno.

Tramo de investigación 14+480 a 14+950, 13+220 a 13+580, 6+250 a 8+220, 3+750 a 3+800

- Geología : Material conformado por depósitos fluviales de espesor de 1.80 m.
- Su clasificación SUCS : GP (grava mal graduada).
- Su clasificación AASHTO : A-1-a (0) (arena con mezcla de grava)
- % de boloneria y bloques de roca : 15 %

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huancayo
Raul Yulio Coloma Lluyta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas Rivera MS
Ing. Geólogo CIP N° 30240
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP:16662

51

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de AgriculturaPROGRAMA
SUBSECTORIAL
DE IRRIGACIONES

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



- % de grava : 58.38 %
- % de arena : 40.20 %
- % pasante la malla N° 200 : 1.42 %
- Límites de consistencia : N.P.
- Resistencia : Alta.
- Cohesión : 0.00 kg/cm².
- Angulo de fricción : 33.37°
- Compresibilidad : Baja.
- Densidad Natural Húmedo : 1.764 gr/cm³.
- Densidad Natural seco : 1.530 gr/cm³.
- D50 mm : 9.57 mm.
- D65 mm : 17.24 mm.
- D84 mm : 33.56 mm.
- Dm mm : 14.51 mm.
- Capacidad portante a 0.50 m. : 0.80 kg/cm² en zapatas corridas
- Capacidad portante a 1.20 m. : 2.25 kg/cm² en zapatas corridas
- Capacidad portante a 1.80 m. : 2.62 kg/cm² en zapatas corridas
- Asentamiento instantáneo a 0.50 m. : 1.45 cm.
- Asentamiento instantáneo a 1.20 m. : 1.76 cm.
- Asentamiento instantáneo a 1.80 m. : 1.62 cm.
- Coeficiente de Permeabilidad en suelos espesor de 2.00 m. 4.12×10^{-3} cm /seg.
- Módulo de elasticidad : 190 kg/cm².
- Medidas Constructivas : Talud para la excavación será de V: H – 1:0.50.
- Valor como cimentación : Bueno.

Tramo de investigación 46+980 a 48+820, 44+230 a 44+480, 42+800 a 44+000, 37+680 a 40+340, 33+610 a 35+870

- Su clasificación SUCS : SM, GC.
- Su Clasificación AASHTO : A-2-4 (0), A-1-a (0).
- Nombre : Arena limosa y grava arcillosa.
- Resistencia : regular a alta.
- Cohesión : 0.022 Kg/cm².
- Angulo de fricción : 24.55°.
- Compresibilidad : regular a baja
- Densidad Natural Húmedo : 1.785 gr/cm³.
- Densidad natural seco : 1.687 gr/cm³.
- Carga admisible húmeda : 1.340 Kg/cm².
- Carga admisible seco : 1.765 Kg/cm².
- Coeficiente de Permeabilidad : 1.2×10^{-4} cm/seg.
- Módulo de elasticidad : 110 kg/cm².
- Módulo de balasto : 12.44 kg/cm³
- Medidas Constructivas : Teniendo en cuenta que el dique ira en corte: el talud de corte será de V: H – 1:1 propuesto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huancuz
Raul Yulio Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Cuatrecasas Ramirez MS
Ing. Geólogo CIP N° 30240
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUaura

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

52

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL

- Valor como cimentación : Apoyo bueno a pobre en función a la densidad.
- Riesgo de asientos : Bajo.
- Riesgo de deslizamiento de talud : Bajo a medio.
- Características de drenaje : Semipermeable.

Tramo de investigación 31+170 a 31+310, 26+010 a 26+210, 17+770 a 17+850, 6+920 a 7+400, 3+100 a 3+460

- Su clasificación SUC : GM, GP, SM-SC
- Su Clasificación AASHTO : A-2-5 (0), A-1-b (0), A-1-a (0).
- Nombre : Grava limosa mal graduada, arenas limosas y arcillosa.
- Resistencia : regular a alta.
- Cohesión : 0.000 Kg/cm².
- Angulo de fricción : 25.45°.
- Compresibilidad : baja
- Densidad Natural Húmedo : 1.864 gr/cm³.
- Densidad natural seco : 1.768 gr/cm³.
- Carga admisible húmeda : 1.652 Kg/cm².
- Carga admisible seco : 2.064 Kg/cm².
- Coeficiente de Permeabilidad : 2.22x10⁻⁵ cm/seg.
- Módulo de elasticidad : 140 kg/cm².
- Módulo de balasto : 13.20 kg/cm³
- Medidas Constructivas : Teniendo en cuenta que esta canal ira en corte: el talud de corte será de V: H - 1:1. propuesto
- Valor como cimentación : Buen apoyo.
- Riesgo de asientos : Bajo a muy bajo.
- Riesgo de deslizamiento de talud : bajo no existe.
- Características de drenaje : material semipermeable a permeable.
- Nivel freático : no hay.

7.3 Parámetros geotécnicos.

De los resultados de ensay geofísicos, y de la combinación de Velocidades de ondas Vp y Vs podemos estimar matemáticamente parámetros pseudodinamicos de los suelos, los mismos que como resultados de métodos indirectos pueden variar en función a las características de los suelos como humedad, saturación, presencia de bolonerias y otros factores determinantes los mismo que pueden ser corregidos en subsiguiente nivel de estudio y ejecución.

Cuadro N° 8 Parámetros pseudodinamicos cuenca Huaura

LS-01	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
1	1	0.0 -2.0	500	292	0.241	380.86	245.28	153.42	7	0.66	1.712	1.80	17.65
	2	0.0 -8.0	1400	307	0.475	511.32	3374.02	173.36	32	3.22	4.560	1.84	18.04
	3	>30.0	2010	540	0.461	1618.47	6935.09	553.85	49	4.95	3.722	1.90	18.63
LS-02	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
2	1	1.0 -5.0	460	271	0.234	328.92	206.26	133.25	5	0.55	1.697	1.82	17.80
	2	6.0 -12.0	1260	364	0.454	716.64	2623.45	246.36	28	2.82	3.462	1.86	18.24
	3	>30.0	2650	464	0.484	1201.06	12658.28	404.62	68	6.77	5.711	1.88	18.44
LS-03	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
3	1	1.0 -7.0	750	517	0.047	1063.37	391.48	507.67	14	1.37	1.451	1.90	18.63
	2	11.0 -13.0	657	307	0.360	497.28	593.40	182.78	11	1.11	2.140	1.94	19.02
	3	>30.0	2050	738	0.426	3058.04	6845.98	1072.58	51	5.06	2.778	1.97	19.32
LS-04	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
	1	4.0 -5.0	550	315	0.256	455.95	311.36	181.52	8	0.80	1.746	1.83	17.95

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huara
Raul Julio Coloma Chuy
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrilla Torres, J.C.
Ing. Geologo CIP N° 20240
Coordinador de Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP:10652

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA

4	LS-05	2	6.0 -8.0	1300	401	0.447	865.52	2743.67	298.99	29	2.93	3.242	1.86	18.24
		3	>30.0	2605	556	0.476	1742.57	12169.87	590.25	66	6.64	4.685	1.91	18.73
5	LS-06	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
		1	2.0 -3.0	560	275	0.341	389.32	408.37	145.15	8	0.83	2.036	1.92	18.83
		2	6.0 -8.0	1300	439	0.436	1039.95	2693.19	362.19	29	2.93	2.961	1.88	18.44
		3	>30.0	2750	540	0.480	1708.36	14199.06	577.17	71	7.05	5.093	1.98	19.42
6	LS-07	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
		1	2.0 -3.0	600	420	0.022	66871.73	23308.90	32721.10	9	0.94	1.430	186.00	1824.03
		2	6.0 -10.0	1300	565	0.384	1686.59	2414.11	609.51	29	2.93	2.301	1.91	18.73
		3	>30.0	2650	601	0.473	2052.85	12619.61	696.88	68	6.77	4.409	1.93	18.93
7	LS-08	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
		1	6.0 -8.0	500	523	6.313	7598.18	-217.87	519.53	7	0.66	0.956	1.90	18.63
		2	5.0 -6.0	1600	460	0.455	1151.03	4258.15	395.56	38	3.78	3.478	1.87	18.34
		3	>30.0	2050	578	0.457	1868.29	7211.07	641.22	51	5.06	3.547	1.92	18.83
	LS-08	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
		1	1.0 -4.0	500	233	0.362	264.97	320.16	97.27	7	0.66	2.151	1.80	17.65
	LS-08	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
		2	10.0 -12.0	1300	297	0.472	475.22	2876.48	161.37	29	2.93	4.377	1.83	17.95

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huara
Raul Julio Coloma Chuya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrilla Torres, J.C.
Ing. Geólogo CIP N° 40040
Supervisor en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP:10652

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA

8	3	>30.0	2650	317	0.493	548.83	12601.66	183.83	68	6.77	8.360	1.83	17.95
LS-09	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
	1	1.0 -2.0	700	365	0.313	643.64	574.56	245.05	12	1.23	1.918	1.84	18.04
	2	7.0 - 10.0	1300	357	0.459	684.16	2795.97	234.43	29	2.93	3.641	1.84	18.04
9	3	>30.0	2900	364	0.492	731.18	15226.45	245.03	75	7.48	7.967	1.85	18.14
LS-10	Capas	Espesor m.	Vp m/s	Vs m/s	Módulo de Poisson n	Módulo de Young Mpa	Módulo Volumétrico K Mpa	Módulo de Corte G Mpa	N (SPT) golpes	Carga Admisible (kg/cm2)	Vp/Vs	densidad g/cc	desidad KN/cm3
	1	1.0 -2.0	650	230	0.428	274.96	640.36	96.24	11	1.09	2.826	1.82	17.85
	2	7.0 - 10.0	1350	354	0.463	670.82	3028.37	229.25	31	3.07	3.814	1.83	17.95
10	3	>30.0	2900	250	0.496	340.28	15149.34	113.71	75	7.48	11.600	1.82	17.85

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huara
Raul Julio Coloma Chuya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Walter Utrera Torres, J.C.
Ing. Geólogo CIP N° 20260
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vázquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP:10652

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
C.I.P. 43296



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



8 ESTUDIO DE CANTERAS

Para la conformación de los diques en los sectores de protección considerados, el material del prisma provendrá directamente de la remoción del lecho al realizarse la descolmatación del cauce del río, previa limpieza y eliminación de elementos de arrastre sedimentados no utilizables (palos, troncos, desechos orgánicos, etc.).

Este material es propicio y apto por cuanto está conformado por gravas de canto rodados, con diámetros que van desde menores a 1" a 6" y pesos medios de 12 a 20 kilogramos; en donde el material menor a 3" representa el 70% del volumen total y se halla entremezclado con depósitos de limo y arena arcillosa, que favorecerá la compactación y dará cierto grado de impermeabilización al dique.

Para los trabajos de enrocados se ha analizado dos canteras que han sido probadas y explotadas:

Cuadro N° 9 Canteras identificadas

ITEM	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM - WGS 84 - 18		DISTRITO	SECTOR
		ESTE	NORTE		
1	CANTERA CERRO LA X	232,778.7469	8,771,432.9197	SANTA MARIA	SANTA ROSALIA
2	CANTERA SAN JOSE	236,255.2761	8,770,940.8843	SANTA MARIA	HUACAN
3	CANTERA SAN GERONIMO	245,930.6442	8,772,710.7445	HUAURA	CHAMBARA
4	CANTERA CALAMBACO	253,747.9288	8,768,933.2091	HUAURA	QUIPICO
5	CANTERA QUINTAY	262,188.2301	8,774,195.7344	SAYAN	QUINTAY
6	CANTERA QUILCA	268,550.8723	8,777,968.9955	SAYAN	QUILCA

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaura
Ing. *Raul Lybo Coloma Lluya*
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Tiberio Cuervo Rivera JCS
Ing. Geologo CIP N° 20210
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISION HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

57

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



8.1.1 Cantera Cerro La X

Ubicada en la margen izquierda del río Huaura a la altura del Km 17 de la carretera Huaura - Sayán, siguiendo un camino carrozable de 3.0 Km, el material se encuentra para realizar la extracción con explosivos y seleccionado con excavadora para su carguío correspondiente.

De acuerdo al análisis realizado en proyectos anteriores también es apto para el uso en enrocados, por ser de buena calidad. Dicha cantera será utilizada para la voladura de roca en un volumen de acuerdo a los metrados para el sector de José Carlos Mariátegui, Bocatoma San Felipe y toma de captación Santa Rosalía.

8.1.2 Cantera San José

Ubicada en la margen izquierda del río y carretera Huaura –Sayán - Churin a la altura del Km. 22+00 siguiendo un camino carrozable de 1.00 km., la cantera se encuentra al costado del río, el material se encuentra para realizar la extracción con explosivos y ser seleccionado con excavadora para su carguío respectivo.

De acuerdo con el análisis de abrasión y uso de la roca en proyectos anteriores ejecutados en las riberas del río Huaura resulta apto para ser utilizada como protección de riberas (Enrocados), por ser de buena calidad. Dicha cantera será utilizada para la voladura de roca en un volumen de acuerdo a los metrados para el sector toma de captación Vilcahuaura y Puente Huacán.

8.1.3 Cantera San Gerónimo

Ubicada en la margen derecha del río y carretera Huaura –Sayán - Churin a la altura del Km. 29.50 siguiendo un camino carrozable de 2.00 km., la cantera se encuentra en el centro poblado de San Gerónimo, el material se encuentra para realizar la extracción con explosivos y ser seleccionado con excavadora para su carguío respectivo.

De acuerdo con el análisis de abrasión y uso de la roca en proyectos anteriores ejecutados en las riberas del río Huaura resulta apto para ser utilizada como protección de riberas (Enrocados), por ser de buena calidad. Dicha cantera será utilizada para la voladura de roca del enrocado de protección que se colocará en el sector de la toma de captación Humaya.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huara
Raul Lybo Coloma Ciliya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Tiberio Cuatrecasas Rojas
Ing. Geólogo CIP N° 20200
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISION HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



8.1.4 Cantera Calambaco

Ubicada en la margen derecha del río y carretera Huaura –Sayán - Churin a la altura del Km. 40.00 siguiendo un camino carrozable de 0.50 km., la cantera se encuentra cercana a la pista a la altura del centro poblado Andahuasi, el material se encuentra para realizar la extracción con explosivos y ser seleccionado con excavadora para su carguío respectivo.

De acuerdo con el análisis de abrasión y uso de la roca en proyectos anteriores ejecutados en las riberas del río Huaura resulta apto para ser utilizada como protección de riberas (Enrocados), por ser de buena calidad. Dicha cantera será utilizada para la voladura de roca que será utilizada en los sectores de Bocatoma Quipico, protección de la carretera Churin – Sayan, toma de captación San Juan de Cañas, protección de la población y parque de Sayán, toma de captación Canal Maní, bocatoma Santa Rosa y toma de captación La Virgen.

8.1.5 Cantera Quintay

Ubicada en la margen derecha del río y carretera Huaura –Sayán - Churin a la altura del Km. 51.50, siguiendo un camino carrozable de 1.00 km., la cantera se encuentra cercana a la pista a la altura del centro poblado Quintay, el material se encuentra para realizar la extracción con explosivos y ser seleccionado con excavadora para su carguío respectivo.

De acuerdo con el análisis de abrasión y uso de la roca en proyectos anteriores ejecutados en las riberas del río Huaura resulta apto para ser utilizada como protección de riberas (Enrocados), por ser de buena calidad. Dicha cantera será utilizada para la voladura de roca que será utilizada en la protección con enrocado en los sectores de toma de captación Casa Blanca, toma de captación Chuquiquintay, protección de la carretera Sayán – Churin y toma de captación Palco Quintay.

8.1.6 Cantera Quilca

Ubicada en la margen izquierda del río Huaura a la altura del Km. 57.50, siguiendo un camino carrozable de 0.60 km., la cantera se encuentra al costado del cauce del río, el material se encuentra para realizar la extracción con explosivos y ser seleccionado con excavadora para su carguío respectivo.

De acuerdo con el análisis de abrasión y uso de la roca en proyectos anteriores ejecutados en las riberas del río Huaura resulta apto para ser utilizada como protección de riberas (Enrocados),

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Departamental Ancash - Huaura
Raul Luján Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Pablo Cuatrecasas
Ing. Geólogo CIP N° 20210
Cargado en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico

PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RÍO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

59

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



por ser de buena calidad. Dicha cantera será utilizada para la voladura de roca que será utilizada en la protección con enrocado en los sectores de Puente Alco, toma de captación Tres Montones, protección de la carretera Sayán – Churin, toma de captación Lluy Lluy y toma de captación Quilca.

En los sectores que abarca el proyecto se aprecian afloramientos rocosos masivos de andesitas, con estratificación amplia que podrían ser utilizados; sin embargo, hay bancos probados y explotados en los lugares denominados **Cerro La X, San José, San Gerónimo, Calambaco, Quintay y Quilca** que se consideran para su utilización en el proyecto, ya que se encuentran cercanas a los sectores donde se proyecta la protección y se ha extraído roca de buena calidad para proyectos de defensa ribereña ejecutados en el río Huaura, se adjunta análisis de laboratorio de proyectos anteriores.

La calidad de la roca referida a su dureza es buena y se obtendrá en las dimensiones necesarias, se utilizará explosivos para su extracción la misma que con una excavadora será seleccionada, para su posterior carguío a la zona del proyecto.

Las canteras que se utilizarán en el proyecto son de buena calidad con peso específico de hasta 2.69 Tn/m^3 , muy resistentes a la compresión simple. El volumen disponible en cada cantera cubre los requerimientos de enrocado de los sectores considerados, al cual se le trasladará mediante volquetes. Se adjunta su respectivo análisis.

Cuadro N° 10 Resultados de laboratorio

Peso Específico de la Roca		
Cantera	Peso Específico	
Cerro la X	2.62	Tn/m ³
San José	2.65	Tn/m ³
San Gerónimo	2.72	Tn/m ³
Calambaco	2.75	Tn/m ³
Quintay	2.68	Tn/m ³
Quilca	2.75	Tn/m ³
Promedio	2.695	Tn/m³

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huara
Raul Luján Coloma Lluya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Pablo Cuatrecasas JIMÉNEZ
Ing. Geólogo CIP N° 20210
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- 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 Huaura 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.
- El riesgo de eventos de geodinámica externa determinado en el área del proyecto tiende a ser materia de solución con la presente estructura ya que el evento máximo posible viene a ser el de la inundación y posible ocurrencia de huaycos que vienen a ser mitigados por parte del presente proyecto.
- La calidad de los materiales presentes en las canteras para el dique como para el material rocoso vienen garantizados por los ensayos de laboratorio practicados, así como por el uso dado a estos por otros proyectos similares ejecutados en el río Huaura.
- De acuerdo a las inspecciones de campo y los estudios de laboratorio se concluye que el diámetro medio de las partículas para el diseño del enrocado en la parte baja (Puente Sayán aguas abajo), se debe utilizar un diámetro medio de partícula de 16.34 mm. y aguas arriba diámetro medio variable de 30 – 200 mm.
- Para el diseño del enrocado en la parte alta (Puente Sayán aguas arriba), de acuerdo a las inspecciones de campo se debe utilizar un diámetro medio de la partícula de 30 – 200 mm ya que en esta zona existe bolonería de roca grande y tiene un cauce definido y no se presenta mucha socavación por el tipo de material existente.
- Las calidades de los materiales presentes en las canteras vienen garantizados por el uso dado a estos por otros proyectos similares como son:

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaura
Raul Yulfo Coloma Ciliuya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Fabian Cuatrecasas Rivera JCS
Ing. Geólogo CIP N° 20210
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISION HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP: 16662

61

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



- Diques de contención contruidos por el PERPEC en los años 2001, 2003 y 2008 en los sectores de Santa Rosalía, Carquin, Quipico, Huacán, San Felipe, entre otros y que viene durando hasta la actualidad, donde se tiene un cuerpo de material homogéneo extraído del lecho del rio y con un enrocado de protección extraído de las canteras **Cerro La X, San José, San Gerónimo, Calambaco, Quintay y Quilca** según referencia de los mismos pobladores beneficiarios del presente proyecto.
- De acuerdo a las inspecciones de canteras realizadas, podemos garantizar la potencia requerida por parte del proyecto en cuanto a los diferentes componentes requeridos en las estructuras de contención, así como su relativa cercanía y facilidad de explotación.
- Las canteras propuestas vienen 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 y garantizados por los beneficiarios directos del proyecto.
- El presente informe se amplía en anexos el cual se adjunta mayor detalle de las canteras descritas en este ítem.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaur
Raul Luján Coloma Liliya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

Ing. Fabian Cuatrecasas Rivera JCS
Ing. Geólogo CIP N° 20210
Coordinador en Ingeniería Ambiental

Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISION HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUaura

Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP:16662

62

Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



Consorcio Consultor Cuenca de río Huaura



LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1	Diques de la Margen Derecha – Cuenca Baja	22
Tabla N° 2	Diques de la Margen Izquierda – Cuenca Baja.....	22
Tabla N° 3	Diques Ambas Márgenes – Cuenca Media.....	23
Tabla N° 4	Diques de la Margen Derecha – Cuenca Alta.....	24
Tabla N° 5	Diques de la Margen Izquierda – Cuenca Alta	24
Tabla N° 6	Factores Sísmicos	30
Tabla N° 7	Valores de Aceleraciones Asumidas.....	35
Tabla N° 8	Nivel de Cimentación	41

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1	Distribución de puntos de disparo - ensayo de refracción sísmica.	11
Figura N° 2	Distribución de Puntos de Disparo	12
Figura N° 3	Esquema y principio de los sev	15
Figura N° 4	Mapa de ubicación de investigaciones indirectas	21
Figura N° 5	Zonificación Sísmica del Perú.....	31
Figura N° 6	Carta de Intensidades Sísmicas a Nivel Nacional.....	32
Figura N° 7	Mapa de distribución de isoaceleraciones sísmicas del Perú (con 10% de Excedencia en 50 años- Fuente: CISMID, Año 1993).	33
Figura N° 8	Distribución de Calicatas en el cauce de rio Huaura.....	46

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia N° 1	Depósitos aluviales de Rio, acumulados en la zona de Cause del rio Huaura.	27
Fotografia N° 2	Vista de depósitos coluviales	28

LISTA DE CUADROS.

Cuadro N° 1	Resumen de ensayos realizados	9
Cuadro N° 2	Ensayo de refracción sísmica general	16
Cuadro N° 3	Resumen del total de investigaciones en el proyecto	16
Cuadro N° 4	Resumen de investigación de MASW en la cuenca baja para control de inundaciones.	17
Cuadro N° 5	Resumen de investigación de Refracción sísmica en la cuenca Baja para control de inundaciones	18
Cuadro N° 6	resultados del diámetro medio.....	45
Cuadro N° 7	Ubicación de Calicatas Cauce de Rio Huaura	47
Cuadro N° 8	Parámetros pseudodinamicos cuenca Huaura	54
Cuadro N° 9	Canteras identificadas.....	57
Cuadro N° 10	Resultados de laboratorio.....	60

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaura
Raul Luján Coloma Ciliuya
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123223

[Signature]
Ing. Pablo Cuatrecasas Rivera JCS
Ing. Geólogo CIP N° 20210
Coordinador en Ingeniería Ambiental

[Signature]
Manuel J. Ecos Vásquez
Representante Común del Consorcio
SUPERVISIÓN HUAURA

Estudio Geotécnico
PLAN INTEGRAL DE CONTROL DE INUNDACIONES Y MOVIMIENTOS DE MASA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA
[Signature]
Ing. Nestor Romero Ramirez
Especialista en Geología y Geomorfología
CIP:16662

[Signature]
Jefe de Estudio
C.I.P. 43296

[Signature]
CARLOS ALBERTO AGUILAR MEZA
REPRESENTANTE LEGAL