

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINERA
Y METALÚRGICA



ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
DEL SISTEMA DE IRRIGACIÓN
“INTEGRACIÓN TINTAY PUNCU”

INFORME DE INGENIERÍA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO

PRESENTADO POR
GERARDO WILFREDO LAZO REYES

LIMA – PERÚ
2006

**ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO
DEL PROYECTO
SISTEMA DE IRRIGACION**

“INTEGRACION TINTAY PUNC ”

INDICE

I.- ASPECTOS GENERALES	Pág.
1.1.- Antecedentes.....	4
1.2.- Nombre del proyecto.....	5
1.3.- Ubicación.....	5
1.4.- Accesos.....	7
1.5.- Unidad formuladora y ejecutora.....	7
a) Unidad Formuladora	
b) Unidad Ejecutora	
II.- IDENTIFICACIÓN.....	8
2.1.- Definición del problema	8
2.2.- Descripción del área de influencia...	8
III.- ESTUDIOS LIGADOS AL PROYECTO	10
3.1.- Estudios Topográficos.....	11
3.1.1.- Objetivos y alcances.....	11
3.1.2.- Instrumentación	13
3.1.3.- Resultados de estudios Topográficos..	13
3.2.- Estudios de Hidrología e Hidrogeología....	17
3.2.1.- Objetivos y alcances	17
3.2.2.- Recopilación de datos.....	18
3.2.3.- Resultados del estudio de campo.....	24
• Hidrología e hidrogeología del río Ingahuasi	

- Hidrología e hidrogeología del río Paraíso

IV.- ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTECNICOS	28
4.1.- Estudios Geológicos.....	28
4.1.1.- Objetivos y alcances.....	28
a) Macizo en la zona de estudio	
b) Tectónica de los terrenos	
4.1.2.- Metodología de los trabajos.....	30
a) Trabajos de campo	
b) Trabajos de gabinete	
4.1.3.- Aspectos considerados	31
a) Aspectos geomorfológicos	
b) Control estructural de drenaje	
c) Estratigrafía	
d) Interpretación estructural	
e) Evaluación de los resultados	
4.2.- Estudios Geotécnicos.....	45
4.2.1.- Objetivos y alcances.....	45
a) Calicatas	
b) Criterios utilizados para el diseño del puente Jampato	
c) Evaluación de los resultados	

V.- ANALISIS DEL RIESGO SÍSMICO DEL PUENTE JAMPATO.....	69
5.1.- Alcances.....	69
5.2.- Método de análisis sísmico.....	69
• Resultado de los estudios	
• Evaluación de los resultados	
VI.- INCIDENCIA DEL ESTUDIO GEOLÓGICO EN LOS COSTOS Y PRESUPUESTOS DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PARTIDAS DE CORTE Y ESCAVACIÓN DE ROCAS.....	72
6.1.- Objetivos y alcances.....	72
6.2.- Metodología del trabajo.....	72
a) Trabajos previos	
b) Trabajos de campo y gabinete	
c) Evaluación de resultados	
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
ANEXOS.....	79
• PLANO DE UBICACIÓN	
• CARTOGRAFIADO GEOLÓGICO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN	
• PLANO DEL PUENTE JAMPATO	
• PLANO DE PLANTA Y PERFIL PROGRESIVA (03+000 - 04+000)	
• PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES PROGRESIVA (02+900 - 03+840)	
• RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS CALICATA PROGRESIVA (03+000)	
FOTOS.....	80

1.- ASPECTOS GENERALES:

1.1 ANTECEDENTES:

El proyecto "**Sistema de Irrigación Integración Tintay Puncu**", constituye una alternativa para el fortalecimiento del entorno agrícola y pecuario del área del Proyecto, sabiendo que el agua es el elemento fundamental que permite potenciar la capacidad productiva de los suelos.

Uno de los problemas graves y crecientes que atraviesan los pobladores del ámbito de intervención del proyecto, es la escasez de agua para el uso adecuado de sus tierras, debido a la alteración del ciclo hidrológico, esto ocurre por el constante deterioro de la cubierta vegetal. Con el proyecto se pretende optimizar el uso del recurso hídrico.

Los estudios preliminares han permitido conocer la verdadera dimensión de la realidad social, determinando de este modo las necesidades primordiales de los poblados beneficiarios.

La condición socio económico de la población es crítica porque no cuentan con los servicios básicos que les permita desarrollarse, sus principales problemas identificados corresponden a Alimentación, Salud, Educación, Vivienda, carencias de vías de comunicación, entre otros, situación que se pretende mitigar con el incremento de la productividad de sus tierras que ha de permitir elevar sus ingresos económicos.

La actividad agropecuaria representa el principal medio económico de los pobladores beneficiarios de las zonas, se deben incrementar los esfuerzos para el desarrollo de proyectos con la finalidad de expandir el área agrícola, vía las irrigaciones o proyectos de recuperación de suelos, que enmarquen la utilización de los suelos según su capacidad de uso mayor.

1.2 NOMBRE DEL PROYECTO

SISTEMA DE IRRIGACIÓN "INTEGRACIÓN TINTAY PUNCU"

1.3 UBICACIÓN

Está ubicado en la zona Oriental de Tayacaja a 210.00 Kms. aproximadamente de la ciudad de Huancayo a una

altitud de 2,300 m.s.n.m. (Capital de distrito) cuenta con una superficie de 5,382 Km².

Geográficamente está ubicado entre las siguientes coordenadas:

11° 15' 50'' a 11° 30' Latitud Sur y

74° 17' 00'' a 74° 20' 34'' Longitud Oeste

Poblados según categoría

- Villa Tintay
- San Juan De Miraflores
- Cochabamba Grande
- Palma Pampa
- Sune Grande

Distrito TINTAY PUNCU

Provincia TAYACAJA

Departamento HUANCVELICA

El ámbito pertenece a la cuenca baja del río Mantaro, comprendiendo a la región climática de cuencas y valles andinos a mediana altura, sub - húmedos a semiáridos.

1.4. ACCESOS

Para poder llegar a la zona del proyecto se tiene la ruta siguiente:

DESDE	HASTA	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO (hrs.)	TIPO DE VIA	ESTADO
Lima	Huancayo	310	7.00	Carretera asfaltada	Bueno
Huancayo	Tintay Puncu	210	12.00	50 Km. carretera afirmada 160 Km. Trocha carrozable	Regular
Tintay Puncu	Captación Río Ingahuasi	17	5.30	Trocha carrozable y camino de herradura	Regular Malo
Tintay Puncu	Captación río Paraíso	8	2.00	Camino de Herradura	Regular

1.5. UNIDAD FORMULADORA Y EJECUTORA

a.- Unidad Formuladora :

CONSULTORA DE PROYECTOS Y EMPRESAS S.A.C.

Responsable del estudio Geológico y Geotécnico:

BACH. GERARDO WILFREDO LAZO REYES

b.- Unidad Ejecutora :

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINTAY PUNCU GOBIERNO
REGIONAL DE HUANCVELICA**

El Gobierno Regional, como órgano descentralizado cuenta con autonomía técnica, económica y administrativa enmarcada en los lineamientos legales normativos del Gobierno, que tienen como objetivo promover el desarrollo integral del ámbito Regional de Huancavelica.

La actividad principal es la de promover y ejecutar obras de Inversión, económica y social con una visión integral; destinadas a satisfacer las necesidades básicas y elevar la calidad de vida de la población de la Región Huancavelica.

II. IDENTIFICACIÓN:

2.1.- Definición del Problema

Las oportunidades que brinda el proyecto son amplias, por cuanto el ámbito de intervención cuenta con suficientes áreas de cultivo y se encuentra limitado por dos ríos: Ingahuasi y Paraíso, los cuales pueden ser captados en las partes altas. Se tiene una población con necesidad de establecer unidades productivas comunales, micro y pequeñas agroindustrias y otras; Además elevar la productividad con el sistema de riego.

2.2.- Descripción del Área de Influencia

El área de influencia del proyecto se calcula alrededor de 15,000 Has., esta caracterizada por ser una zona Sub húmeda a Semi árida, con pisos ecológicos muy prodigiosos sin presencia de heladas, pero con sequías devastadores. La presencia de pendientes en la

topografía del ámbito de acción varían, en partes laderas con inclinaciones altas y intermedias en gran parte son ligeramente inclinados como es caso donde esta asentado el poblado de Cochabamba Grande y San Juan de Miraflores, el relieve es suave y favorece la mecanización, continuando el recorrido hacia las partes más bajas las pendientes se hacen mayores pero son propicios para implementar riego tecnificado por aspersión o goteo.

La precipitación se concentra en 4 a 5 meses al año, iniciándose en el mes de Noviembre y culminando en el mes de Marzo; paralelamente a este proceso se inicia el crecimiento y presencia de los pastos naturales e inmediatamente también al sobrepastoreo y la deforestación. Consecuentemente la desertificación y erosión hídrica avanza año tras año; esto debido fundamentalmente a las características propias de sus habitantes que tratan de aprovechar la temporada.

Por el crecimiento de la población y la escasez de recursos lo que queda son depredados. El mal uso y manejo que aplican, los bajos niveles tecnológicos de conservación del medio ambiente y ecosistema son prácticamente nulos, ello acelera enormemente la desertificación, teniendo en cuenta los parámetros de sostenibilidad y conservación del medio ambiente.

La Hidrología superficial regional de la zona es del tipo enrejado, algunos riachuelos son temporales, los ríos Ingahuasi y Paraíso son continuos puede clasificarse como perennes con caudales variados de

acuerdo a la época de lluvias o de estiaje manteniendo un promedio anual no menor a 2.20 m³ y 4.50 m³ por segundo respectivamente, el cual permitirá su captación para la construcción de la infraestructura de irrigación en la zona de los mencionados ríos, con lo que dispondrán del recurso agua durante todo el año, especialmente en la época de estiaje.

Haciendo una evaluación general, en el ámbito del proyecto se calcula, un promedio estimado de 15,000 has de terrenos de cultivo, siendo de ésta, el 50 % área cultivable para una alta producción el 32% es terreno para una inmediata ampliación de de frontera agrícola el 18% es bosque denso y el resto son rocas fijas o bloques inmensos de difícil acceso, en ámbito el 95% de los habitantes e dedican a la actividad agropecuaria.

En la actualidad la superficie agrícola bajo riego es ínfima con relación a la superficie sin recurso agua, tenemos calculados una superficie con riego agrícola de 1.03%, y una superficie agrícola sin riego de 80%, pudiéndose reducir este porcentaje en un 32% con el presente proyecto de Irrigación.

III.- ESTUDIOS LIGADOS AL PROYECTO

Se trabajó basándose en datos de fuentes primarias y secundarias en el marco de oferta y demanda del recurso agua y los posibles ríos que puedan ser captados con información previa de planos topográficos elaborados por el Instituto Geográfico Nacional, levantamientos Geológicos elaborados por el INGEMET, otros muy

referenciales como los obtenidos por el programa EMCARTA 2005, información de los propios pobladores de las comunidades beneficiarias.

3.1.- ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Se efectuó un levantamiento topográfico de ambos ríos con gradiente promedio de 0.02%, con excepción del ingreso, paso y salida del puente, donde la gradiente promedio es de 0.005 % tal como se muestra en el plano 04 de planta perfil. Utilizamos para ello equipos topográficos con error al segundo complementando con GPS, brújula y Wincha.

3.1.1.- Objetivo y Alcances

Objetivo

Definir la mejor opción constructiva de las alternativas planteadas, por cuanto los mayores inconvenientes son la difícil topografía y las características geológicas y geomorfológicas del eje de trazo.

Alcances

Proporcionar datos de campo mediante los levantamientos topográficos del eje de conducción de los canales a escala horizontal 1/2000 y vertical 1/200 igualmente del puente Jampato y las zonas de captación a escalas convenientes.

Los levantamientos topográficos deben seguir una nivelación abierta de gradiente promedio del 0.2%, previamente estas características son evaluadas y determinadas según cálculos hidráulicos realizadas junto al grupo de consultores que integran un especialista en hidrología, cuya recomendación es el siguiente: de ser la conducción por medio de tubos se debe tener en consideración de no exceder los límites permisibles de presión por cuanto los tubos flexibles no soportan más de 160 PSI, por otro lado deben considerarse las pérdidas de carga el cual esta determinado por la presente ecuación:

$$Q = 0.0004264 \times C \times D^{2.64} \times (H_f/L)^{0.54}$$

Donde: Q = Caudal en Lts/seg
C = coeficiente de rugosidad de williams
D = Diámetro en Pulg.
Hf = Perdida de carga
L = Longitud en Kilómetros

El ingeniero agrónomo recomienda que para que el proyecto sea rentable económicamente se necesita conducir un caudal no menos de 2.5 m³/seg. por su parte el especialista en cálculos estructurales; desea ubicar en las zonas más estables las diferentes estructuras y obras de arte.

Los datos de las secciones transversales del eje trazo se efectúa cada 20 mts. Con levantamiento 15 mts. talud arriba y 15 mts. Talud abajo, los PIs se van señalando y es controlado con GPS.

De igual forma las obras de derivación tanto como en el río Ingahuasi y en el río Paraíso debe ser elegido tomando en consideración el cauce, petrografía sedimentación y accesos para el ingreso de materiales.

Las obras de arte mayores como el puente Jampato exigen ubicar bien el punto donde se construirá los estribos, para ello se deberá elegir una zona estable fijando puntos en roca fresca donde se anclara los fierros de la estructura y los anclajes. El levantamiento debe tener cierto grado de precisión para presupuestar bien el movimiento de suelos y rocas y precisar los puntos de localización y ubicación de los estribos.

3.1.2.- Instrumentación

Los instrumentos de ingeniería utilizados son de precisión, tales como:

- Teodolito Digital marca TOPCON al 1"
- Nivel de Ingeniero marca KERN
- Wincha, Miras y Jalones
- Brújula Brunton.
- GPS.

3.1.3.- Resultados del Estudio Topográfico

Los resultados del trabajo topográfico han sido procesados en gabinete; mediante los cálculos respectivos, ordenamiento, procesamiento, dibujo y ploteó de planos.

Topografía de la captación del río Ingahuasi hasta el punto de encuentro con el otro canal en el cerro San Cristóbal, en el paraje denominado Pachasccasa

La ubicación donde se capta aguas del río Ingahuasi, es 12 mts. aguas abajo del punto de unión de dos ríos pequeños, una que viene de la quebrada Huichcana y el otro en menor caudal que fluye por una quebrada sin nombre, el paraje donde se unen es conocido como Tincocc y es desde allí donde prácticamente se inicia el río Ingahuasi, a ella se puede acceder más fácilmente desde el poblado de Cochabamba Grande (final de carretera), continuando por un camino de herradura que pasa por el poblado de puerto San Antonio y antes de llegar al anexo de Huichcana, la zona presenta una topografía con cerros de pendientes abruptas, apreciándose aguas abajo, quebradas profundas cubiertas de vegetación típica de la zona.

Al iniciar el trazo la quebrada es cerrada, en ambos márgenes los taludes de los cerros son de fuertes pendientes.

El curso del río en el lugar de captación es recto con dirección Sur Este aproximadamente 500 mts. Aguas abajo, luego cambia de dirección más hacia el Sur (ver plano 01 de anexos).

El talud por el que se desarrolla el trazo del canal es la margen izquierda, desde la captación del río Ingahuasi hasta la progresiva 00+750 tiene pendiente promedio 11%, la vegetación compuesto de plantas y

cultivos son pequeños y poco desarrollados, más adelante la pendiente del flanco asciende a 25% en un tramo de 120 mts., en el nos desplazamos sobre roca fija, prosigue más adelante la pendiente anterior o sea 11% pasando por quebradas que mantienen igual inclinación hasta llegar a la progresiva 6+870 mts., donde la pendiente promedio es del 08%, en esta parte se puede observar cultivos más extensos se continua hasta llegar a la progresiva 09+200 donde el horizonte cultivable prácticamente es plano, pasando la progresiva 12+800 nuevamente el flaco se hace más empinado y rocoso un tramo de 240 mts. de roca suelta, prosigue un flanco con gradiente 14% el que disminuye conforme se recorre hasta llegar al punto final en la progresiva 13+750 en ella la gradiente del flanco es de 3%, en el paraje Pachasccasa.

Topografía de la captación del río Paraíso hasta el punto de encuentro en el cerro San Cristóbal en el paraje Pachasccasa

El Punto de captación se encuentra aproximadamente a 300 mts., aguas abajo de la unión de dos ríos, Sune y Palca, este punto se denomina Tincocc, es una zona muy accidentada, a ella se puede acceder desde el distrito de Tintay Puncu por un camino de herradura amplio, luego de un recorrido de aproximadamente dos horas, por este camino se puede ingresar difícilmente al punto de captación por cuanto no existe acceso, un tramo de aproximadamente 800 mts.

El punto donde se proyecta construir la captación es un lugar encañonado donde el cauce del río es en forma de

"V", con taludes altas en ambas márgenes en promedio de 23%, en el tramo inicial de 70 mts. No existe vegetación, más adelante se inicia la vegetación haciéndose cada vez más espesa.

El trazo se inicia con dirección Sur Este en zona rocosa y accidentada hasta la progresiva 00+620, más adelante continua una pendiente promedio relativamente más suave de 12% llegando hasta la progresiva 03+000, lugar donde se ha proyectado construir un puente acueducto de 160 mts. de luz, esto por lo accidentado de la zona y porque en esa parte no existe terrenos que puedan cultivarse, pasando este puente se continua en el mismo flanco con pendientes más altas en promedio 18%, a medida que se continua el trazo la pendiente se hace más suave alcanzando en la progresiva 4+100 un promedio de 9%, pasando la progresiva 7+300 se hace más plana alcanzando una gradiente de 5%, en las partes de bajas a esta línea de trazo se incrementa considerablemente las zonas irrigables, continuando el trazo pasando la progresiva 9+200 las fronteras agrícolas son aun más extensas y la pendiente del talud son mucho menores alrededor del 3% con esta misma pendiente llegamos la punto de encuentro en el cerro Pachasccasa con una longitud total de 10+700. Tal como se muestra en el cartografiado geológico adjunto. (ver anexos Pág. N°79).

Topografía del cerro San Cristóbal

El Cerro San Cristóbal, es un accidente prominente en cuyas faldas se encuentran las comunidades beneficiarias y esta cubierta de alta vegetación, un bosque virgen con árboles de todo tamaño y de de todo tipo, el suelo esta constituido con material areno limosos y en algunas partes aflora rocas correspondiente el grupo Excelsior, los cuales al meteorizarse y erosionarse van sedimentándose en las partes bajas, reduciendo progresivamente la pendiente de sus flancos, alcanzan en sus faldas topografías casi planas llegando con algunas ondulaciones como es el caso de la Comunidad de Cochabamba Grande (ver fotos Pág. N°80).

El trazo se que viene del río Ingahuasi llega a este cerro en un lugar llamado Pachasccasa (este nombre denota que en la zona se encuentra un material color Blanco parecido a la cal, el que determinamos es el banco de cuarcita muy fracturado) con vista a la comunidad de Cochabamba Grade, desarrollamos el trazo en forma antihoraria y nuevamente llegamos al mismo paraje Pachasccasa a la espalda del inicio viendo a la comunidad de Palma Pampa y Tintay Puncu

3.2 ESTUDIOS DE HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGIA

3.2.1.- Objetivos y Alcances

Objetivos

Describir el entorno hidrológico e hidrogeológico que garantizan la continuidad y recarga de los ríos que serán captados.

Alcances

Determinar el balance hidráulico, condiciones ambientales de la zona, mediante el análisis de los elementos meteorológicos y su relación con el medio ambiente, con ellos determinaremos una definición y un delineamiento más realista y relacionaremos con los Estudios Geotécnicos.

Como el presente Proyecto tiene como metas la construcción de la captación, líneas de conducción y el puente acueducto aéreo, se ha realizado los estudios de disponibilidad de agua, los requerimientos para una consistente infraestructura de riego, en base a la Geología y recurso agua existente.

Lamentablemente no se tiene antecedentes de estudios específicos anteriores referidos a climatología, es más no existen estaciones meteorológicas instaladas por el SENAMHI cercanas a la zona de estudio, se toma como muy referenciales los datos obtenidos a una distancia de 170 Kms., perteneciente a ELECTROPERU, el que cuenta con una base metereológica en Pampas Tayacaja los cuales nos indica estos factores a nivel regional, a ellos se suman los datos proporcionados por los pobladores del ámbito.

3.2.2.- Recopilación de datos

Se ha determinado sobre la base de lo mencionado anteriormente lo siguiente:

Precipitación Pluvial.-

La precipitación pluvial se produce muy irregularmente a lo largo del año, lo que define un periodo de sequía bien marcado, incrementándose las precipitaciones generalmente de Noviembre a Marzo, temporada de lluvias. Las precipitaciones van de 300 a 1100 m.m. al año.

Temperatura.-

El cuadro climático en la zona del proyecto varia un poco según las estaciones del año, siendo por lo general un clima templado, con una temperatura máxima de 24°C y una mínima de 11°C, con temperatura media mayor de 15°C, con una marcada diferencia entre el día y la noche, las horas de sol al año son de 2.450 horas.

Humedad Relativa.-

La humedad relativa media anual es del 70 %.

Velocidad del Viento.-

La velocidad del viento media anual es de 2.94 m/seg.

Evaporación.-

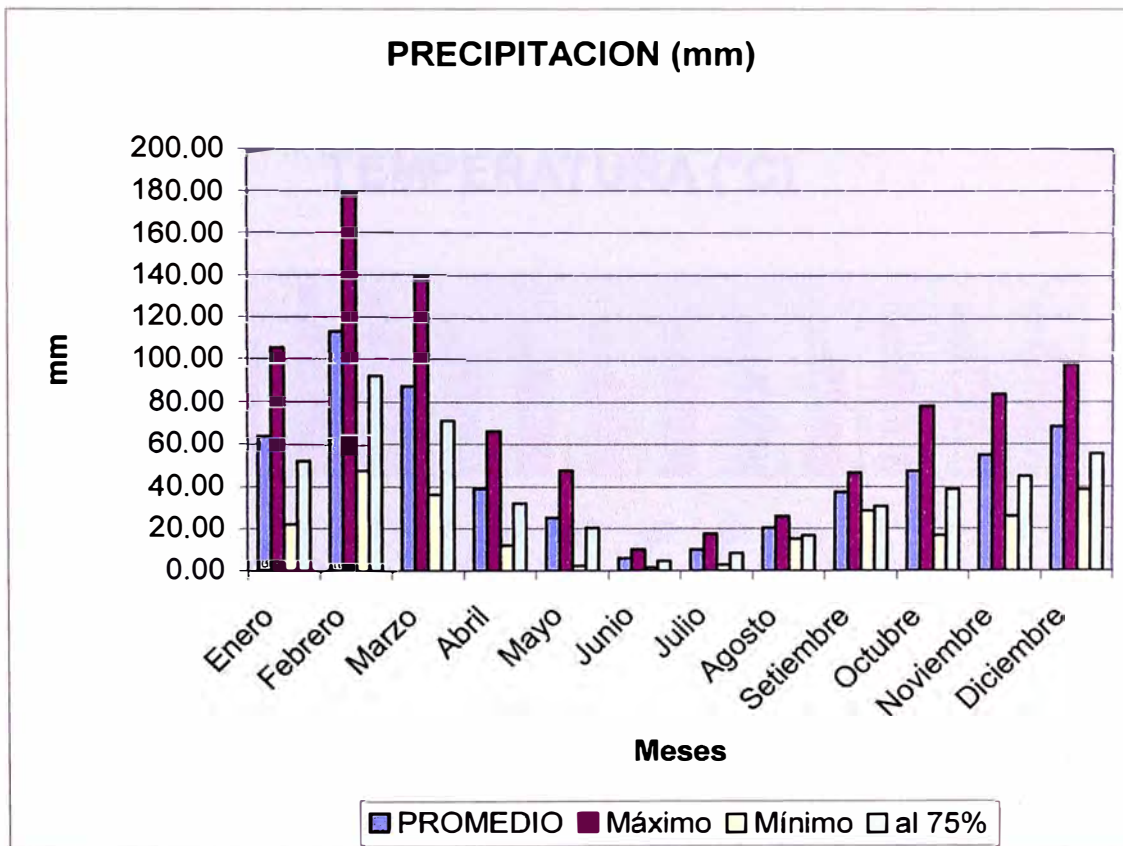
La variación de la Evaporación Mensual en m.m. varía de 68 en el mes de Junio a 115 en el mes de Diciembre.

Los resultados de la recopilación datos de diversas fuentes conseguidos se muestran a continuación:

Precipitación Pluvial.-

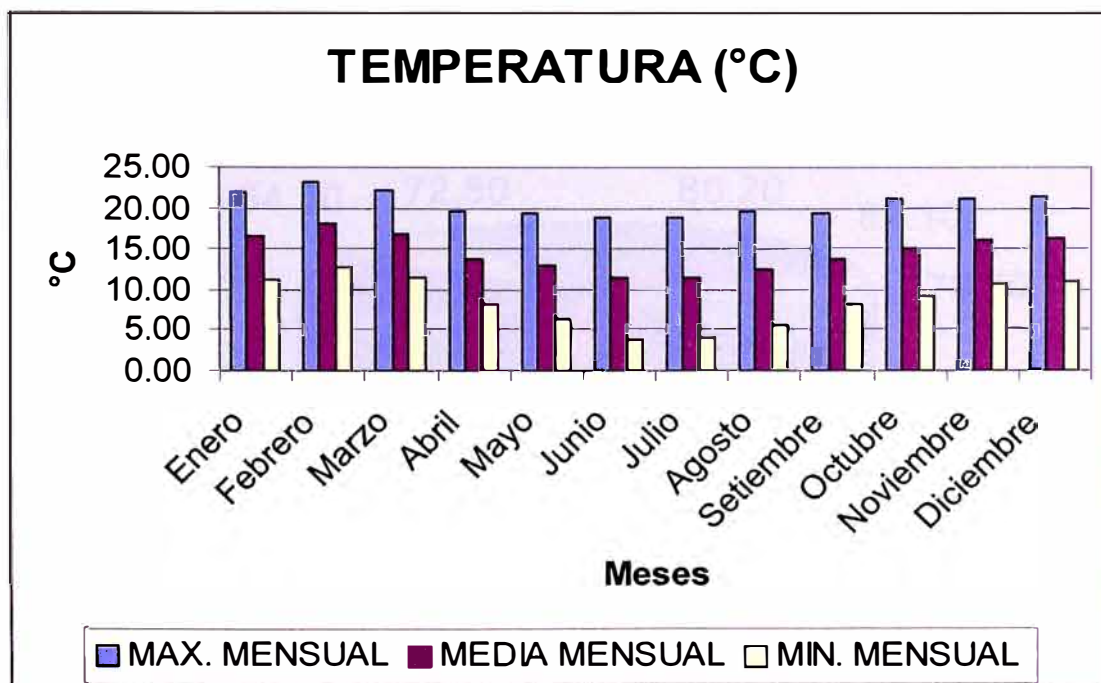
PRECIPITACION (mm) (1997 - 2004)

MES	PROMEDIO	Máximo	Mínimo	al 75%
ENERO	64.05	106.00	22.10	52.22
FEBRERO	113.75	179.90	47.60	92.75
MARZO	87.60	139.00	36.20	71.43
ABRIL	39.15	66.30	12.00	31.92
MAYO	25.10	47.90	2.30	20.47
JUNIO	5.95	10.30	1.60	4.85
JULIO	10.20	17.50	2.90	8.32
AGOSTO	20.60	26.00	15.20	16.80
SETIEMBRE	37.60	46.60	28.60	30.66
OCTUBRE	47.55	78.20	16.90	38.77
NOVIEMBRE	55.05	84.10	26.00	44.89
DICIEMBRE	68.40	98.20	38.60	55.77
TOTAL	575.00	900.00	250.00	431.25



Temperatura.-**TEMPERATURA (°C) (1997 - 2004)**

MESES	MAX. MENSUAL	MEDIA MENSUAL	MIN. MENSUAL
Enero	22.00	16.60	11.20
Febrero	23.20	18.00	12.80
Marzo	22.20	16.90	11.60
Abril	19.60	13.90	8.20
Mayo	19.40	12.90	6.40
Junio	18.90	11.40	3.90
Julio	18.80	11.50	4.20
Agosto	19.60	12.60	5.60
Septiembre	19.50	13.85	8.20
Octubre	21.10	15.15	9.20
Noviembre	21.30	16.05	10.80
Diciembre	21.40	16.20	11.00
PROMEDIO	21.00	15.00	9.00

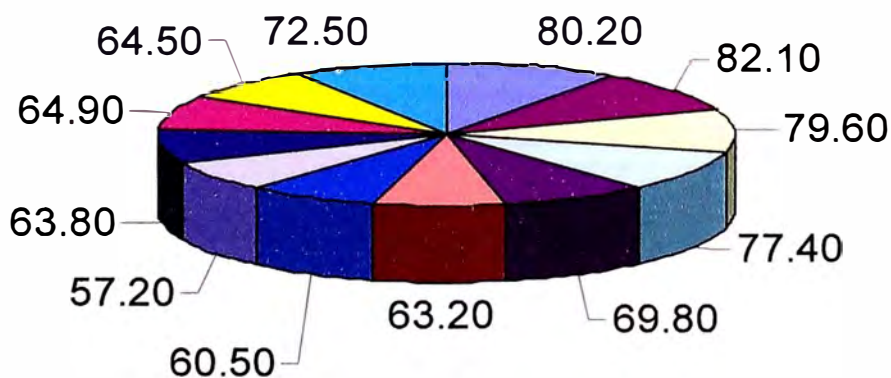


Humedad Relativa.-

HUMEDAD RELATIVA (%) (1997 - 2004)

MESES	HUMEDAD RELATIVA
Enero	80.20
Febrero	82.10
Marzo	79.60
Abril	77.40
Mayo	69.80
Junio	63.20
Julio	60.50
Agosto	57.20
septiembre	63.80
Octubre	64.90
Noviembre	64.50
Diciembre	72.50
PROMEDIO	70

HUMEDAD RELATIVA (%)

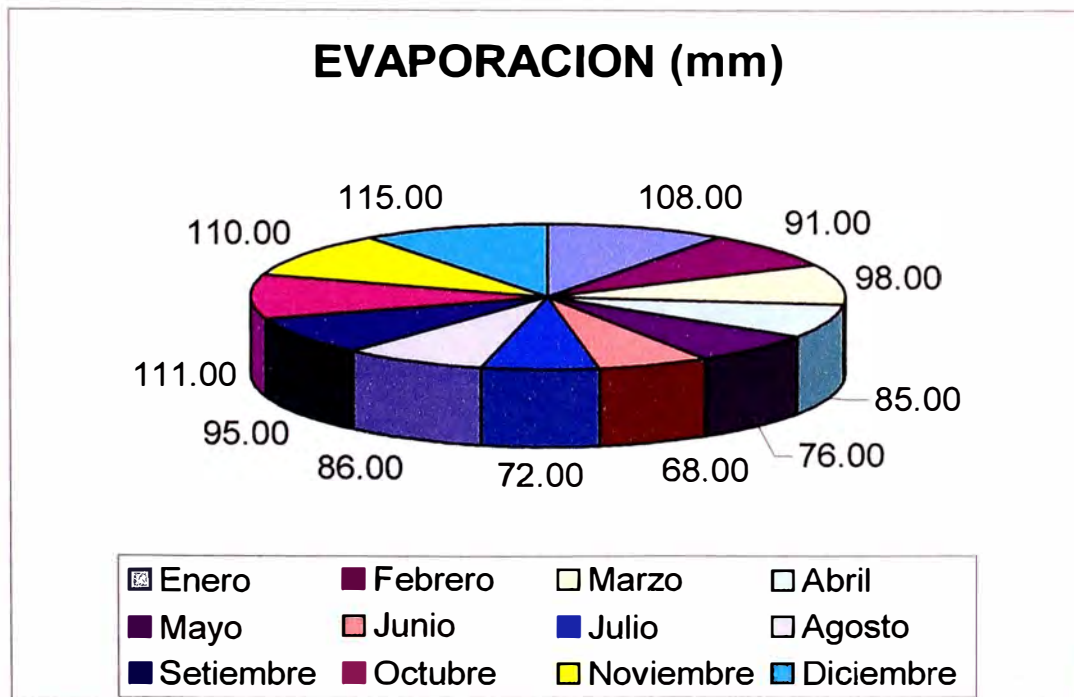


- | | | | |
|-----------|---------|-----------|-----------|
| Enero | Febrero | Marzo | Abril |
| Mayo | Junio | Julio | Agosto |
| Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |

Evaporación Mensual.-

**VARIACIÓN DE LA EVAPORACION
MENSUAL (mm) (1997 - 2004)**

MESES	EVAPORACIÓN
Enero	108.00
Febrero	91.00
Marzo	98.00
Abril	85.00
Mayo	76.00
Junio	68.00
Julio	72.00
Agosto	86.00
Septiembre	95.00
Octubre	111.00
Noviembre	110.00
Diciembre	115.00



3.2.3.- Resultado de Estudios de Campo

Hidrología e Hidrogeología del río Ingahuasi

El río Ingahuasi pertenece a la Cuenca Hidráulica del río Mantaro el cual involucra una superficie aprox., de 4,900 km² y recibe tributarios de cotas 4,000 hasta 1,200 m.s.n.m.

El Régimen Hidráulico en el lugar de captación cuenta con las siguientes características:

Tipo de Valle : Cerrado
Pendiente Media : 0.9 %
Ancho : 2.6 mts.
Tirante Máximo : 3.5 mts.

Régimen de Descarga: Estacional, con descarga de avenidas entre los meses de Diciembre y Marzo, estiaje entre Mayo y Noviembre.

Los materiales del cauce están conformados por sedimentos transportados en suspensión y arrastre siendo estos autógenos más que alóctonos, estas erosionan los bordes del cauce que son controlados por la estructura geológica, y por la dureza de las rocas.

Capacidad de descarga en la sección : 4.10 m³/seg.
Área Hidráulica : 1.95 m²

El paraje donde se captará las aguas de este río se denomina Tincocc en la fecha más crítica de estiaje tiene un caudal aproximado de 1.5 m³/seg. Es el resultado de la acumulación de dos ríos más pequeños una que viene de la quebrada Huichcana con un caudal

aproximado de 0,8 m³/seg. y otro de una quebrada sin nombre cuyo caudal aproximado es de 0.7 m³/seg. estos dos ríos provienen de las partes altas producto del remanente de lagunas y afloramientos en el eje de cauce del río. La quebrada que sin denominación es recargado por una gran laguna denominada Huarmiccocha y el de la quebrada Huichcana izquierda proviene de otras lagunas más chicas, además de ello aumentan con afloramientos de diferente caudales en todo el trayecto del eje de cauce (afloramientos tipo final de nivel freático) estos son perennes y que aseguran la recuperación y la continuidad del caudal, el cauce es típico de un río juvenil en ella se observa rocas de gran dimensión compuesto de rocas ígneas y metamórficas, sedimentos en muy poca cantidad de rocas aflorantes en las partes altas de la zona de estudio.

En todo su recorrido el río Ingahuasi al igual que sus tributarios tiene afloramientos de aguas subterráneas que drenan a las riveras del eje de cauce de ambos flancos de los cerros que forman la quebrada del mismo nombre, otros afloramientos nacen en pequeños manantiales en las partes altas y medias, con caudales distintos que van desde 0.2 Lt/seg hasta 10.6 Lt/seg.

Otros aportes son de escorrentías de pequeñas lagunas en las partes altas, también sus aforos tienen diferentes caudales, ellos generalmente al inicio fluyen debajo de una capa de corteza formada por musgos y plantas propias del lugar, presentando humedales con características singulares.

Hidrología e Hidrogeología del río Paraíso

El río Paraíso también pertenece a la cuenca Hidráulica del río Mantaro.

Régimen Hidráulico en el lugar de captación, presenta las siguientes características:

Tipo de Valle : Cerrado
Pendiente Media : 2.1 %
Ancho : 4.1 mts.
Tirante Máximo : 11.8 mts.

Régimen de Descarga: Estacional, en descarga de avenidas entre los meses de Diciembre y Marzo, estiaje entre Mayo y Noviembre.

Los materiales del cauce están conformados por sedimentos transportados en suspensión y arrastre siendo estos autógenos y alóctonos, estas erosionaron los bordes del cauce, formando una "V" desde una vista frontal.

Capacidad de descarga en la sección : 12 m³/seg.
Área Hidráulica : 7.2 m²

Al igual que el río Ingahuasi el Paraíso es producto de varios tributarios con diferentes caudales con diferencia de que el río Paraíso presenta un cauce más profundo y encañonado por lo que caracterizamos como muy accidentado topográficamente.

El río Paraíso se forma a partir de la unión de dos ríos el río Sune y el río Chinchipampa en época de estiaje el caudal de estos tributarios es de 1,2 m³/seg y 3,3

m³/seg. respectivamente, ambos son producto de remanente de lagunas situado en las partes altas.

El río Sune aumenta su caudal progresivamente en todo el trayecto de su recorrido, por acumulación de afloramientos de tipo final de nivel freático de las partes altas, también por otros tributarios como el Tamijasa y otros remanentes de pequeñas lagunas en la zona de superficie puna en la jurisdicción de la comunidad de Sune y Palca.

El punto elegido para la captación es una zona donde las aguas tienen un pequeño remanso, su velocidad disminuye por cuanto erosiono la base formando una depresión relleno por rocas grandes de diferentes tamaños, más arriba o más abajo el río su velocidad es mayor.

La socavación máxima se registra en el fondo del cauce , en la margen donde se construirá la estructura de derivación no se manifiesta.

La captación de este río se elige en una lugar donde existe rocas fijas con la finalidad que en ella pueda efectuarse el anclaje para continuar con las cimentaciones y vaciado de concreto respectivo de la estructura de derivación.

IV.- ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

4.1 Estudios Geológicos

4.1.1.- Objetivos y Alcances

Objetivos

- Reconocer las características Geomorfológicas, estratigráficas, estructurales observados a lo largo del eje de trazo complementando con mediciones y observaciones en los lugares donde se pueden distinguir los afloramientos rocosos con poca o ninguna cubierta superficial.
- Efectuar en el aspecto de geodinámica externa el reconocimiento de la estabilidad de taludes naturales, detallando en las áreas donde se podrían localizar movimientos de masa, erosión de cauces o erosión laminar, derrumbes, etc.

Alcances

El presente estudio pretende contribuir en la toma de decisiones iniciales y plantear las medidas correctivas en la etapa constructiva, y evitar riesgos por fenómenos propios de geodinámica. También la descripción y desarrollo del mismo aportará a otras obras que puedan ejecutarse en el ámbito. Con esa finalidad se efectuó una recopilación de información identificación y corroboración en campo.

a) - Macizo en la Zona de Estudio

Regionalmente el distrito de Tintay Puncu, está asentado sobre un macizo de edad paleozoica o precámbrica, constituido por una sucesión de estructuras de forma anticlinal de dirección promedio N 30° E en forma escalonada hacia el Sur, disminuye a un 4 Kms. A una dirección promedio de N 27° E.

Toda la zona de estudio presenta una metamorfisación superficial e intermedia (Epizonal y Mesozonal) ampliando la afirmación de Megard (1973) quien afirma una Metamorfisación Mesozonal y Cata zonal al menos para esta zona.

Las asociaciones mineralógicas macroscópicas son de esquistos-verdosos (micas Sericita y Clorita con % alto de biotitas) a oscuros con características Horblendicas y en general Anfibolíticos (silicatos ferro magnesianos).

b) Tectónicas de los Terrenos

A simple vista las estructuras de la zona son erráticas y complejas haciendo un seguimiento de estratos se puede identificar estratificación potente y estructuras definidas que generalmente son de gran dimensión con dirección NW, al efectuar un análisis sobre el macizo se puede apreciar micropligues de dirección preferencial NS estos no siempre coinciden con las posibles direcciones de los anticlinales.

Para entender las diferentes estructuras y micro estructuras que se aprecia en el recorrido del eje de trazo del canal recurrimos a una explicación del Boletín N° 12 (caracteres generales de la evolución geológica de los andes peruanos) en ella se señala que la tectónica Pre Cambriana es polifásica y con ello tratamos de comprender las diferentes fases que sucedió en los terrenos de estudio. Las estructuras inicialmente planar fueron replegados y como resultado tenemos el Buzamiento de la esquistocidad o de la foliación. El análisis de estas estructuras sobre una misma estructura puede observarse muchos micro pliegues con orientaciones diferentes de igual forma las esquistosidades. Tratando de comprender se puede determinar que los micro pliegues, así como las esquistosidades internos son anteriores a la foliación general y corresponde a la primera fase escrita por (Lancelot y Maroco 1977). En el análisis se puede ver los micropligues isóclinales en algunos casos con esquistosidad de solo de uno de sus flancos y fracturados verticalmente los que indican la ocurrencia de las otras 3 fases posteriores.

4.1.2.- METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS

a) Trabajos de Campo

Con la finalidad de correlacionar los accidentes geodinámicos hicimos un cartografiado Geológico y Geotécnico de las estructuras tratando de identificar los más resaltantes, formaciones, afloramientos ígneos y en lo estructural Fallas, Pliegues, etc.

Este cartografiado adjuntamos al presente (ver anexos Pág. N°79).

b) Trabajos de gabinete

Deseando corroborar nuestros trabajos recurrimos a bibliografía, informes de otros trabajos de el ámbito y en lugares de similar litología, como es la parte SE del la hoja Huancayo, para comprender los esfuerzos por el diagrama de polos nuestros datos son muy distantes y pocos, esto porque en campo es difícil determinar por las mega estructuras que se describió antes. Los demás aspectos lo detallamos a continuación

4.1.3.- ASPECTOS CONSIDERADOS

RESUMEN

El estudio Geomorfológico de la cuenca del río Ingahuasi y Paraíso se puede resumir en general como muy accidentado; los rasgos geográficos son partes de la cordillera oriental, con estrechos valles longitudinales de elevación variable. Los terrenos que beneficiará el proyecto se encuentran entre los 1,400 hasta los 3,200 m.s.n.m.

a) Aspectos Geomorfológicos

La zona de estudio se caracteriza por presentar tres unidades Geomorfológicas áreas glaciares, superficie Puna y Valle encañonado; las áreas glaciales se encuentran en las partes más altas de las tres zonas solo consideraremos para nuestro estudio dos de ellas por encontrarse debajo del eje de trazo, vale decir las caracterizadas como superficie puna y valle encañonado.

Geomorfología del recorrido del Río Ingahuasi

Los pequeños tributarios se inician en las áreas donde existió un proceso de glaciación intenso y en la actualidad podemos apreciar pequeños copos de nieve, otros remanentes aumentan el caudal en la zona de superficie puna, en el que se encuentra lagunas que almacenan diferentes volúmenes de agua. Los de mayor dimensión son la laguna de Huichcana y Huarmicocha, Son estas las que recargan y mantienen un caudal continuo. A partir del paraje Tincocc la geomorfología cambia progresivamente en un valle encañonado; la pendiente del cauce es mayor, el valle tiene un perfil en V con vegetación cada vez más densa a cotas más bajas.

El caudal promedio en el punto de captación al 24/07/05 es de 1.5 m³/seg.

Geomorfología del recorrido del Río Paraíso

Este río al igual que el río Ingahuasi nace en áreas glaciares e igual aumenta su caudal de un conjunto de pequeñas lagunas ubicadas en las partes altas de las comunidades de Sune y Palca, en poco recorrido aproximadamente 03 Kms. inicia el valle encañonado y el caudal se incrementa aguas abajo donde se une con otros tributarios de similar recorrido, el caudal al momento de aforo 07/07/05 en el punto se pretende captar aproximadamente es 4.5 m³/seg.

El encañonamiento del río Paraíso aguas abajo, es más profundo que el río Ingahuasi.

En el punto de captación el río esta en valle encañonado su perfil es en forma de V, existe poca sedimentación de cantos pequeños y medianos; el río recorre entre rocas grandes de mayores a 1.00 mts. de diámetro y en partes sobre roca fresca, aproximadamente luego de recorrer 06 Kms. la gradiente del cauce disminuye alcanzando 2% un tramo de 04 Kms. y luego retoma su gradiente y prosigue hasta unirse con el río Mantaro.

Geomorfología de la zona donde se ubica el Puente Jampato

Denominamos puente Jampato por el nombre de la quebrada por donde pasara el acueducto. Su ubicación se inicia la progresiva 3+000 tomado a partir del punto de captación del río Paraíso y tiene una longitud de 160 mts.

Geomorfológicamente se encuentra dentro de la unidad valle encañonado, en la margen derecha y perpendicular al eje de cauce del río Paraíso, su pendiente de cauce es 16%.

Las características geomorfológicas anteriormente descritas del río Paraíso y de la quebrada Jampato son evidenciadas en las fotografías adjunto al presente (ver fotos Pág. N°80), por esta razón se elige la construcción de este puente luego de analizar y comparar otras alternativas concluyendo que lograremos mayores ventajas respecto a las otras ideas inicialmente

planteadas, los que sugerían la construcción de un sifón y otra entubar todo el trayecto que bordea la quebrada.

Se proyecta construir el estribo derecho del puente en un talud cuya pendiente es 25%, y el estribo izquierdo sobre un talud de 9%.

b) Control Estructural del Drenaje

En general los ríos Ingahuasi, Paraíso y el afluente que recorre la quebrada Jampato y sus tributarios pueden haberse profundizado por factores tectónicos, porque haciendo un análisis de las direcciones tomadas en campo podemos inferir que los esfuerzos compresivos fue de EW y generalmente toman esta dirección el cauce de los ríos y estos forman el sistema de drenaje del ámbito los cuales son tributarios del río Mantaro.

Los cursos de los ríos en la zona de estudio adoptan formas rectas, la variación extrema de caudal se evidencia por la gran dimensión de cantos y gruesos de menor diámetro en el recorrido del eje de cauce el ancho del espejo de agua es de 2.4 mts. En las partes más encañonadas y se amplía en algunas partes pero no exceden de los 6.5 mts.

c) Estratigrafía

Al efectuar el trazo de la línea de conducción en general se realiza por una sola formación, compuesto generalmente por areniscas y lutitas en partes, filitas

con cuarcitas, en la zona mas profundas esquistos micáceos generalmente de color verde oscuro.

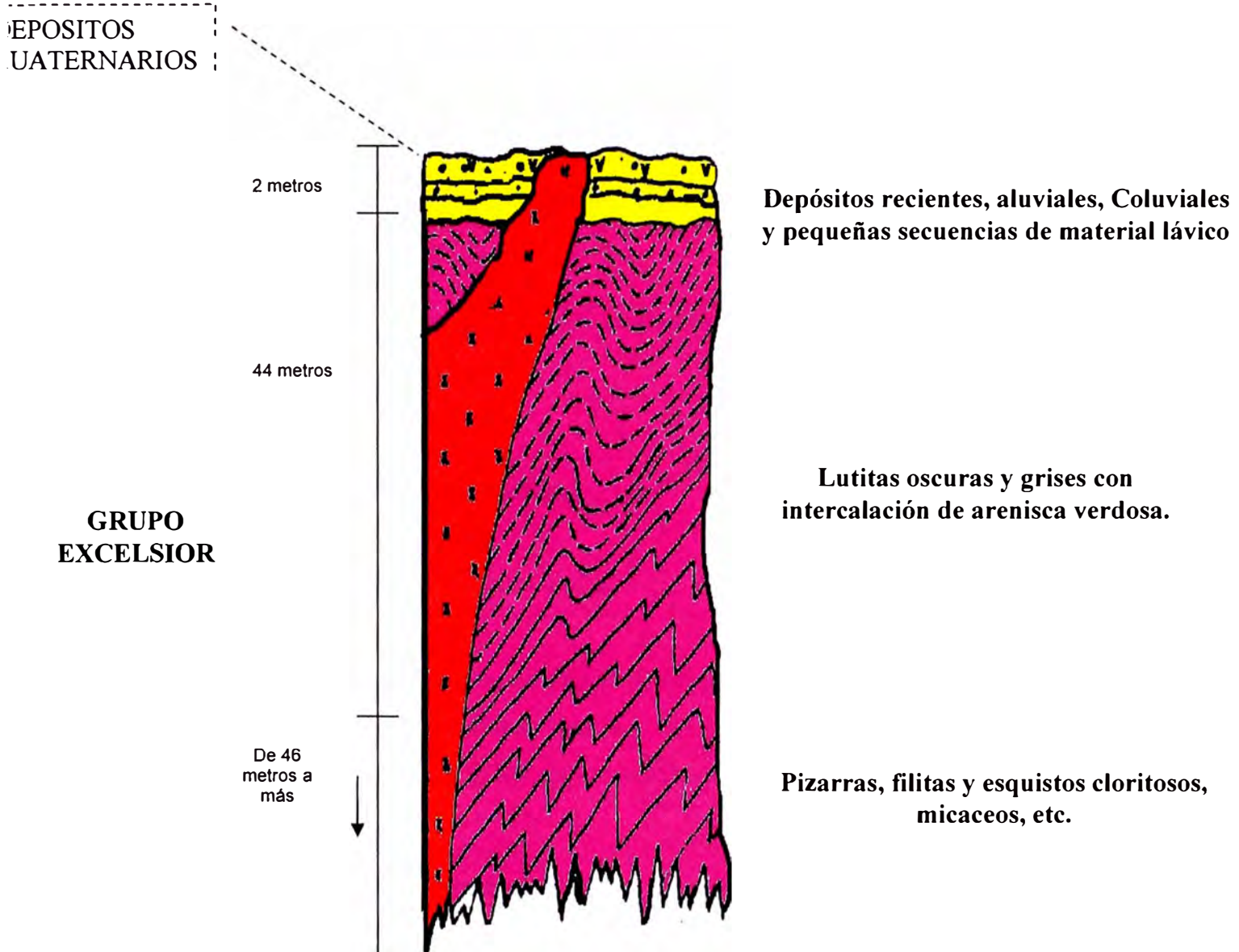
Las rocas ígneas de grano fino afloran como diques muy localizadas los cuales tienen características melanocráticas clasificadas como dacitas.

La cubierta cuaternaria que cubre los afloramientos rocosos en el que se desarrolla el eje de trazo, en sus depresiones esta cubierto de material aluvial y coluvial, y en algunas partes se desarrollo el Horizonte B y encima el horizonte A con abundante material orgánico.

En algunas partes pero muy localizadas se puede apreciar secuencias de calizas de pequeños espesores intercaladas con Lutitas de igual potencia de colores rojos a anaranjados, posiblemente corresponde al grupo Copacabana.

Para determinar un estudio de mayor información se excavó calicatas de 1.2 x 1.2 x 3 mts. en el estribo izquierdo del puente Jampato del cual tenemos los ensayos de laboratorio de suelos.

ESTRATIGRAFIA GENERALIZADA DEL AMBITO DEL PROYECTO



COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LOS ESTRIBOS DEL
PUENTE JAMPATO

ESTRIBO DERECHO:

UNIDAD	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	ESPESOR (mts.)
CUATERNARIO	Depósitos recientes, aluviales, Coluviales	00-1.82
GRUPO EXCELSIOR	Lutitas oscuras y grises con intercalación de arenisca verdosa	00- 41.82
	Pizarras, filitas y esquistos cloritosos, micaceos con cuarcitas.	00- 42.82 a más

ESTRIBO IZQUIERDO:

UNIDAD	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (mts.)
CUATERNARIO	Depósitos recientes, aluviales, Coluviales compuesto del propio material del macizo.	00-2.95
GRUPO EXCELSIOR	Lutitas oscuras y grises con intercalación de arenisca verdosa	0-0-46.95
	Pizarras, filitas y esquistos cloritosos, micaceos con cuarcitas	00- 46.95 a más

Es necesario hacer notar que al excavar y alcanzando la roca fresca se hace muy difícil seguir excavando por la dureza de la roca, por lo que para determinar el contacto efectuó midiendo la potencia de las secuencias.

d) Interpretación Estructural

Al recorrer el desarrollo del eje de trazo de la línea de conducción diferenciamos tres zonas, esto producto del tectonismo, ellos deben ser considerados para plantear el diseño estructural de esta obra. Las diferencias las describimos de la siguiente manera:

**Zonas donde afloran macizos
rocosos ígneos o como parte
de de los Plegamientos. (MR)**

**Zonas de bloques fracturados
y alterados (BF)**

**Zonas recubiertas con
horizontes de suelo (HS)**

En base a estas zonas elaboramos la descripción del eje de trazo partiendo desde sus respectivas captaciones.

**NATURALEZA Y ORIENTACION DEL EJE DE TRAZO DESDE EL LA CAPTACIÓN
DEL RÍO INGAHUASI HASTA LA PROGRESIVA 20+913**

PROGRESIVA	LITOLOGIA	ORIENTACION	ZONA	AGUA	PROFUND. APROX. (m)
0+000-0+049	andesita		MR		
0+049-0+740	suelo		HS	húmedo	0.5
0+740-1+205	andesita		MR		
1+205-2+800	suelo		HS	flujo mediano	0.8
2+800-2+818	cuarcita	S30E/45SW	BF		
2+818-2+920	suelo		HS	flujo mínimo	0.6
2+920-2+927	cuarcita	S32E/44SW	BF		
2+927-4+210	suelo		HS	flujo mínimo	0.4
4+210-5+248	suelo		HS	flujo mínimo	0.5
5+248-5+263	lutitas arn.	S38E/45SW	BF		
5+263-5+450	suelo		HS	flujo mediano	1.3
5+450-5+480	andesita		MR		
5+480-6+690	suelo		HS	flujo mediano	
6+690-6+710	lutita arn.	S36E/43SW	BF		
6+710-7+470	suelo		HS	húmedo	15.0
7+470-7+670	andesita		MR		
7+670-8+222	suelo		HS	húmedo	0.5
8+222-8+228	lutita arn.	S60E/43SW	BF		
8+228-8+950	suelo		HS	flujo alto	3.5
8+950-8+954	lutita aren.	S55E/44SW	BF		
8+954-10+664	suelo		HS	flujo alto	4.0
10+664-10+668	lutita arn.	S39E/36SW	BF		
10+668-11+900	suelo		HS	húmedo	4.0
11+900-11+945	cuarcita	S27E/38SW	BF		
11+945-12+040	suelo		BS		1.0
12+040-12+043	lutita arn.	S32E/26SW	BF		
12+043-12+410	suelo		HF		1.6
12+410-12+425	lutita arn	S27E/27SW	BF		
12+425-12+510	suelo		HF		1.7
12+510-12+530	lutita arn	S30E25SW	BF		
12+530-13+700	suelo		HF		1.5
13+700-14+140	lutita arn.	S27E/20SW	BF		
14+140-14+400	suelo		HF		0.6

14+400-14+650	lutita arn	S30E/45SW	BF	
14+650-15+378	suelo		HF	0.5
15+378-15+650	lutita arn.	S32E/42SW	BF	
15+650-16+000	suelo		HF	0.5
16+000-16+004	cuarcita	S32E/42SW	BF	
16+004-16+095	suelo		HF	0.4
16+095-16+136	cuarcita	S35E/25SW	BF	
16+136-16+470	lutita arn.	S35E/25SW	BF	
16+470-16+590	suelo		HF	0.7
16+590-16+680	lutita arn.	S32E/46SW	BF	
16+680-17+900	suelo		HF	0.8
17+900-17+738	cuarcita	S34E/51SW	BF	
17+738-18+330	suelo		HF	0.8
18+330-18+500	lutita arn.	S43E/52SW	BF	
18+500-19+370	suelo		HF	0.4
19+370-19+450	lutita arn.	N54W/58SW	BF	
19+450-19+600	suelo		HF	0.5
19+600-19+640	cuarcita	N48W/47SW	BF	
19+640-19+800	lutita arn.	N48W/47SW	BF	
19+800-20+040	suelo		HF	0.4
20+040-20+060	cuarcita	N58W/49SW	BF	
20+060-20+450	suelo		HF	1.1
20+450-20+550	lutita arn.	N56W/49SW	BF	
20+550-20+913	suelo		HF	flujo mediano 1.3

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DEL EJE DE TRAZO DESDE EL LA CAPTACION DEL RÍO PARAISO HASTA LA PROGRESIVA 10+700

PROGRESIVA	LITOLOGIA	ORIENTACIÓN	ZONA	AGUA	PROFUNDIDAD APROX. (mts)
0+000-0+600	lutita arn.	S35E/42SW	BF		
0+600-1+430	suelo		HS	húmedo	1.6
0+430-1+520	lutita arn.	S38E/48SW	BF		
1+520-2+800	suelo		HS	húmedo	1.0
2+800-3+800	lutita arn	S40E/48SW	BF		
2+800-4+350	suelo		HS	húmedo	1.2
4+350-4+690	lutita arn.	S45E/45SW	BF		
4+690-4+770	suelo		HS	húmedo	0.9
4+770-4+980	lutita arn.	S48E/44SW	BF		
4+980-5+680	suelo		HF		0.9
5+680-5+930	lutita arn.	S47E/49SW	BF		
5+930-8+950	suelo		HS		0.6
8+950-9+070	cuarcita	S30E/28SW	BF		
9+070-9+780	lutita arn.	S32E/27SW	BF		
9+780-10+700	suelo		HS	flujo mínimo	1.2

Zonas donde afloran Macizos rocosos como parte de Plegamientos.

En la zona de estudio, tomamos datos para correlacionar la dirección y buzamiento de ambos flancos que forman el anticlinal y obtenemos como dirección promedio NW, pero los buzamientos difieren. Por lo que concluimos que se trata de un anticlinal tumbado cuyo plano axial también tiene dirección al NW y buza hacia el SW. Esto explicaría porque el flanco que corresponde al trazo que viene del río Ingahuasi es más distante y menos encañonado que el del río Paraíso.

➤ **Zonas de Bloques Fallados, Fracturados y Alterados**

Las fallas no se evidencian en el eje de trazo pero suponemos que debe estar cerca, por cuanto es apreciable las zonas fracturadas y por las mismas discurren aguas y alteran y van erosionando y acarreando material fino hacia las partes bajas los cuales se acumulan y forman humedales, pero en zonas muy localizadas.

➤ **Zonas Recubiertas con Horizontes Cuaternarios**

En gran parte del eje de trazo tenemos la presencia de depósitos cuaternarios de diferentes magnitudes compuesto de depósitos coluviales y aluviales, los primeros se encuentran en las laderas y quebradas esta compuesto por material brechozo de dimensión heterogénea pero litológicamente homogéneo por cuanto son de reciente desprendimiento del macizo en tras su recorrido por desplome es corto y esta compuesto de rocas en general de rocas del grupo Excelsior, en partes más bajas estos son de menos dimensión y mantienen su forma tabulares y de bordes menos agudas generalmente mezclado con material fino estos depósitos difícilmente se consolidan. Los depósitos aluviales son mucho más homogéneos en dimensión pero los finos son lavados y transportados hacia muy lejos por la fuerte pendiente de las quebradas este tipo de depósitos transitorios llamamos así porque pronto será fraccionado y transportado aguas abajo, estos se puede apreciar en la quebrada Chaupiyacu y la quebrada Jampato donde se proyecta ejecutar un puente.

Los depósitos aluviales generalmente se encuentran rellenando depresiones de mediana y gran profundidad, ubicadas en los tramos por donde pasa el eje de trazo y en las partes más bajas rellenan depresiones mayores como es el caso de la comunidad de Cochabamba Grande que debe tener más de 200 Mts de espesor, litológicamente y granulométricamente homogénea, el material detrítico esta compuesto de areniscas arcillas y su consolidación es muy poca, para este proyecto estos son de gran importancia por cuanto son las zonas de mejores condiciones para los cultivos.

e) Evaluación de los Resultados

El presente informe es el resultado de los trabajos de campo y gabinete, con la finalidad de establecer los parámetros de construcción de las partes del proyecto incluyendo las obras de arte en las diferentes progresivas de la línea de trazo.

Definitivamente el cartografiado geológico permite elegir la mejor opción del trazo final, porque prevé el tipo de suelo o roca que enfrentaremos al momento de ejecutar la obra, prueba de ello es que en el presente se cambio la gradiente de la línea de conducción de 2/1000 a 3/100 porque con esta gradiente la trayectoria es más fácil para trabajar y además alcanza una mejor ubicación para el puente Jampato.

Aun contando con una buena planimetría y las fotos adquiridas y las documentaciones descritas del territorio nada podrá sustituir a la observación directa del terreno antes y durante el proceso constructivo. Toda información precedente nos sirve para tener una

concepción previa tanto más profunda cuanto más amplia sea ella; al final esto nos hará más precisos y supondrá un enorme ahorro en tiempo.

Al iniciar la recopilación de datos de fuentes secundarias lo que encontramos es poco, solo descripciones y estudios generalizados por lo que determinaría los datos obtenidos directamente; constituido en el lugar en el viaje antes de llegar nos señalaron el área a irrigar y la población beneficiaria nos ubicamos en un punto de vista panorámica (ver fotos anexos Pág. N°79). Pero es difícil de definir estructuras como pliegues, fallas etc. por cuanto la vegetación es densa en las partes altas y en las partes bajas el material cuaternario es potente y el afloramiento de roca fresca prácticamente no es visible, pero por la forma suponemos que estamos frente a un anticlinal o parte de ella, por que a la distancia ubicamos puntos donde tomaríamos datos de dirección y Buzamiento de estratos esto en ambos flancos del cerro y correlacionarlas, una vez efectuado concluimos en estamos en un anticlinal muy erosionado en las partes altas, el eje de trazo se desarrollara en los flancos del mismo.

La unidad geomorfológica donde se desarrolla el levantamiento de ambas líneas de conducción es principalmente en la unidad de valles encañonados solo aproximadamente 1.2 kms. De línea de conducción que viene del río Ingahuasi esta en superficie puna.

Observando y efectuando la descripción de la columna estratigrafía podemos notar un solo macizo con

horizontes diferenciables desde los muy competentes hasta material suelto, compuesto de Areniscas, Lutitas y pequeñas secuencias material lávico.

En la progresiva 0+850 y 11+560 tenemos roca ígnea de color melanocrática intermedia de grano fino que clasifiqué como andesita, también se encuentran secuencias de cuarcitas de diferentes dimensiones en potencia y otras en forma de lentes estas muy fracturadas y concordantes con los estratos.

En general cartografiamos la litología y petrografía en los planos de planta y perfil por kilómetro tomando como referencia las calicatas podemos concluir que gran parte del talud es clasificada como roca suelta II en ella es necesario retirar la superficie alterada para lograr hacer un terraplén consistente donde se instalara el entubado. En los tramos de roca ígnea será necesario el uso de explosivos y maquinaria.

En la zona no encontramos fallas en el caso de los pliegues estos son de gran dimensión.

4.2 Estudios Geotécnicos

4.2.1.- Objetivos y alcances

Objetivos

- Consideraciones de todos los procesos geológicos provocados por esfuerzos endógenos y exógenos.
- Describir los rasgos principales de las unidades Geomorfológicas y Estratigráficas influenciadas por estos esfuerzos.

- Evaluación del grado de estabilidad, alteración y cohesión de todos los materiales reconocidos a fin de recomendar los parámetros necesarios a considerarse en la construcción del terraplén y zanja de la línea de conducción.

Alcances

La Geodinámica endógena ha influenciado a esta zona así como en todo el proceso de formación de los Andes, todos los esfuerzos compresivos y distensivos ha construido una compleja disposición de las estructuras, que aun ahora viene desarrollándose razón por la cual el presente estudio de orden local refleja la descripción de una parte de la secuencia de plegamientos y dislocaciones que se dirige hacia el sur.

En el lugar se puede diferenciar dos tipos de metamorfismos el regional y el local denominado también dinámico. El metamorfismo regional fue provocado por dos orogenias principales la primera producida probablemente al final del Devoniano contemporánea a la orogénesis herciniana de Europa, durante el cual se plegaron y metamorfizaron los sedimentos del Paleozoico Inferior los que denominados Grupo Excelsior, los siguientes originaron levantamientos, arqueamientos de las rocas del Permiano inferior (Grupo Copacabana).

La segunda orogenia ocurrida a fines del Cretaceo Terciario Inferior conocida como Orogénesis Andina, en este proceso también se produce un emplazamiento de los

intrusivos.(descrita por Jorge Guizado j. y José Landa t.)

El metamorfismo dinámico y cataclástico, se produce por el agua en el macizo, las aguas superficiales y subterráneas empapan la roca presentando un efecto negativo, por cuanto altera las características mecánicas de los materiales y se manifiestan disminuyendo la cohesión de los componentes de las rocas del Grupo Excelsior, estas alteraciones provoca hinchamiento, dando lugar a presiones entre bloques con mayor incidencia en las rocas más fracturados los cuales alteran el equilibrio de las fuerzas que actúan sobre el macizo, las rocas superficiales sufren desintegración rápida por el mayor tiempo en contacto con el agua, convirtiéndose en barro más aun cuando se encuentra bajo el nivel freático(humedales), indicamos que el nivel freático en la zona de estudio es errático en determinados tramos y muy restringidos el agua se filtra en la mayor parte del ámbito este no logra infiltrarse y discurre superficialmente, en el trayecto de trazo se puede observar que los finos componentes de la roca fresca son arcillas con areniscas ellos facilitan el desprendimiento en bloques, por lo que se recomienda en la construcción del canal debe ser con material flexible (tubería flexible)

Para evitar que el agua afecte a las principales estructuras en este caso las obras de arte, zonas donde se tiene mayor cantidad de flujo y los estribos del puente Jampato se recomienda aparte de que el agua superficial sea desviado mediante drenaje por gravedad en las partes altas, pero no muy distantes del eje de las cimentaciones y anclajes.

a) Calicatas

Se ha realizado manualmente la excavación de un tajo abierto con la finalidad de calcular la profundidad de la cubierta respecto a la roca fresca, cada cierto tramo del eje de trazo y en los puntos donde se construirá los estribos del puente Jampato cuya columna estratigráfica describimos arriba. Pág. (38)

Igualmente apreciamos en el inventario de naturaleza y orientación del eje de trazo antes descrita que en la mayoría de los tramos la profundidad alcanza la roca fresca a una profundidad no mayor de 1.2 y en promedio a 0.8 mts de excavación

Existe en todos los casos una capa de roca fisurada en forma tabular encima de la roca fresca y yuxtapuesto se encuentra suelo con abundante material orgánico.

b) Ensayos de laboratorio

Ensayos efectuados en los estribos del puente jampato y línea de conducción

Los ensayos se efectuaron en el laboratorio de la UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES (UPLA) ((ver anexos Pág. N°79). en el que se determino sus propiedades físicas, clasificación y compactación del suelo cuya muestra se tomo en el punto donde se construirá el estribo izquierdo. En el trazo de la línea de conducción y estribo derecho, no se efectuó los ensayos de suelos por

cuanto en general se ubica sobre roca fresca y/o fracturada. Los suelos que rellenan las depresiones en la trayectoria del eje de trazo, son sedimentos compuesto por pequeñas rocas de forma tabular formadas por meteorización y alteración del macizo rocoso arrastrados por gravedad o por escorrentía superficial esto con mayor facilidad en los flancos de fuerte pendiente, se puede notar la homogeneidad litológica de los cantos además de resaltar que estas no tienen mucho recorrido por su morfometría y la forma brechoza o forma angulosa.

En el caso de los sedimentos en el punto de captación las rocas tienen diferente litología se puede determinar que se tratan de rocas Ígneas como la dacita y granitos, y otras sedimentarias como areniscas, lutitas en forma de cantos de gran tamaño, metamórficas como la cuarcita en el fondo u otras pasan en suspensión en pequeñas partícula como las micas.

En el cause agua arriba del río Ingahuasi son similares al del río Paraíso pero los cantos pequeños casi no se encuentra solo se observa rocas de gran tamaño de petrografía en mayor % de rocas Ígneas como el que observamos en la foto N° 2 de los anexos.

Clasificaciones Geotécnicas y Datos obtenidos en el desarrollo del eje de trazo

Las características tomadas en campo fueron Grado de estratificación, grado de dureza según los parámetros de (Deere y millar.1966) grado de fracturamiento y grado de alteración según tabla (ISMR, 1978).

Los ensayos de dureza de la rocas se realizo con el martillo de SMITH consiste en un dispositivo sencillo que registra el rebote de un cilindro metálico que impulsado por un muelle, choca contra la superficie de las rocas midiendo valores comprendidos entre 20 a 30 MN/m el cual experimentado en las rocas tienen un promedio de 26 MN/m. en roca Fresca y 12 MN/m en roca fracturada b2 y 9 MN/m en roca fracturada b3.

Para contar con una información detallada se efectuó un cartografiado sobre el levantamiento topográfico (ver plano de cartografiado anexos Pág. N°79). bajo el marco de características y grados de las tablas adjuntas.

CLASIFICACIONES GEOTÉCNICAS DE MACIZOS ROCOSOS
Grado de Alteración (ISRM, 1978)

Parámetro	Calificativo	Descripción
a1	Roca fresca	No hay señales visibles de material de roca lixiviada, tal vez una ligera decoloración en la superficie de la discontinuidad.
a2	Roca ligeramente alterada	Se observa la decoloración más profunda en el material y en la superficie de la discontinuidad.
a3	Roca moderadamente alterada	Menos del 35% del material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado, la roca fresca o decolorada se presenta como una estructura continua o como testigo de roca.
a4	Roca altamente alterada	Más del 35% del material rocoso esta descompuesto y/o disgregado, la roca fresca está presente como una estructura discontinua o como testigo de roca
a5	Roca extremadamente alterada	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado, la roca se disgrega con la mano y se conservan únicamente los rasgos de la estructura original.
a6	Suelo residual	Cuando todo el material rocoso se ha convertido en suelo, no se observa ni estructura ni fábrica y no hay transporte de material.

Grado de Fracturamiento

Parámetro	Calificativo	Descripción
b1	Roca ligeramente fracturada	El macizo presenta menos de 2 fracturas por metro lineal.
b2	Roca fracturada	Presenta de 2 a 5 fracturas por metro lineal.
b3	Roca muy fracturada	Presenta de 6 a 10 fracturas por metro lineal.
b4	Roca extremadamente fracturada	Presenta de 11 a 20 fracturas por metro lineal.
b5	Roca triturada	Presenta más de 20 fracturas por metro lineal.

Grado de dureza (Deere y Miller, 1966)

Parámetro	Calificativo	Descripción
c1	Roca muy resistente	Requiere de varios golpes de martillo para romperse. Resistencia estimada mayor de 200 Mpa.
c2	Roca resistente	Se rompe en uno o dos golpes de picota. Resistencia estimada de 100 a 200 Mpa.
c3	Roca moderadamente resistente	Se intenta en la picota. Resistencia estimada de 50 a 100 Mpa
c4	Roca suave	Se desintegra con golpes de picota. Resistencia estimada de 20 a 50 Mpa
c5	Roca muy débil	Se rompe fácilmente con la mano. Resistencia estimada menor de 20 Mpa.

Grado de estratificación

Parámetro	Calificativo	Descripción
d1	Muy gruesa	Estratos con potencia mayor de 2 metros.
d2	Gruesa	Estratos con potencia de 1 a 2 metros.
d3	Moderada	Estratos con potencia de 0.5 a 1 metro.
d4	Delgada	Estratos de 0.01 a 0.5 metros de potencia
d5	Laminar	Estratos con potencia menor de 0.01 metros.

GUÍA DE TERZAGHI PARA DISTINGUIR LA ORCA DE LA ROCA ALTERADA Y EL SUELO

Estado Original	Estado después de repetida desecación inmersión y vibración o prolongada exposición a la atmósfera. Fragmentos con agua	Cambio de volumen producido o por saturación sequedad	Grupo.
Sólido con sonido claro cuando se le golpea con el martillo de geólogo	No cambia	Imperceptible	a) Roca sólida.
	Se desintegra en pequeños trozos duros con superficies limpias.		b) Roca inalterada finamente fisurada o machacada.
	Se desintegra en pequeños fragmentos con superficies untuosas a causa de productos de alteración de grano fino.		c) Roca fisurada ligeramente descompuesta.
	Se desintegra en partículas individuales de arena o limo.		d) Arenisca o lutita con cemento inestable.
Sólido con sonido opaco cuando se le golpea con el martillo de geólogo.	Se desintegra en pequeños fragmentos angulares sin señal de alteración química.	Medible	e) Intermedio entre roca y arcilla con características predominantes de la primera.
	Se transforma gradualmente en una suspensión de partículas de suelo.		f) Intermedio entre roca y arcilla con características predominantes de la primera.
	Se transforma gradualmente en una suspensión de partículas arcillosa y en sedimento de fragmentos angulares de rocas.		g) Roca completamente descompuesta.
	Se transforma completamente en una suspensión y/o sedimento indeterminados		Imperceptible a importante.

Tomado de Goodman, 1976, p.21

MEDIDA DE LAS PROPIEDADES DE ROCAS Y SUELOS				
Propiedad	Ensayos laboratorio		Ensayos INSITU	
	Roca	Suelo	Roca	Suelo
PROPIEDADES BÁSICAS				
Peso específico	X	X		
Porosidad	X	X		
Índice de huecos		X		
Contenido de agua	X	X	X	X
Densidad	X	X	X	X
Aparente.		X		
Verdadera		X		
Absoluta.		X		
Húmeda		X		
Saturada		X		
Dureza	X			
Durabilidad	X			
Reactividad	X	X		
Velocidad de onda	X	X	X	X
PROPIEDADES ÍNDICE.				
Granulometría		X		
Límite líquido		X		
Límite plástico		X		
Índice de plasticidad		X		
Límite de retracción		X		
Materia orgánica		X		
Comprensión uni axial	X	X		
Índice de carga puntual	X			
PROPIEDADES INGENIERILES				
Permeabilidad	X	X	X	X
Módulo de deformación	X	X	X	X
Consolidación		X		X
Expansión	X	X	X	X
Deformación lineal	X		X	
Resistencia a compresión simple	X			
Resistencia a compresión tri axial				
Estática	X	X	X	X
Dinámica		X		
CBR		X		X
Tomado de Hunt (1964).p. 92				

CLASIFICACIÓN DE LA ROCAS METAMÓRFICAS SEGÚN EL TIPO DE METAMORFISMO

Tipo de metamorfismo	Roca metamórfica	Roca/s primitiva/s probable/s
Rocas de metamorfismo dinámico	Milonitas Cata clásticas	Cualquier tipo de roca
Rocas de metamorfismo de contacto	Corneanas Pizarras moteadas	Sedimento arcilloso y arenosos, pizarras, calizas.
Rocas de metamorfismo de contacto o regional	Mármol Cuarцитas.	Calizas y dolomías Areniscas, pedernal.
	Pizarras	Pizarras sedimentarias, argilitas.
	Filitas	Pizarras sedimentarias, argilitas.
	Esquistos (Carbonatados, micáceos, etc.)	Pizarras sedimentarias. Areniscas, Rocas carbonáticas arcillosas, Arcillas. Grauwackas. Rocas ígneas máficas. Basalto.
Rocas metamorfismo regional	Gneis	Rocas ígneas. Areniscas arcósicas.
	Anfibolitas	Rocas ígneas. Sedimentos con Fe y Ca
	Granulitos	Rocas ígneas. Areniscas.
	Eclogitas	Rocas ígneas máficas
	Migmatitas	Rocas ígneas y metamórficas.
(Tomado de Huang. p. 443, simplificado y con alguna addenda)		

CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS ROCAS METAMÓRFICAS

Tipo de roca	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)	Módulo elástico (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)	Angulo de rozamiento	Coefficiente de Poisson	Celeridad de onda (m/s)	Resistividad en ohmios x m	Coefficiente de permeabilidad (m/s)	Densidad (T/m ²)
ESQUISTOS	108-2.300	70.000 a 300.000	20-140 13,3 (a)	541-271 471(a)	0,02-0,20	3.600 a 4.600		3.10 ⁷	2,3 - 2,7 (b)
CUARCITA	900-4.700	450.000 a 1.100.000	960	441 (c) - 541					2,7 - 2,9
PIZARRA	400-2.140	120.000 a 1.250.000	40-330 3,1-2,1 (d)	361-481 321(a)	0,21 (a)		1.000.000		2,9 - 2,7
MICACITA	200-635	520.000 a 540.000							2,4 - 3,2
MÁRMOL	470-2.400	240.000 a 830.000	210-350	341					2,6 - 2,32
GNEIS	422-2.300	220.000 a 810.000	175-210 0,7 (e)	431 451(e)	0,09-0,34	5.000 a 4.400			2,5 - 2,7
FILITA			0-1,3 (a) 0 (e)	0 - 1,3 (a) 0 (e)					2,3 - 2,5

(a) Valores a lo largo del plano de esquistosidad; (b) Valor para un esquisto clorítico; (c) Valor inicial para un ensayo con muestra seca en un plano de fractura; (d) Ensayos en laboratorio; (e) Datos en el plano de esquistosidad; fuerza tangencial aplicada normalmente a la lineación de micas; muestra seca.

e) Criterios utilizados para el diseño del puente Jampato

Para hacer realidad este proyecto hay que vencer muchos obstáculos naturales, entre ellos la Quebrada Jampato, motivo por el cual se toma en consideración en el presente Expediente Técnico para la construcción de un puente colgante, para hacer posible el paso aéreo de agua a través de tubería.

El presente estudio presenta como mejor alternativa de construcción del puente para evitar bordear una franja de la quebrada, una longitud promedio de 900 m.l., el cual en su recorrido presenta deslizamientos (aluvial y coluvial); para lo cual se ha planteado también otra alternativa el cual lo descaramos pero describimos para su consideración:

Paso a través de un sifón, el cual después de ser analizado presenta un riesgo considerable por cuanto el río que pasa por la quebrada en épocas de precipitación trae consigo mucho material de arrastre, el cual haría peligrar el entubado además por el desnivel la tubería tendría que ser tubo de fierro para soportar la presión.

El paso a través de un Puente aéreo es factible, por lo que planteamos su ejecución en el presente expediente técnico, para ello ubicamos sus estribos considerando la luz más corta de la quebrada y la estabilidad de los puntos donde se ubica las estructuras, luego de varias alternativas posibles

definimos los puntos definitivos y señalamos en campo estacando para facilitar su replanteo.

El puente acueducto soportara el peso de una tubería contenida de 900 mm. De diámetro de PVC clase 5.

La obra ha sido diseñada en función a las necesidades estructurales y al logro de su perfecta estabilidad.

Las partidas a desarrollar durante la ejecución de obra que dependen del presente estudio son las siguientes:

Trabajos Preliminares (Limpieza de terreno, Trazo y nivelación).

Movimiento de Tierras (excavación de plataforma en ambas márgenes de la quebrada donde se instalarán los dados de anclaje y torres, excavaciones para las zapatas de las torres y las cámaras de anclaje, relleno compactado y la eliminación del material excedente de excavaciones).

Obras de concreto simple (solado con concreto $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$, concreto ciclópeo en las cámaras de anclaje, dados de protección).

Obras de concreto armado (zapatas, torres (columnas), vigas y obras de transición de canal a tubería, desarenador con compuerta metálica de limpia).

Los estudios de mecánica de suelos fueron realizados en el laboratorio de la Universidad

Peruana Los Andes. Cuyas copias adjuntamos en el anexo del presente.

Cimentación

Con la finalidad de tener los parámetros de la capacidad portante del suelo, se obtuvo los resultados correspondientes certificados por la Universidad peruana los Andes el cual muestra que para el margen Izquierdo es de 51 Kg/cm² y para la margen Derecho 52 Kg/cm², se encuentra dentro de los cálculos generales de diseño. El mismo que permitió realizar el diseño de la cimentación o zapatas.

Superestructura

La subestructura diseñada para el paso de recurso hídrico a través de la quebrada Jampato, de acuerdo a los cálculos de diseño, nos muestra la construcción de dos torres de concreto armado $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ compuesta de cuatro columnas, dos en cada margen de la quebrada, las mismas que cuenta con zapatas o cimentación asentadas en un solado de $h = 0.30 \text{ m}$ de concreto simple $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$. La construcción de dados de anclaje con concreto ciclópeo $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ de P.G. (8"-10")}$.

La superestructura consta de cable principal, de donde se suspenderán las péndolas que a su vez soportarán a la tubería de conducción contenida. El cable principal de acero consta de tres cables tipo cascabel de $5/8"$ de diámetro, las péndolas que tienen $5/8"$ de grosor con sus respectivos accesorios, las mismas que soportarán el peso de la

tubería PVC de \varnothing 900 mm o 35". Además de cables templadores de $\frac{1}{2}$ " de diámetro.

Obras de Drenaje

Teniendo presente el estudio hidrológico realizado a consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales en los meses de intensas lluvias y las características generales de la zona, se han adoptado los parámetros más convenientes que permitan la facilidad del drenaje superficial, tal como la construcción de zanjas de coronación para evacuar las aguas de lluvia hacia el lado de los anclajes, para evitar las influencias negativas sobre la estabilidad de la infraestructura.

Las dimensiones de las obras hidráulicas obedecen a los datos obtenidos para el presente estudio.

También se está considerando dentro de las obras de concreto canal de transición de canal a tubería, con su respectivo desarenador con compuerta metálica de limpia.

Ubicación

El punto donde se desea construir este puente aéreo esta en la progresiva 3+010 de la línea de conducción que parte del río Paraíso hacia Tintay Puncu

Normas Utilizadas para el Diseño

Para realizar el diseño se ha tenido en cuenta las Normas siguientes:

Reglamento Nacional de Construcciones, Especificaciones Técnicas para la construcción de Puentes del Ministerio de Transporte.

Reglamento de Concreto del American Concrete Institute (ACI).

Regalement American Association Of Statc Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Geometría del Proyecto

Dadas las características de la zona en estudio se procuro que en el diseño geométrico se adopte a las condiciones naturales del terreno, adecuándose al trazo del canal de conducción, que ha sido aprovechada en su mayor parte y a las exigencias del mencionado trazo previsto, teniendo en cuenta de proporcionar seguridad y eficiencia en la conducción del recurso hídrico.

Los criterios para definir las características geométricas se basan fundamentalmente en las Normas del MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones, las cuales se detallan a continuación:

Luz Libre del Puente	160.20 m
Luz entre Eje de Torre (C-1)	180.50 m
Altura de la Torre (C-1)	19.50 m
Flecha Máxima	18.50 m
Contra Flecha	0.20 m

Altura Mínima de Péndola	1.00 m
Separación entre Péndolas	1.80 m
Concreto Torre	$f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$
Concreto Dados Anclaje	$f'c=140$
Kg/cm ² +30% P.G.	

Cargas y Factores de Carga

Las cargas que se tiene son el cable principal de acero que consta de tres cables tipo cascabel de 5/8" de diámetro, cuyo peso por m.l. es de 38 Kg. Además soportará el peso de las péndolas que tienen Ø 5/8" cuyo peso es de 1.60 Kg/m, el peso de los accesorios es de 8.00 Kg/m, el peso de la tubería PVC de Ø 35" es de 41.67 Kg/m; adicionalmente se le ha considera un factor de seguridad de 6.0. También a esto se suma el peso del recurso hídrico que tiene un caudal aproximado de $Q = 0.80 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Cargas Permanentes

La carga permanente que soportará el Puente es el peso de la tubería PVC de Ø 35", Cable Principal en número de tres de Ø 1 5/8", péndolas de Ø 5/8" con sus respectivos accesorios.

Cargas Variables

Las cargas variables está dado por el flujo del recuso hídrico que variará de acuerdo a la demanda para el uso del riego y de acuerdo a la época, siendo los meses de estiaje de mayor uso y caudal de conducción. Para evitar los movimientos locales propios de flujos dentro de la tubería, en el

trayecto de ingreso, paso y salida del puente se proyecta la construcción con un mínimo de gradiente calculado para este caso 0.005%

Cargas Durante la Construcción

Durante el proceso constructivo se instalará un falso puente para lanzar el puente y colocado de péndolas y accesorios, con la finalidad de aliviar la carga a la estructura; pero de todas maneras existirá un carga mínima adicional que será el de los trabajadores que deberá realizar los trabajos respectivos.

Cargas Vivas de Flujo de Agua

Durante el paso del flujo del agua por la tubería de Ø 35" instalada en el Puente Aéreo, existirá una carga viva de un caudal de 800 lts/seg. La cual también ha sido tomado en cuenta para el cálculo del diseño.

Efectos Dinámicos

Los efectos dinámicos que se producen por las fuerzas que actúan en el Puente a causa del viento o posibles reparaciones, también han sido considerados para los cálculos respectivos como indicamos a continuación.

Fuerzas Centrífugas

Es la fuerza que se ejercerá perpendicularmente al eje del puente, cuyo valor se considera como una sobrecarga, estos principalmente se consideran en puentes curvos, actuando horizontalmente a 6 pies (1.83m) por encima del nivel del eje, esto principalmente se presenta cuando las reparaciones incluyen el paso de vehículos.

Variaciones de Temperatura

Por estar expuestas a los factores climáticos, la estructura en su conjunto ha sido diseñada para soportar los cambios de temperatura, que se producirán por efecto de las expansiones y contracciones, que de acuerdo al reglamento Nacional es de 20 ° C para las construcciones de concreto y de 30 ° C para las de metal. Para nuestro caso en planta las construcciones no exceden ni 10 metros.

Así mismo, con la finalidad de conservar el concreto armado desde las zapatas hasta las columnas y los carros de dilatación, serán pintados con pintura esmalte.

Cargas de Viento

Existirá cargas de viento las cuales se han considerado en el cálculo de diseño; pero con la finalidad de disminuir esta carga se ha considerado en el diseño un cable viento que se ubica en la base de la tubería que va de extremo a extremo de la quebrada, así como adicionalmente se ha considerado cables templadores que estarán fijadas en ambos

extremos y lados del puente, fijados en dados de concreto.

(Ver plano Puente aéreo adjunto).

d) Evaluación de resultados

Resultados del Estudio Referidos al Puente Jampato

ESTRIBO IZQUIERDO

- Para cimentar en esta margen y alcanzar roca fresca será necesario excavar a profundidad por cuanto esta cubierto de suelo de regular potencia tal como indica el levantamiento estratigráfico y se debe prever una suficiente inclinación del talud para evitar precipitación coluvial más aun considerando la gran incidencia de precipitaciones en esta zona los cuales fraccionan las rocas en forma tabular.
- Los trabajos anteriores de excavación deben ejecutarse tratando de descubrir y determinar el plano de estratificación, esto para poder en ella anclar perpendicular e su recta máxima pendiente, el que deberá ser apoyado por un dado de concreto al igual que los anclaje laterales respectivos, para ello se debe dejar libre el área de trabajo considerando el ancho de zapatas y para el anclaje respectivamente.
- El estrato considerado en esta parte para el anclaje tiene un Rumbo NS y un Buzamiento 55° W.

- El clavo de anclaje debe tener una dirección perpendicular a la recta de máxima pendiente del plano del estrato mencionado anteriormente.
- Los dados de concreto deben tener dimensiones que no superen la capacidad portante de las rocas que en este caso es de 52 Kgs/cm².

ESTRIBO DERECHO

- En este lado del estribo la roca aflora más superficialmente en la zona donde se proyecta la construcción de las zapatas y las columnas no existe mayores problemas por cuanto la cimentación será sobre roca fija y el esfuerzo sobre ellos serán netamente compresivos.
- Específicamente para el anclaje se recomienda anclar en la roca en el plano de estratificación descubierto cuyo rumbo es N20W y buzamiento 45° NE

En ambos estribos el clavo de anclaje debe tener una dirección perpendicular a la recta de máxima pendiente del plano de los estratos mencionado anteriormente.

En el punto donde se construirá el puente la quebrada es cerrada y encañonada y en la parte alta se tiene dos quebradas que más abajo se juntan y por ellas discurren aprox. 240 lts./seg. y tienen una a de recuperación hídrica temporal en épocas de

precipitaciones formándose avenidas de agua y lodo de gran magnitud.

Las rocas que afloran en los puntos donde se construirá los estribos del puente consta de rocas competentes a poca profundidad y a media profundidad superficialmente están muy fracturadas y gradan hasta material suelto estos seguramente por esfuerzos distensivos de estas rocas. En la margen Izquierda de la quebrada existen bancos de de areniscas de 4.8 Mts de potencia pasando a una secuencia de Lutitas oscuras aun más fracturadas con intercalaciones de areniscas. Esta es producto de acumulaciones en épocas de precipitación.

En la cimentación de ambos estribos deben cumplirse dos condiciones fundamentales: La carga externa aplicada al suelo debe ser suficientemente inferior a la carga de hundimiento del suelo por esfuerzos cortantes , con el fin de que exista estabilidad, y el asentamiento diferencial no debe ser superior a un limite que pueda producir deterioros en la estructura.

Para calcular la capacidad admisible de carga (q_a) en ambos estribos, las muestras de roca tomadas en la ubicación de los estribos se sometieron al ensayo de compresión simple en estado natural. Así como también en muestras saturadas durante seis días, a fin de determinar la capacidad de carga admisible con los siguientes resultados promedio.

MUESTRA	RESISTENCIA	OBSERVACION
M1 (ED)	520.9	No saturado
M2 (EI)	516.2	No saturado
M3 (ED,EI)	523.6	saturado

Para calcular la capacidad de carga admisible o de trabajo (q_a) se ha considerado un factor de seguridad de F.S. 10, teniendo el grado de fractura del afloramiento.

Por consiguiente la capacidad admisible en este estribo es:

$$q_a = 52 \text{ Kg/cm}^2.$$

Cabe señalar que la nápa freática no se ubico por cuanto la filtración se realiza por las fracturas y luego se impermeabiliza y discurre por ellas, por tanto no desarrolla un nivel freático definido.

V.- ANALISIS DEL RIESGO SÍSMICO DEL PUENTE JAMPATO

Para ello nos limitamos estudios efectuados por otras entidades como el CISMID y el manual de reglamento de nacional de construcciones y de ella podemos extraer lo siguiente:

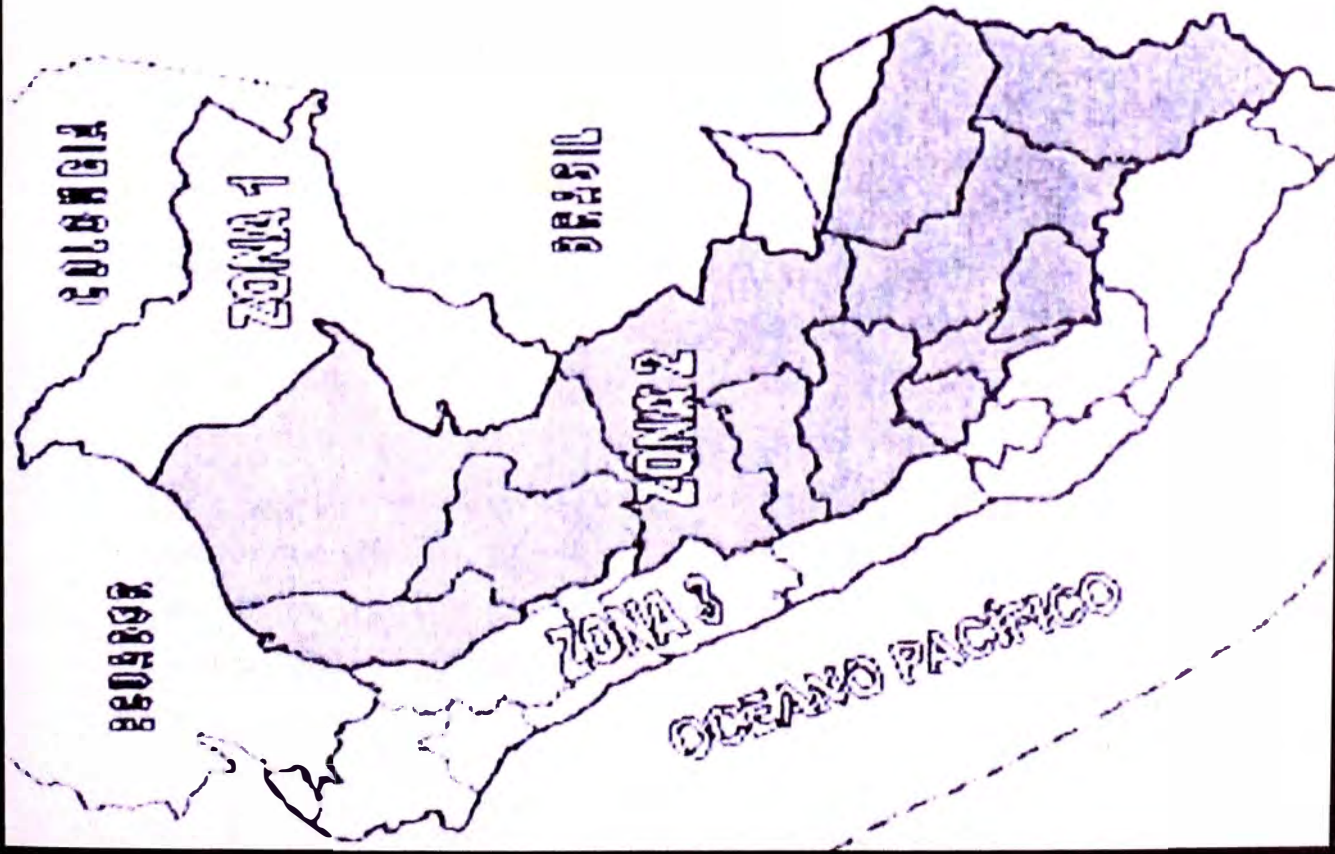
5.1 Alcances

El estudio de riesgo sísmico, nos permitirá determinar las fuerzas que puede actuar en ambas direcciones de las estructuras, siendo su punto de aplicación el centro de gravedad del elemento. Se considera a esta fuerza como un porcentaje de la carga muerta.

5.2.- Resultado de los estudios

Los suelos y rocas en donde se desarrollas los trabajos materia del presente informe, se encuentra en la zona 02 de Sismicidad media, según el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo-resistente del Reglamento Nacional de Construcciones.

Entonces los cálculos que determinan el resultado del Estudio son principalmente las fuerzas Sísmicas horizontales.



• A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. Equivale a un periodo de retorno de 500 años.

FACTORES DE ZONA

ZONA	Z
•3	•0.4
•2	•0.3
•1	•0.15

Evaluación de los Resultados

De los efectos del sismo se ha tomado en cuenta para el cálculo de volteo y deslizamiento factores en caso de efectuarse un sismo. Para ello se debe considerar lo siguiente:

El lugar donde se ubicara las torres, estará íntegramente sobre basamento rocoso del grupo Excelsior los riesgos de deslizamientos y el peligro de afectar la obra dependerán de las recomendaciones y el cumplimiento de los parámetros de diseño indicados en el presente.

Desde el punto de vista geológico el sitio no reúne las condiciones de seguridad para construir solo con zapatas es necesario diseñar estructuras de apoyo por el alto grado de meteorización principalmente por el agente hídrico, por lo que se sugiere al ingeniero estructuralista prever otras características constructivas que aseguren la estabilidad y minimice el riesgo sísmico. Por experiencias del autor del presente recomienda que el solado se sobre dimensiones en un 30 % el solado de igual forma la loza debe construirse con sobredimensionado en 25% para asegurar el riego por corte en la construcción de las cuatro torres, por otro lado los dados de concreto deben prever el riego de deslizamiento por el bajo índice de rozamiento en este tipo de rocas principalmente cuando esta húmedo.

VI.- INCIDENCIA DEL ESTUDIO GEOLÓGICO EN LOS COSTOS Y PRESUPUESTOS DE CONSTRUCCIÓN, EN LAS PARTIDAS DE CORTE Y EXCAVACION DE ROCAS

6.1.- Objetivo y alcances

Objetivo

Presentar una clasificación más real en las partidas de mayor incidencia económica en la construcción de la obra como son los de movimiento de suelos y rocas.

Alcances

El presente estudio pretende mostrar una comparación de las ventajas que tiene un estudio geológico en obras de este tipo por cuanto la clasificación tradicional presenta grandes diferencias por exceso o por defecto.

6.2.- Metodología del Trabajo

a) Trabajos Previos

Estos comprendieron, en adjuntar información de fuentes primarias y secundarias como son costos y presupuestos de obras realizadas en el lugar del proyecto, levantamientos topográfico 1/2000 según normas de construcción civil efectuados para este proyecto y otras informaciones de aquellos que realizaron otras obras en el ámbito.

b) Trabajo de Campo y Gabinete

Se inicio ubicando los BM y los PIs de los primeros tramos y se procedió a efectuar un mapeo superficial del eje de trazo considerando características Grado de estratificación, grado de dureza según los parámetros de (Deere y millar.1966) grado de fracturamiento y grado de alteración según tabla (ISMR, 1978), y ellos pueden observarlos en el anexos (cartografiado estructural y tipo de rocas y suelos).

En gabinete corroboramos datos con el levantamiento topográfico y procedemos a elaborar los planos respectivos; compramos rendimientos de laboreo en forma manual y con maquinaria para presentar el costo más aproximado en la ejecución de las partidas de movimiento de suelos y rocas.

c) Evaluación de Resultados

Sin considerar un cartografiado para clasificar las partidas de movimiento de suelos y rocas, solo se diferencia en el denominado material suelto, roca suelta y roca fija. Con la finalidad de ejemplificar y luego de cartografiar las líneas de conducción (ver plano adjunto Pág. N°80) diferenciamos dos tipos de rocas sueltas esto por cuanto las características son fácilmente diferenciables, el tipo I es más difícil de trabajar respecto al del tipo II, generalmente ambos son tradicionalmente clasificados como roca suelta.

Aun efectuando el corte con maquinaria el rendimiento de los mismos difieren en 30 al 40% al cortar y excavar entre ambos tipos de rocas clasificadas como sueltas.

En ambas clasificaciones, consecuentemente los presupuestos difieren considerablemente, también al clasificar la roca fija no se considera que la roca Ígnea aflorante en los primeros tramos de la línea de conducción que viene del río Ingahuasi es mucho más competente que la roca clasificada como fija del correspondiente el Grupo Excelsior, el análisis al respecto no lo presentamos en el presente estudio por ser muy localizada la roca Ígnea aflorante; pero en obras donde las dimensiones son mayores seria necesario la evaluación de su incidencia en la ejecución de obras.

En el presente solo incidimos en la clasificación de roca suelta por ser esta el que mejor mostrara la importancia de una buena clasificación, para ello presentamos seguidamente un esquema comúnmente usado de cajoneo, se muestra acotado las longitudes para hacer notar que ellas difieren según la gradiente del talud, en el siguientes cuadros mostramos la clasificación Geotécnica del eje de la línea de conducción que vine del río Ingahuasi también del río Paraíso , seguidamente en el cuadro siguiente se muestra las partidas correspondientes de corte y excavación de roca suelta con maquinaria y el apoyo de una cuadrilla de personal, considerando la maquinaria pesada mixta cargador frontal y retroexcavadora de 62 HP de potencia, también este cuadro muestra el costo por m³ de movimiento de cada partida según el tipo de roca suelta y para señalar su importancia económica concluimos con el cuadro comparativo de costos.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- El macizo rocoso podría ser definido como "masa rocosa constituida de un solo tipo litológico" el denominado Grupo Excelsior, en presencia de agua factor de gran incidencia en la meteorización sobre aquella hace que se diferencien distintas características del macizo y suelo.

En partes muy localizadas afloran rocas ígneas clasificadas como diorita y en otras más restringidas rocas metamórficas clasificadas como cuarcita tal como podemos observar en el cartografiado adjunto.

2.- Al a efectuar el cartografiado geotécnico al macizo lo diferenciamos por su dureza, grado de fracturamiento y grado de alteración

3.- Las secuencias evidencian alteración marcada y sobre ella han actuado los procesos fisicoquímicos de meteorización descrita pero no a gran profundidad por cuanto la zona intermedia esta muy cerca de la superficie. Generalmente alcanza a un promedio de 0.8 mt. De profundidad.

4.- Como puede observarse la intervención del geólogo es importante por cuanto el expediente técnico inicialmente proyectado fue la construcción de un canal abierto de concreto y la recomendación luego del presente estudio es otra alternativa más segura y viable, el cual plantea conducir el elemento vital con tubería flexible de 900 mm. de diámetro existente en el

mercado, el cual puede superar los riesgos geológicos y geomorfológicos.

5.- El cartografiado geológico realizado siguiendo el eje de trazo de la línea de conducción es un recurso de mucha utilidad por cuanto nos permite apreciar datos y recurrir inmediatamente para ubicar las zonas y tomar estrategias constructivas, por esta razón se recomienda este levantamiento en la ejecución de otras obras donde tiene además optimizar el grado de incidencia de las partidas de movimiento de tierras y rocas.

6.- Es posible que los puntos y datos señalados en el terreno posteriormente serán restituidos por un equipo de cartografía terrestre previa a la construcción, debe tenerse cuenta que en la mayor parte de ocasiones elementos generales geológicos pueden afectar de forma notable a las estructuras a proyectar y posteriormente al construir por lo que su situación especial no es un asunto más.

7.- En la estructura de derivación del río Ingahuasi se recomienda que estas deben apoyarse aguas arriba contiguas a la roca tipo badén, para asegurar la estabilidad y las cimentaciones deben apoyarse en dicha roca.

8.- En el caso de la estructura de derivación el río Paraíso se recomienda construir una toma lateral por la fuerte pendiente del cauce y el caudal que tiene fuerte margen entre mínimas y máximas, para ello se

recomienda apoyarse sobre la roca indicada como BM por cuanto es roca fresca y profunda.

9.- En el trayecto de las línea de conducción del río Ingahuasi en dos partes progresiva 08 +530 y 15 + 310 se recomienda anclar con puntales y cables de acero para asegurar de los deslizamientos, por cuanto el material superficial producto de la meteorización no tiene estabilidad, en estas partes aproximadamente se tiene una longitud de 35 a 60 mts. Respectivamente de posible deslizamiento.

10.- La dirección del anclaje en el estribo Izquierdo del puente Jampato será perpendicular a la recta de máxima pendiente al plano de direcciones NS e inclinación 55° W, en el caso del estribo derecho se recomienda anclar perpendicular a la recta de máxima pendiente del plano cuyas direcciones son las siguientes N 20° W y buzamiento 45° NE.

11.- Al determinar los elementos estructurales en campo o sea rumbo y buzamiento de las estructuras en este caso son muy similares en rumbo pero difieren en buzamiento con lo que concluimos que estamos sobre una mega estructuras y se trata de un anticlinal tumbado, las estructuras mas pequeñas contenidas dentro del macizo también en forma de pliegues de poca dimensión y fracturadas coinciden en dirección pero estas están a cotas mas debajo de la línea a de conducción el cual nos permite asegurar la estabilidad para la construcción de los distintos tipos de sostenimiento u

otras obras de arte y la misma línea de conducción del proyecto.

12.- Se recomienda una clasificación de rocas y suelos como el planteado en el presente estudio por cuanto se aproxima más a un presupuesto real, la clasificación con el que tradicionalmente se viene trabajando tiene serias deficiencias por exceso o por defecto.

13.- Una adecuado muestreo de roca y suelo aquí descritos nos permite obtener mejores datos para determinar el comportamiento de de las obras de arte, no solo durante la ejecución sino durante el uso y el mantenimiento que necesariamente necesitan las obras.

14.- En el presente estudio no se tiene mayores riesgo de deslizamiento por cuanto el trazo para tubería nos permite elegir la mejor opción de trazo definitivo; aun en ejecución es posible cambiar de trazo eligiendo la zona mas segura siempre en cuando controlemos no exceder la línea hidráulica y la capacidad de presión de la tubería. Justamente con la finalidad de asegurar la mejor alternativa de la línea trazo se realizo el presente estudio inclusive para ello fue necesario aperturar las calicatas y hicimos un cartografiado de perfiles cada 20 mts. Cuyos cortes más representativos adjuntamos en los anexos del presente.

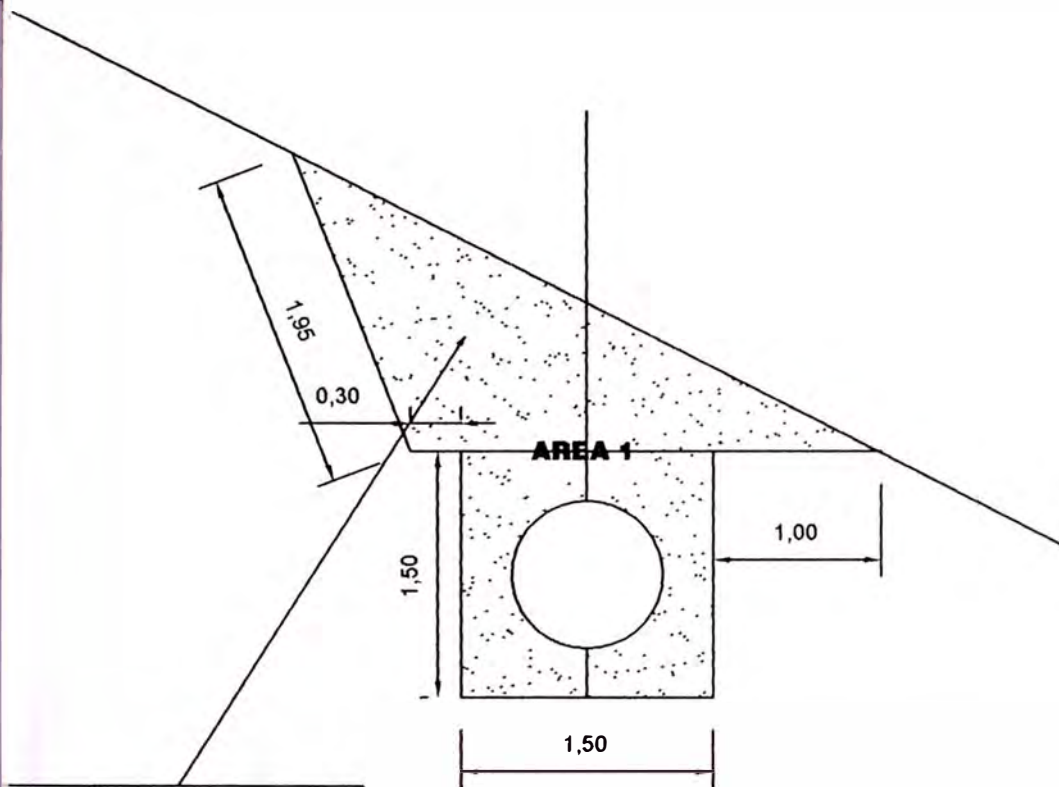
BIBLIOGRAFIA

- **GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA CIVIL**
AUTOR: JUAN LOPEZ MARINAS
CIE. INVERSIONES EDITORIALES DOSSAT 2,002
- **GEOTECNIA PARA INGENIEROS**
AUTOR: ALBERTO MARTINEZ VARGAS 2,004
- **AGUA SUBTERRANEA**
AUTOR: MICHAEL PRICE
EDITORIAL LIMUSA 2DA. EDECION 2,003
- **BOLETIN N° 12 “CARACTERISTICAS GENERALES DE LA EVOLUCION GEOLOGICA DE LOS ANDES PERUANOS”**
AUTOR: BERNARD DALMAYRAC
GERARD LAUBACHER
RENE MAROCCO
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO.
- **GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE PAMPAS (HOJA 25-n)**
AUTOR: JORGE GUIZADO J. Y CESAR LNDA T. 1964
- **GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE HUANCAYO (HOJA 25 –m)**
AUTOR : FRANCOIS MEGARD 1969
- **PRINCIPIOS DE ESTRATIGRAFIA**
AUTOR: CARL O DUNBAR Y JHON RODGERS
- **DICCIONARIO GEOLOGICO**
AUTOR: JORGE DAVILA BURGA 1992
- **INFORMES METEROLOGICOS DE ELECTROPERU AL 2,004**
- **BOLETINES INFORMATIVOS DE LA CAMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCION**
- **HIDRAULICA ASISTIDO POR COMPUTADORA, HCANALES Y MODELOS HIDRAULICOS**

ANEXOS

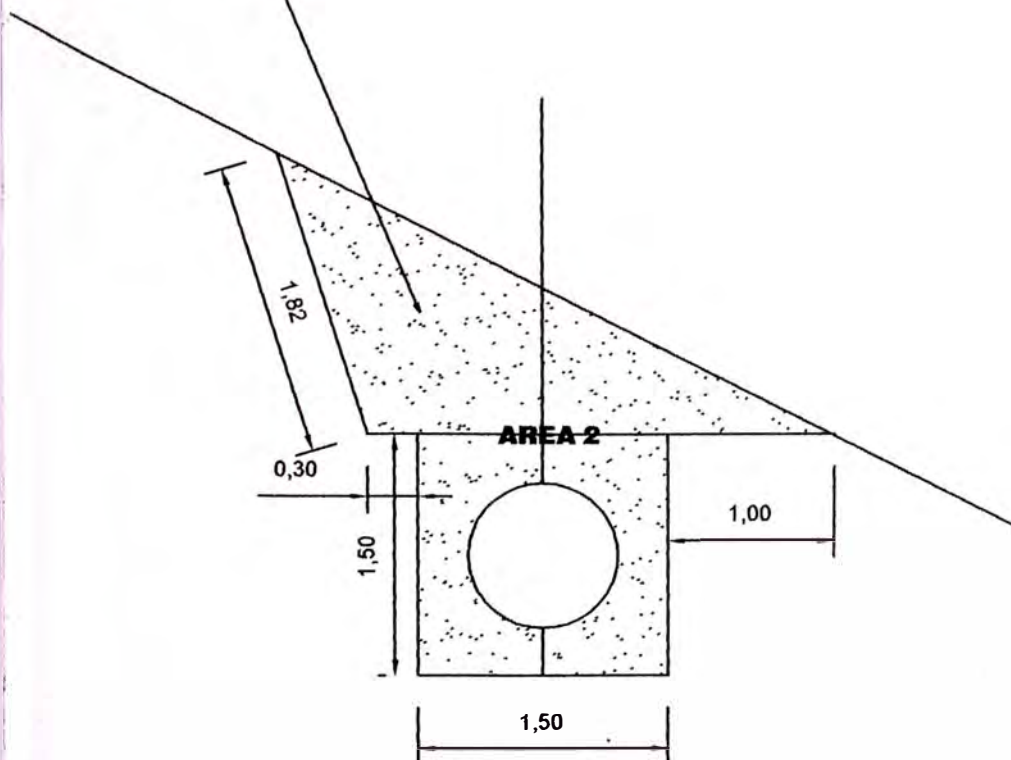
ESQUEMA MODELO DE CAJONEO

(PARA CORTE Y EXCAVACION DE TALUD)



TALUD RECOMENDABLE
PARA CORTE


$$\frac{(\text{AREA 1} + \text{AREA 2}) \times \text{LONGITUD}}{2} = \text{VOLUMEN DE CORTE Y EXCAVACION}$$



CLASIFICACION GEOTECNICA CANAL PARAISO

FACILIDAD DE TRABAJO	CLASIFICACION TRADICIONAL	CLASIFICACION GEOTECNICA ISRAM, 1978	MACISO TIPO	LONGITUD PARCIAL	PROFUNDIDAD AFECTADA EN (MT)	OBSERVACIONES
↓ FACILIDAD DE TRABAJO	RF	a2,b1,c1,d2		675		MACISO ROCOSO FRESCO COMPUESTO DE ROCAS DURAS SE ROMPE CON LA PICOTA EN PARTES CON GOLPES REITERADOS
		a2,b2,c1,d3		180		
		a3,b2,c2,d1		640		
		a3,b2,c2,d2		880		
	RS	a2,b2,c3,d2	I	257	0.6	MACISO CON ALTERACIONES Y GRADA SEGUN LA FACILIDAD OFRECIDA POR LA DIRECCION DE ESTRATOS
		a3,b2,c3,d2		998		
		a4,b2,c2,d3		180	1.2	
		a5,b4,c3,d2				
		a5,b4,c3,d4				
		a6,b4,c4		II	895	
	a6,b4,c5	379	>2.5			
	MS	a6		4628		SUELO RESIDUAL POR EFECTOS PLUVIALES ALUVIALES, EL CUAL SE ENCUENTRAN EN CONOS O RELLENANDO DEPRESIONES CON PROFUNDIDAD MAYORES A 2.5MT EN PARTES , PERO MUY LENTA EXISTEN TRANSPORTE PEATONAL
				10700		

CLASIFICACION GEOTECNICA CANAL INGABUASI

	CLASIFICACION TRADICIONAL	CLASIFICACION GEOTECNICA ISRAM, 1978	MACISO TIPO	LONGITUD PARCIAL	PROFUNDIDAD AFECTADA EN (MT)	OBSERVACIONES
FACILIDAD DE TRABAJO 	RF	a2,b1,c1		250		MACISO ROCOSO FRESCO COMPUESTO DE ROCAS DUPAS SE ROMPE CON LA PICOTA. EN PARTES CON GOLPES REITERADOS
		a2,b1,d4		85		
		a1,b1,c1		115		
		a1,b1,c2		621		
		a2,b1,c2,c3		54		
		a2,b1,c2		32		
		a3,b2,c1,d3		50		
		a2,b2,c2,d2		166		
		a2,b2,c2,d4		98		
		a3,b2,c2		168		
	a3,b2,c2,d2	375				
	RS	a2,b3,c2	I	40		MACISO CON ALTERACIONES Y GRADA SEGUN LA FACILIDAD OFRECIDA POR LA DIRECCION DE ESTRATOS
		a2,b3,c2,d1		715		
		a3,b3,c2,d3		81		
		a3,b3,c3		78		
		a4,b3,c3,d3		98		
		a4,b3,c3		133		
		a4,b4,c4,d3		283		
		a5,b4,c4		138		
	MS	a6,b5,c5	II	1658	2.5	MUY FRACTURADO GENERLA- MENTE CON AGUA EN EL MACISO
a6,b5		3118		>2.5		
	MS	aε		12555		SUELO RESIDUAL POR EFECTOS PLUVIALES ALUVIALES, EL CUAL SE ENCUENTRAN EN CONOS O RELLENANDO DEPRESIONES CON PROFUNDIDAD MAYORES A 2.5MT EN PARTES , PERO MUY LENTA EISTEN TRANSPORTE PEATONAL
				20913		

PARTIDAS CORRESPONDIENTES A CORTE Y ESCAVACIONES EN ROCA SUELTA

Análisis de Precios Unitarios

Obra 0501001 SISTEMA DE IRRIGACION INTEGRACION TINTAY PUNCU

Fecha 05/11/2005

Partida 02,2 EXCAVACION EN ROCA SUELTA TIPO II - CON MAQUINARIA						
Rendimiento 56,400 m3/día		Costo unitario directo por : m3				8,10
Código	Descripción Insumos Mano de Obra	UNID.	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	0,50	0,0709	4,25	0,30
470103	OFICIAL	HH	0,50	0,0709	7,70	0,55
470104	PEON	HH	1,00	0,1418	6,87	0,97
						1,82
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2,0000	0,01	0,02
490406	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP	HM	0,50	0,0709	60,00	4,25
						4,27

Análisis de Precios Unitarios

Obra 0501001 SISTEMA DE IRRIGACION INTEGRACION TINTAY PUNCU

Fecha 05/11/2005

Partida 02,3 EXCAVACION EN ROCA SUELTA TIPO II - CON MAQUINARIA						
Rendimiento 76,000 m3/día		Costo unitario directo por : m3				9,41
Código	Descripción Insumos Mano de Obra	UNID.	Cuadrilla	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	0,90	0,0947	4,25	0,40
470103	OFICIAL	HH	0,90	0,0947	7,70	0,73
470104	PEON	HH	2,70	0,2842	6,87	1,95
						3,08
Equipos						
37011	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1,0000	0,01	0,01
490406	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP	HM	1,00	0,1053	60,00	6,32
						6,33

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS EN EL MOVIMIENTO DE ROCA SUELTA EN LA LINEA DE CONDUCCIÓN INGAHUASI

R. S. ROCA SUELTA	UND.	CANT.	COSTO UNITARIO (EN SOLES)	COSTO PARCIAL	TOTAL
RS TIPO I	M3	12,906.69	9.41	69,699.87	
RS TIPO II	M3	39,363.00	6.10	137,801.93	207,501.80

CLASIFICADO COMO ROCA SUELTA TIPO I

EL PRESUPUESTO DE ESTA PARTIDA TENDRIA UN EXCESO DE:

$$39,636.00 \times (9.41 - 6.10) = 130,291.78 \text{ Nuevos Soles}$$

CLASIFICADO COMO ROCA SUELTA TIPO II

$$12,906.69 \times (6.10 - 9.41) = -42,721.14 \text{ Nuevos Soles}$$

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS EN EL MOVIMIENTO DE ROCA SUELTA EN LA LINEA DE CONDUCCIÓN PARAISO

R. S. ROCA SUELTA	UND.	CANT.	COSTO UNITARIO (EN SOLES)	COSTO PARCIAL	TOTAL
RS TIPO I	M3	14,607.10	9.41	65,644.87	
RS TIPO II	M3	12,617.89	6.10	36,758.72	102,402.88

CLASIFICADO COMO ROCA SUELTA TIPO I

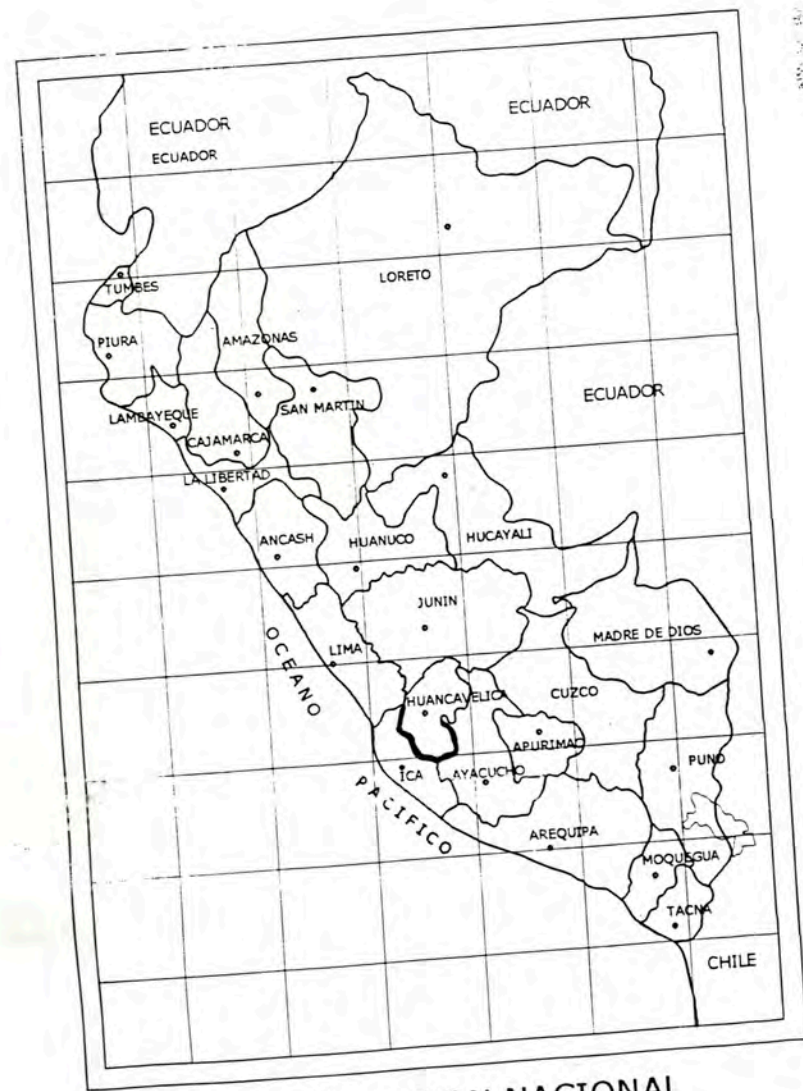
EL PRESUPUESTO DE ESTA PARTIDA TENDRIA UN EXCESO DE:

$$12,617.89 \times (9.41 - 6.10) = 41,765.22 \text{ Nuevos Soles}$$

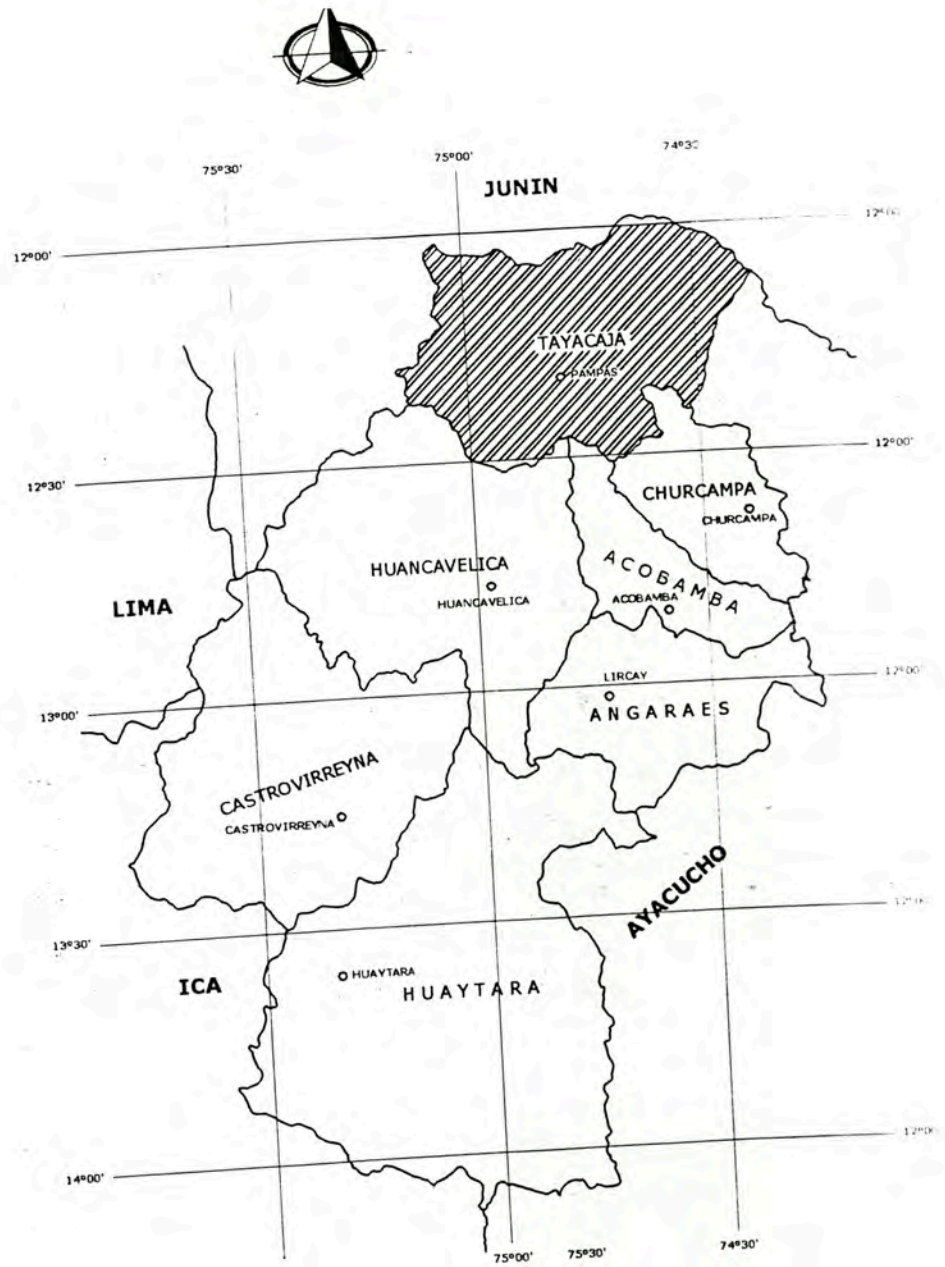
CLASIFICADO COMO ROCA SUELTA TIPO II

$$14,607.10 \times (6.10 - 9.41) = -48,349.50 \text{ Nuevos Soles}$$

CON ESTO HACEMOS NOTAR LA IMPORTANCIA DE LA CLASIFICACION GEOTECNICA DE ROCAS EN LAS OBRAS QUE INCLUYEN PARTIDA DE CORTE DE ROCA, SEA SUELTA O FIJA



LOCALIZACION NACIONAL

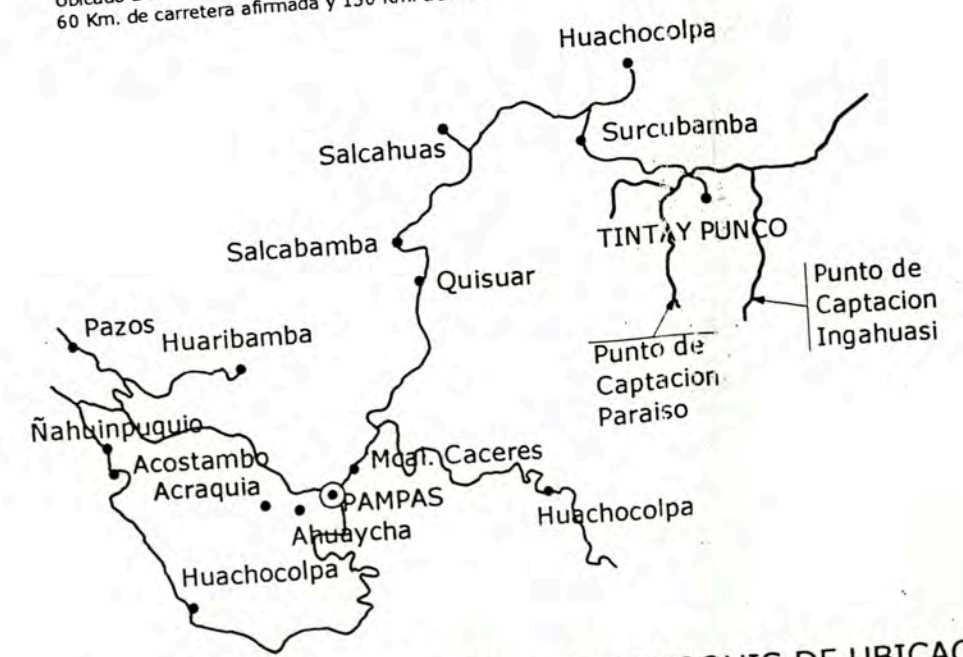


LOCALIZACION DEPARTAMENTAL



LOCALIZACION PROVINCIAL

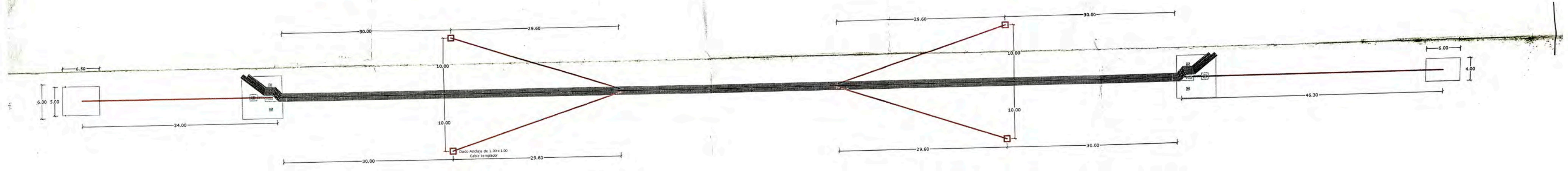
Ubicado a 210 Kms. aproximadamente de la Ciudad de Hyo.
60 Km. de carretera afirmada y 150 Km. trocha



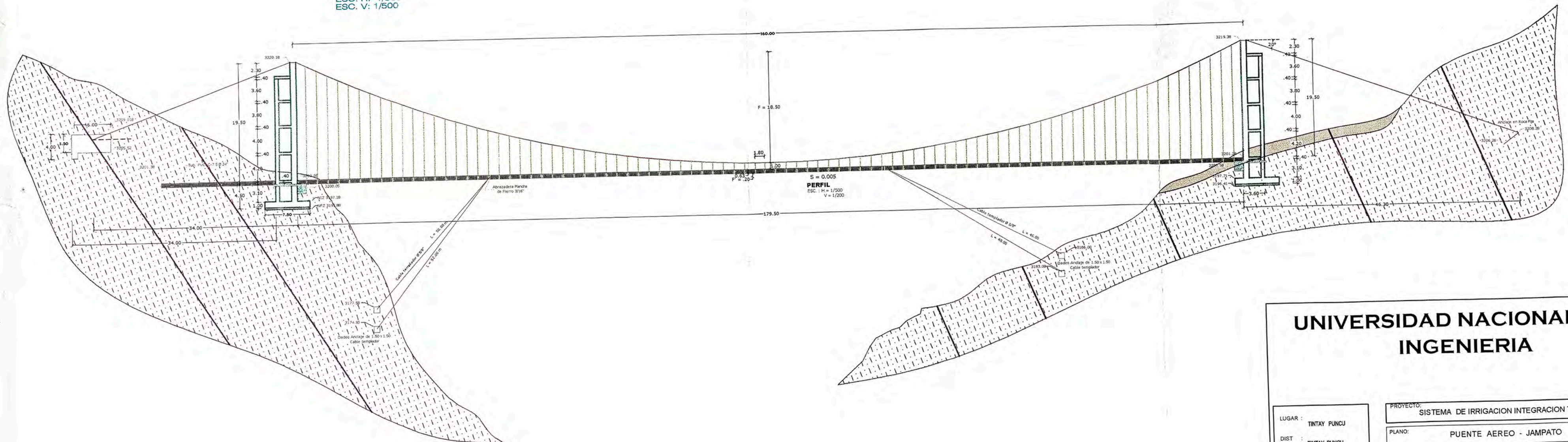
DISTANCIA A LA ZONA DEL PROYECTO Y CROQUIS DE UBICACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
DIST: TINTAY PUNCU PROV: TAYACAJA DPTO: HUANCVELICA REGION: HUANCVELICA	PROYECTO: SISTEMA DE IRRIGACION INTEGRACION TINTAY PUNCU		
	MAPA: LOCALIZACION Y CROQUIS DE UBICACION		
	ESCALA:	FECAH: DIC. 2005	LAMINA: U
	DIBUJO:	ELABORADO POR: G.L.R.	

PLANTA
ESC. 1/500



PERFIL
ESC. H: 1/500
ESC. V: 1/500

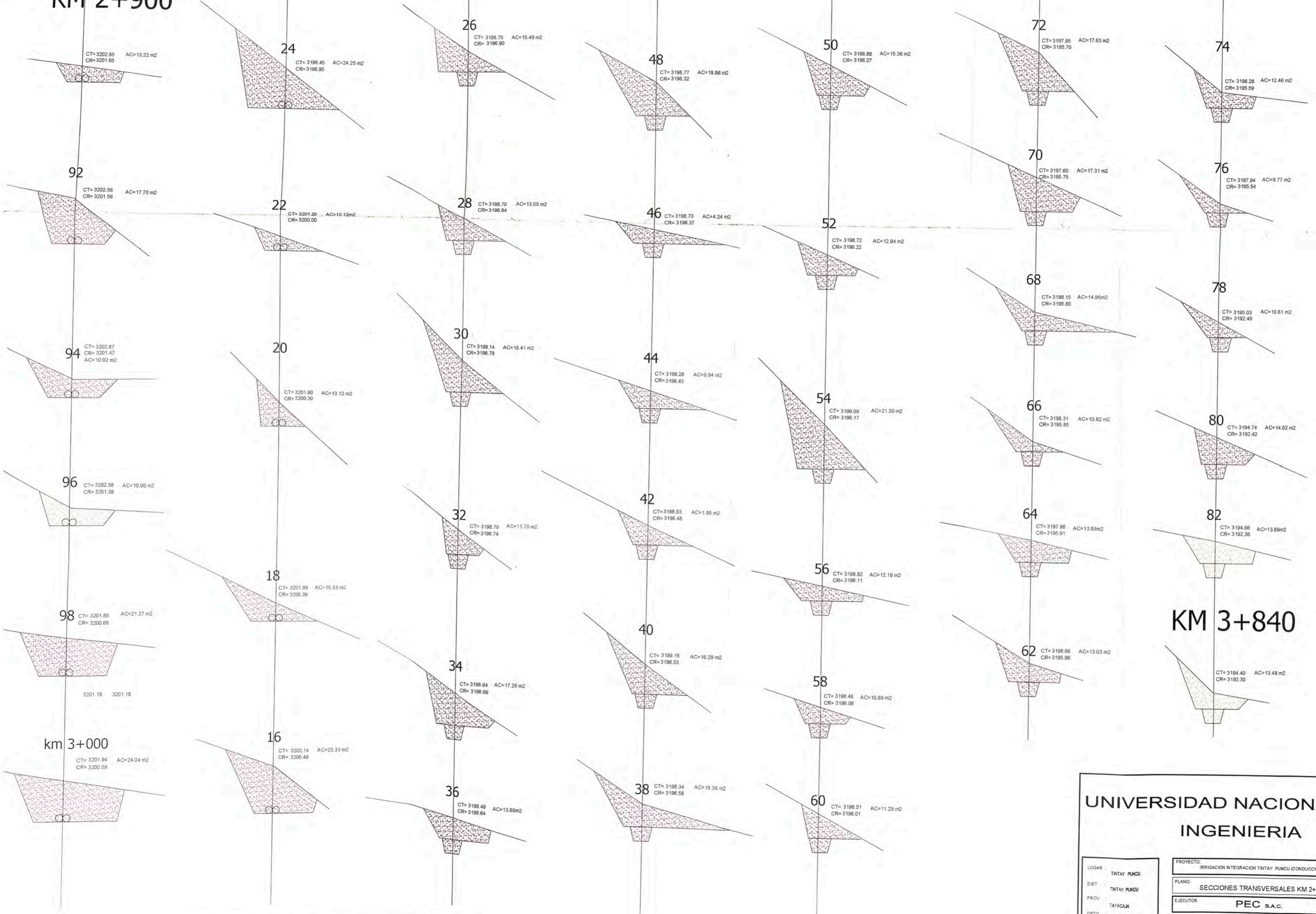


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

LUGAR : TINTAY PUNCU	PROYECTO : SISTEMA DE IRRIGACION INTEGRACION TINTAY PUNCU
DIST : TINTAY PUNCU	PLANO : PUENTE AEREO - JAMPATO
PROV : TAYACAJA	EJECUTOR : PEC S.A.C.
DPTO : HUANCVELICA	ESCALA : INDICADA
REGION : HUANCVELICA	FECHA : DIC. DEL 2005
	DESIGNO : R.M.R. DIBUJO : A.C.H. TOPOGRAFO : G.L.R.

LAMINA:
01

KM 2+900



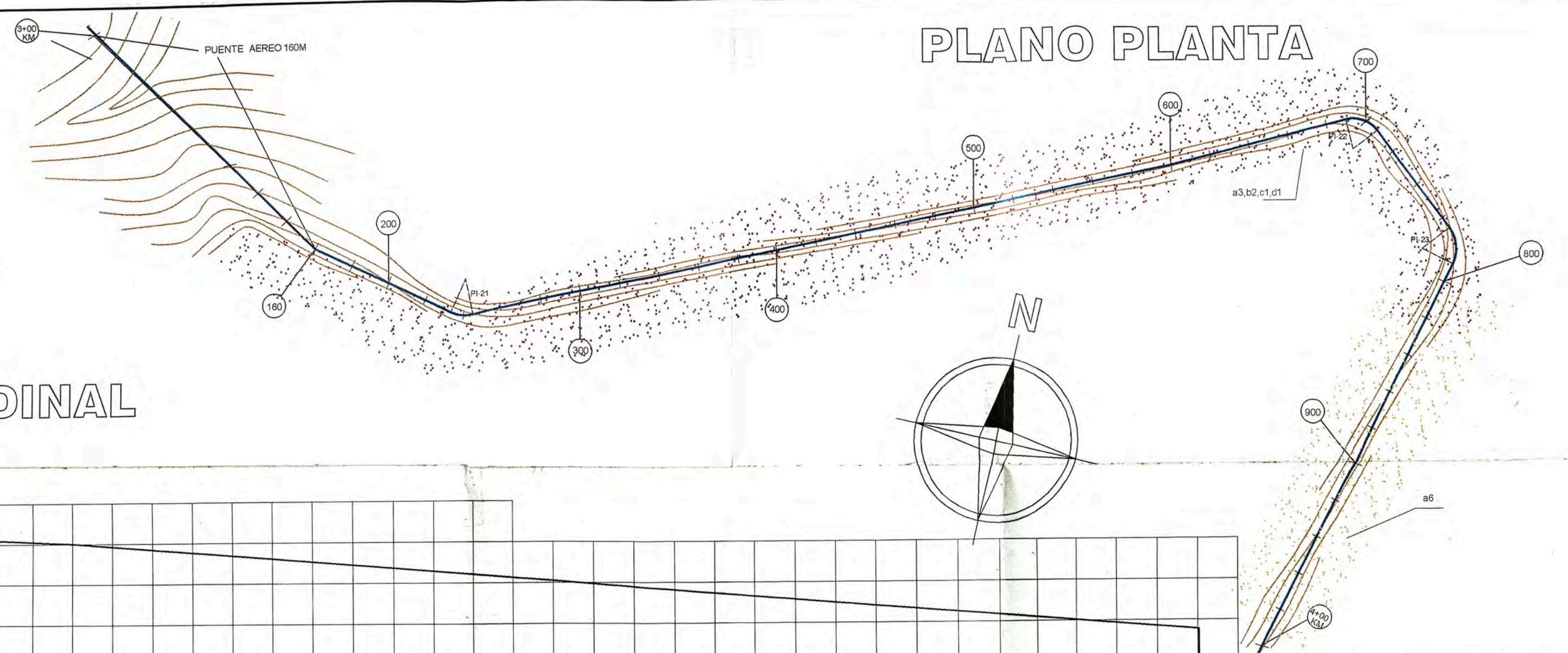
KM 3+840

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

LUGAR :	TINTAY PUNCU	PROYECTO :	IRRIGACION INTEGRACION TINTAY PUNCU (CONDUCCION PARAISO)
DIST :	TINTAY PUNCU	PLANO :	SECCIONES TRANSVERSALES KM 2+900- 3+840
PROV :	TAYACAJA	EJECUTOR :	PEC S.A.C.
DPTO :	HUANCAVELICA	ESCALA :	1/200
REGION :	HUANCAVELICA	FECHA :	DIC. DEL 2005
		DIBUJO :	A.C.H
		ELABORADO POR :	G.L.R.

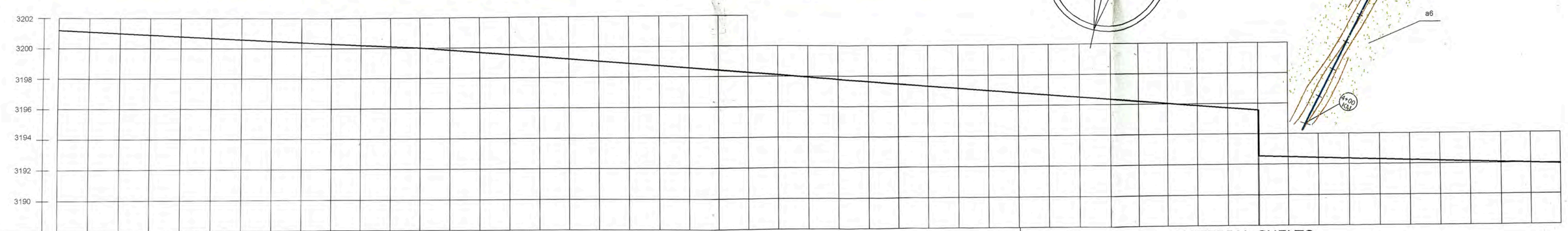
LAMINA:
04

PLANO PLANTA



PERFIL LONGITUDINAL

ESC. H=1/2000
ESC. V=1/200



TIPO DE SUELO	ROCA SUELTA												MATERIAL SUELTO																							
LONGITUD	L = 120.00m						L = 120.00m						L = 560.30m						L = 199.70																	
PENDIENTE	S=0.005%						S=0.00485%						S=0.00195%						S=0.003%																	
COTA TERRENO	3201.16, 3201.16, 3201.08, 3200.98, 3200.88, 3200.78, 3200.68, 3200.58, 3200.49, 3202.14, 3201.89, 3201.60, 3201.20												3199.45, 3198.75, 3198.70, 3199.14, 3198.79, 3198.64, 3198.49, 3198.34, 3199.18, 3198.83, 3199.28, 3198.73, 3198.77, 3198.88, 3198.72, 3198.09, 3198.82, 3198.46, 3198.51, 3198.66, 3197.86, 3198.31, 3198.15, 3197.60, 3197.95, 3198.28, 3197.94												3195.003, 3194.74, 3194.66, 3194.40, 3194.64, 3194.23, 3194.62, 3194.56, 3194.40, 3194.44											
COTA RAZANTE	3201.08, 3200.98, 3200.88, 3200.78, 3200.68, 3200.59, 3200.49, 3200.39, 3200.30, 3200.00												3196.95, 3196.90, 3196.84, 3196.79, 3196.74, 3196.69, 3196.64, 3196.58, 3196.53, 3196.48, 3196.43, 3196.37, 3196.32, 3196.27, 3196.22, 3196.17, 3196.11, 3196.06, 3196.01, 3195.96, 3195.91, 3195.85, 3195.80, 3195.75, 3195.70, 3195.65, 3195.59, 3195.54												3192.48, 3192.42, 3192.36, 3192.30, 3192.24, 3192.18, 3192.12, 3192.06, 3192.00, 3191.94											
ALTURA CORTE	0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 1.20, 1.35, 1.65, 1.50, 1.30, 1.20												1.50, 1.80, 2.30, 2.00, 1.80, 1.80, 1.70, 2.60, 2.40, 2.80, 2.30, 2.40, 2.56, 2.46, 2.87, 2.65, 2.35, 2.45, 2.65, 1.80, 2.40, 2.30, 1.65, 1.80, 2.30, 2.65, 2.40												2.55, 2.32, 2.30, 2.10, 2.40, 2.05, 2.50, 2.50, 2.40, 2.50											
ALTURA RELLENO	-												-												-											
ALINEAMIENTO	I/D												I/D												I/D											
KILOMETRAJE	KM 3+00, 100, 200, 300, 400												500, 600, 700, 800												900, KM 4+00											

CARACTERISTICAS DE LA SECCION DEL ACUEDUCTO EN EL PUENTE

PROGRESIVA	LONGITUD (m)	GEOMETRICAS					HIDRAULICAS										TIPO SECCION
		B (m)	b (m)	T (m)	H (m)	Z	e (m)	Q (m3/s)	y (m)	A (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	S (%)	n	f (m)	
3+000-3+160.00	120.00	-	-	0.53	0.90	-	0.0154	1.20	0.63	0.26	1.36	0.19	2.31	0.00500	0.010	0.165	CIRCULAR

ELEMENTOS DE CURVA

PI	ALIN.	PROGRESIVA	∠	R	T	E	Lc
20	I	KM 3+100.05	13°42'55"	34.00	4.00	0.23	7.96
21	I	3+235.70	36°46'08"	18.00	5.93	0.95	11.45
22	D	3+694.55	67°38'12"	15.00	10.00	3.03	17.64
23	D	3+768.80	63°32'41"	17.00	10.48	2.97	18.79

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINTAY PUNCU

LUGAR: TINTAY PUNCU	PROYECTO: SISTEMA DE IRRIGACION INTEGRACION TINTAY PUNCU
DIST: TINTAY PUNCU	PLANO: PLANTA Y PERFIL Km 3+00 - 4+00
PROV: TAYACAJA	EJECUTOR: PEC S.A.C.
DPTO: HUANCAYELICA	ESCALA: 1/2000
REGION: HUANCAYELICA	FECHA: DIC. DEL 2005
	PREP: R.M.R. COR: A.C.H. TOPOGRAFO: G.L.R.

04



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

Nº 05866

IRRIGACION INTEGRACION TINTAY PUNCU

Proyecto: C.1 M.1 Muestra: Km. 3+090 Fecha: HYO. DICIEMBRE 2005
 Proveniencia: _____ Certificado: _____ Hecho por: R. Oré F.

TESTE DE PLÁSTICO

Moleta N°	29		
Recipiente + Suelo Húmedo en gr.	46.8		
Recipiente + Suelo Seco en gr.	43.4		
del Agua en gr.	3.4		
del Recipiente en gr.	24.9		
Suelo Seco en gr.	18.5		
Índice de Humedad en gr.	18.4		18.4

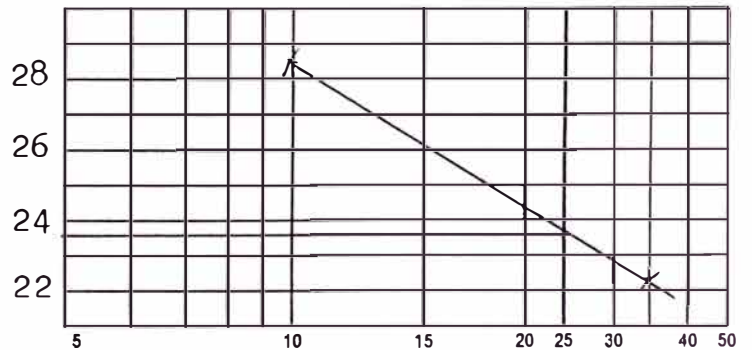
HUMEDAD NATURAL

TESTE LÍQUIDO

Golpes	35	10		
Moleta N°	10	26		
Recipiente + Suelo Húmedo en gr.	63.5	58.0		
Recipiente + Suelo Seco en gr.	56.5	50.7		
del Agua en gr.	7.0	7.3		
del Recipiente en gr.	24.9	25.2		
Suelo Seco en gr.	31.6	25.5		
Índice de Humedad en gr.	22.2	28.6		

TESTE DE CONTRACCIÓN

Moleta N°	
Para Inalterada o Remoldeada	
de la Pastilla de Suelo Seco en gr.	
Molde + HG en gr.	
Molde en gr.	
HG en gr.	
de la Pastilla de Suelo en gr.	
de Contracción en %	



LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD NATURAL	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE PLASTICIDAD
18.4	6.6	23.5	5.1

UNIVERSIDAD PERUANA
LOS ANDES
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
TÉCNICO LABORATORISTA
Ricardo Oré Florán
TÉCNICO LABORATORISTA



ING. SUPERVISOR



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Nº 004630

Objeto: IRRIGACION INTEGRACION TINTAY PUNCU

Solicita:

Muestra: C.1 M.1 Km. 3+090

Contratista: PECSA

Programa: _____ Certificado: _____

Sector: _____

Fecha: HYO. DICIEMBRE 2005 Muestra de: _____

Operador: R. Oré F.

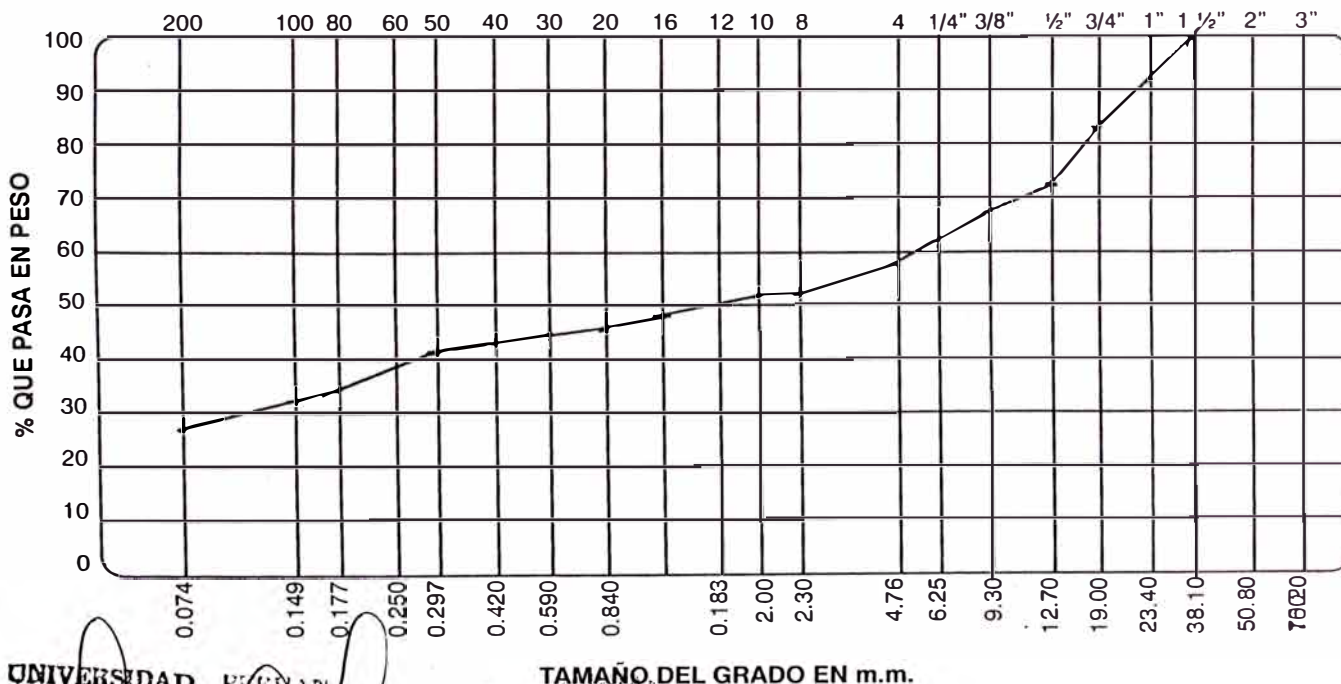
Procedencia: _____

CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

AMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Peso	% Retenido Acumular	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"						DESCRIPCIONES DE LA MUESTRA AASHTO A-2-4 (0) Arenas limosas mal proporcionadas, de arena y limo.
2 1/2"						
2						
1 1/2"				100		
1	188	9.4	9.4	90.6		
3/4"	182	9.1	18.5	81.5		
1/2"	182	9.1	27.6	72.4		
3/8"	108	5.4	33.0	67.0	L.L. 23.5	
Nº 4	173	8.6	41.6	58.4	L.P. 18.4	
Nº 8	125	6.2	47.8	52.2	I.P. 5.1	
Nº 10	22	1.1	48.9	51.1	I.I.R.C. CLASIFIC. AASHTO	
Nº 16	60	3.0	51.9	48.1	I.G. (0)	
Nº 20	35	1.8	53.7	46.3	OBSERVACIONES	
Nº 30	33	1.6	55.3	44.7	HUMEDAD NATURAL: 6.6%	
Nº 40	33	1.6	56.9	43.1	PESO ESPECIFICO: 2.50	
Nº 50	49	2.5	59.4	40.6	PROP. Y CARACT. FISICAS:	
Nº 80	124	6.2	65.6	34.4	PERMEABILIDAD: Mediana	
Nº 100	48	2.4	68.0	32.0	CAPILARIDAD : Mediana	
Nº 200	105	5.3	73.3	26.7	ELASTICIDAD : Baja	
< 200	533	26.7	100		SUB RASANTE : Regular	
TOTAL	1467					
SO INC.	2000					

Muestra proporcionada por el interesado.

TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



UNIVERSIDAD PERUANA

LOS ANDES

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

TECNICO LABORATORISTA
ROBERTO ORTEGA
TECNICO LABORATORISTA

TAMAÑO DEL GRADO EN m.m.



ING. JEFE LABORATORIO



COMPACTACION

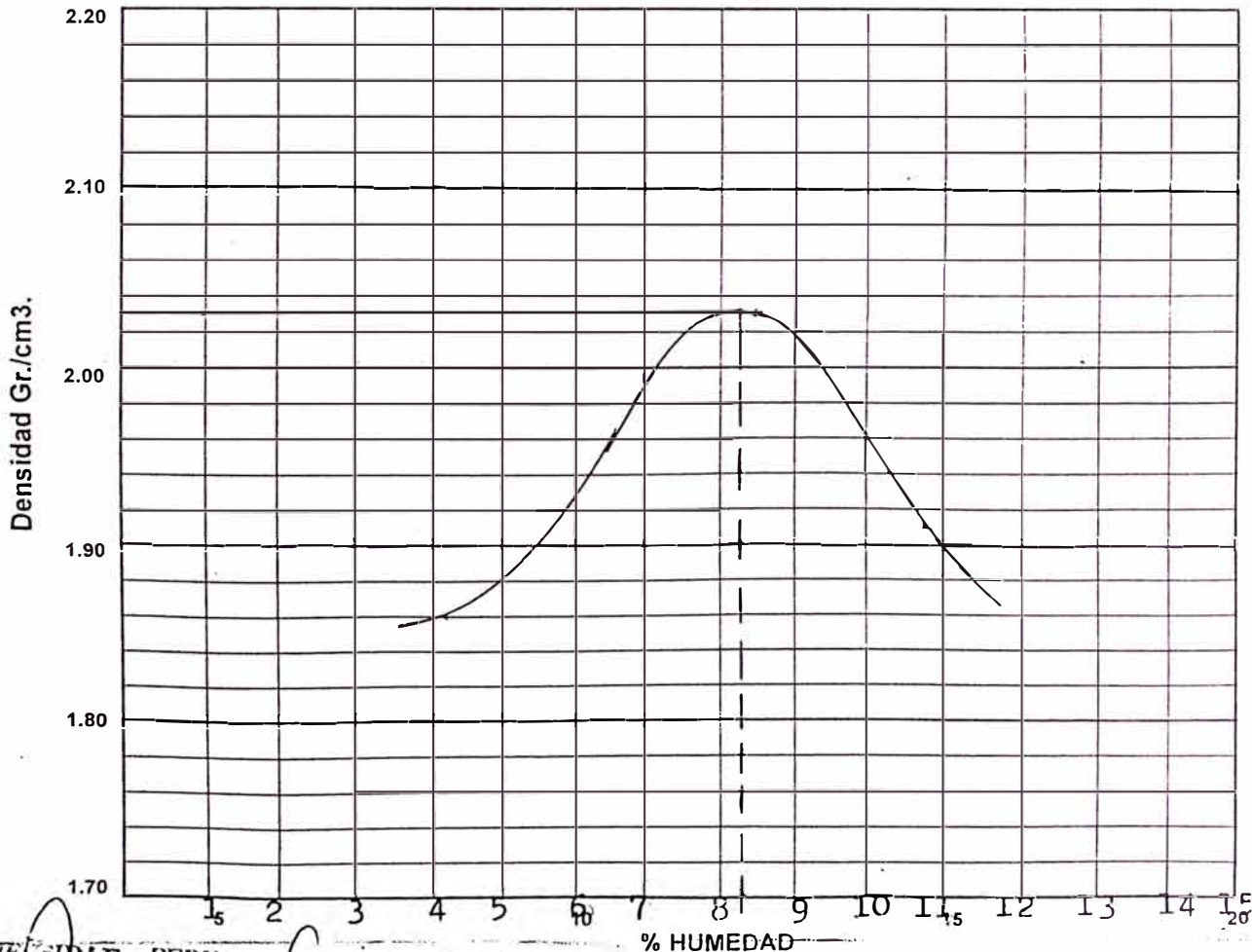
OBRA: IRRIGACION INTEGRACION TINTAYPUNCU MUESTRA Nº: 01
SECTOR: FECHA: HYO. DICIEMBRE DEL 2005

Molde Nº 01
Volumen molde : 2140
Peso molde : 2962

Nº de capas : 05
Nº de Golpes por Capa : 56
AASHTO: T-180 D

METODO DE COMPACTACION

Peso sue b húmedo + mo de	7114	7435	7670	7499
Peso molde	2962	2962	2962	2962
Peso suelo húmedo	4152	4473	4708	4537
Densidad del suelo húmedo	1.94	2.09	2.20	2.12
Cápsula Nº	14	8	10	25
Peso suelo húmedo + cápsula	128.2	134.3	139.6	136.2
Peso suelo seco + cápsula	124.0	127.5	130.6	125.4
Peso del agua	4.2	6.8	9.0	10.8
Peso de la cápsula	25.3	25.2	24.9	25.0
Peso suelo seco	98.7	102.3	105.7	100.4
% de humedad	4.2	6.6	8.5	10.8
Densidad del suelo seco	1.86	1.96	2.03	1.91



Densidad Máxima: 2.03 Gr/cm³

TECNICO LABORATORISTA
RICARDO ORE FLORES
TECNICO LABORATORISTA



FOTOS



VISTA PANORAMICA DE LA COMUNIDAD DE TINTAY PUNCU



PLAZA PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD

**VISTA
PANORAMICA DE
LA COMUNIDAD
DE COCHABAMBA
GRANDE**

**MEJOR
BENEFICIARIA
DEL PROYECTO**





PUNTO DE CAPTACION EN EL RIO INGA-HUAS
(VISTA A AGUAS ABAJO)



RIO PARAÍSO AGUAS ABAJO DEL PUNTO CAPTACION
(SE PUEDE APRECIAR EL CAUDAL EN EPOCA DE PRESCIPITACION)



**RIO PARAISO
BUSCANDO EL
MEJOR PUNTO
DE CAPTACION**



**LEVANTAMIENTO
CON BRUJULA Y
WINCHA EN ZONAS
DE ALTA VEGETACION**



ROCAS METAMORFICAS CARACTERÍSTICAS EN LOS EJES DE TRAZO DE AMBOS CANALES

(EN EL SE PUEDE APRECIAR LA ROCA DE MAYOR PRESENCIA EL CORRESPONDIENTE AL GRUPO EXCELSIOR
COMPUESTO DE ARENISCAS, LUTITAS SERICITO ESQUISTOSAS)



VISTA DEL TRAZO QUE VIENE DEL RIO INAGAHUASI Y PASA
POR EL PARAJE PACHASCCASA



VISTA EN EL TRAMO PROGRESIVA 15+ 310 HASTA 15+ 940 DONDE ES
NECESARIO REALIZAR MAYOR CORTE POR LO EMPINADO QUE ES EL
TALUD



UBICACIÓN PARA LA COSNTRUCCION DEL ESTRIBO DERECHO DEL PUENTE
JAMPATO



UBICACIÓN PARA LA CONSTRUCCION DEL ESTRIBO IZQUIERDO DEL
PUENTE JAMPATO



**PERSONAL DE APOYO EN TRABAJO DE CAMPO, EN EL LUGAR DE
CAPTACION DEL RIO INAGAHUASI**



VIVIENDAS TIPICAS DEL LUGAR (HOSPEDAJE)