

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA
ESCUELA DE ING. GEOLOGICA**



**“ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA
ESTABILIDAD DE LAS TORRES DE ALTA TENSIÓN ENTRE
LAS SUB-ESTACIONES HUALLANCA – QUITARACSA –
PROVINCIA DE HUAYLAS – DEPARTAMENTO DE ANCASH”**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO

Presentado por:

ARTURO SALLAGO CORONADO

Lima, 2010

“Con mucho cariño a mis adorados padres
Eduardo y Guillermina, quienes con su sacrificio
supieron educarme para la vida”

RESUMEN

El contenido del presente estudio tiene la finalidad de determinar las condiciones Geológicas y Geotécnicas de la línea de transmisión desde la Subestación Huallanca hasta la futura Subestación Quitaracsa, a fin de determinar e Identificar la presencia de procesos geológicos activos, procesos de geodinámica externa, que puedan afectar a las obras proyectadas para la cimentación de las estructuras de soporte de la línea de alta tensión eléctrica y subestaciones.

Para esto fue indispensable evaluar las características geológico-geotécnicas de superficie y del subsuelo a lo largo del trazo topográfico.

Desarrollándose investigaciones en campo, las que consistieron en la exploración del subsuelo con la excavación de calicatas, de las que se recolectó muestras representativas de suelos que fueron remitidas al laboratorio de mecánica de suelos para su respectivo análisis, necesarios para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes tipos de suelos/rocas que conforman la zona de estudio.

Obteniéndose resultados de análisis químicos de muestras representativas de suelos a fin de conocerse el contenido de agentes agresivos al concreto y acero; tales como pH, S.S.T., S04,

Cl⁻² y Conductividad Eléctrica (C.E.) que puedan afectar la cimentación de las estructuras de las obras proyectadas.

**“ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA ESTABILIDAD DE
LAS TORRES DE ALTA TENSIÓN ENTRE LAS SUB-ESTACIONES
HUALLANCA – QUITARACSA – PROVINCIA DE HUAYLAS –
DEPARTAMENTO DE ANCASH”**

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. ANTECEDENTES, OBJETIVO, ALCANCES Y GENERALIDADES	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Alcances	3
1.4. Generalidades	4
1.4.1 Ubicación y acceso	4
1.4.2 Base Topográfica	6
1.4.3 Base Geológica	6
1.4.4 Clima y vegetación	6
CAPÍTULO II	
2. MARCO GEOLOGICO	
2.1. Geomorfología	8
2.2. Estratigrafía Regional	10
2.2.1. Paleozoico	10
2.2.1.1. Grupo Ambo.....	10
2.2.1.2. Secuencia Volcánica Indiferenciada	10
2.2.1.3. Grupo Mitu	11
2.2.1.4. Grupo Pucará.....	11
2.2.2 Mesozoico.....	12
2.2.2.1 Formación Chicama.....	12

2.2.2.2	Formación Oyón.....	12
2.2.2.3	Grupo Goyllarisquizga	13
2.2.2.4	Formación Chimú.....	13
2.2.2.5	Formación Santa	14
2.2.2.6	Formación Carhuaz.....	14
2.2.2.7	Formación Farrat.....	14
2.2.2.8	Formación Pariahuanca	15
2.2.2.9	Formación Chulec.....	15
2.2.2.10	Formación Pariatambo	15
2.2.2.11	Formación Crisnejas	16
2.2.2.12	Formación Jumasha	16
2.2.2.13	Formación Celendín.....	16
2.2.3	Cenozoico.....	17
2.2.3.1	Formación Huaylas.....	17
2.2.3.2	Formación Chota	17
2.2.3.3	Grupo Calipuy.....	17
2.2.3.4	Formación Yungay.....	18
2.2.3.5	Depósitos Cuaternarios	18
2.2.4	Rocas Intrusivas.....	19
2.3	Geología Estructural.....	21
2.4	Interpretación Estructural	22
2.5	Sismicidad.....	23
2.6	Geodinámica Externa.....	26

CAPÍTULO III

3.	CONDICIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS DEL TRAZO, SUBESTACIONES Y VERTICES.....	27
3.1	Geotecnia del área del trazo.....	27
3.1.1	Generalidades	27

3.1.2	Investigaciones realizadas	27
3.1.2.1	Trabajos en Campo.....	27
3.1.2.2	Excavación de Calicatas	28
3.1.2.3	Muestreo de Suelos	28
3.1.2.4	Registro de Exploraciones.....	29
3.1.3	Ensayos de Laboratorio	29
3.1.4	Clasificación de Suelo	30
3.1.5	Descripción de las Unidades Geotécnicas.....	30
3.1.5.1	Unidad Geotécnica II	31
3.1.5.2	Unidad Geotécnica Roca	33
3.1.6	Tipos de suelos	36
3.1.6.1	Suelos Tipo II	36
3.1.6.2	Suelos Tipo IV (Rocas)	36
3.2	Condiciones Geológicas y Geotécnicas de las Áreas de Subestaciones.....	37
3.2.1	Sub.-estación Huallanca V-0A	37
3.2.2	Sub.-estación Quitaracsa	38
3.3	Condiciones Geológicas y Geotécnicas de los Vértices.....	39
3.4	Análisis químico de los suelos	44
3.5	Sismicidad	45
3.6	Capacidad de carga admisible	46
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
	CUADROS RESÚMENES.....	62
	BIBLIOGRAFIA.....	65
	ANEXOS	66
ANEXO 1:	REGISTRO DE EXCAVACIÓN	67
ANEXO 2:	ENSAYOS DE LABORATORIO	74
ANEXO 3:	FOTOGRAFIAS	95
ANEXO 4:	PLANOS	104

INTRODUCCION

El presente Informe forma parte de los estudios básicos de la Línea de Transmisión entre Subestaciones Huallanca - Quitaracsa, que se encuentra proyectado en el área de influencia de la provincia de Huaylas, en la región Ancash.

En este informe se presentan los resultados obtenidos de los estudios geológicos y geotécnicos de superficie y del subsuelo efectuados a lo largo del trazo de la línea en referencia.

Estas investigaciones Geológicas y Geotécnicas tiene por finalidad dar a conocer las características geológicas de la ruta de la Línea de Transmisión, evaluar los principales problemas de geodinámica externa, así como determinar las condiciones geotécnicas, mediante el conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos y rocas en los cuales se van apoyar las estructuras

Resultados indispensables para definir las condiciones de cimentación de las estructuras de soporte de la línea de alta tensión eléctrica.

CAPITULO I

1. ANTECEDENTES, OBJETIVOS, ALCANCES, Y GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La Empresa de Generación Eléctrica QUITARACSA S.A. tiene como objetivo construir la Central Hidroeléctrica Quitarcasa I y para dar inicio a la construcción de la misma, requiere implementar un sistema eléctrico que permita dotar de energía a los diferentes frentes de la obra durante la etapa de construcción.

Para poder implementar el suministro de energía para la etapa de construcción, se ha visto por conveniente considerar como punto de suministro la subestación de Huallanca, de propiedad de Duke Energy. En esta subestación se cuenta con una tensión disponible de 138 kV.

Para poder cumplir con lo anteriormente indicado, la Empresa de Generación Eléctrica QUITARACSA S.A. encargó a la empresa PEPSA la elaboración del “Estudio Definitivo de la Línea de Transmisión en 138 kV desde la S.E. Huallanca a la Nueva S.E. Quitarcasa, Línea de Alimentación al Proyecto Quitarcasa I”, que incluye la Salida en 138 kV de Subestación Huallanca (de Egenor: Duke Energy), el diseño de la Subestación de Quitarcasa (138/22,9 kV – 4 MVA) y la línea que prosigue hacia la zona de desarrollo de Quitarcasa I (Línea en 22,9 kV). En cumplimiento al contrato referido se elaboró el: “Estudio Geológico - Geotécnico para la Estabilidad de las Torres de Alta Tensión entre las Subestaciones Huallanca - Quitarcasa”, con el propósito de definir las

condiciones de cimentación de las estructuras de soporte de la línea de alta tensión eléctrica.

Para esto es indispensable evaluar las características geológico-geotécnicas de superficie y del subsuelo a lo largo del trazo topográfico.

1.2. Objetivos

Las investigaciones Geológicas y Geotécnicas tienen los objetivos siguientes:

- Identificación de la presencia de procesos geológicos activos, dándosele especial atención a los procesos de geodinámica externa, que puedan afectar a las obras proyectadas.
- Determinación de las condiciones geológicas de superficie de los lugares donde se cimentarán las estructuras de las líneas de transmisión y subestaciones.
- Realizar el Estudio Geotécnico de zonas donde se cimentarán las estructuras de las líneas de transmisión y subestaciones.

1.3. Alcances

Los alcances del presente proyecto están determinados por los siguientes puntos:

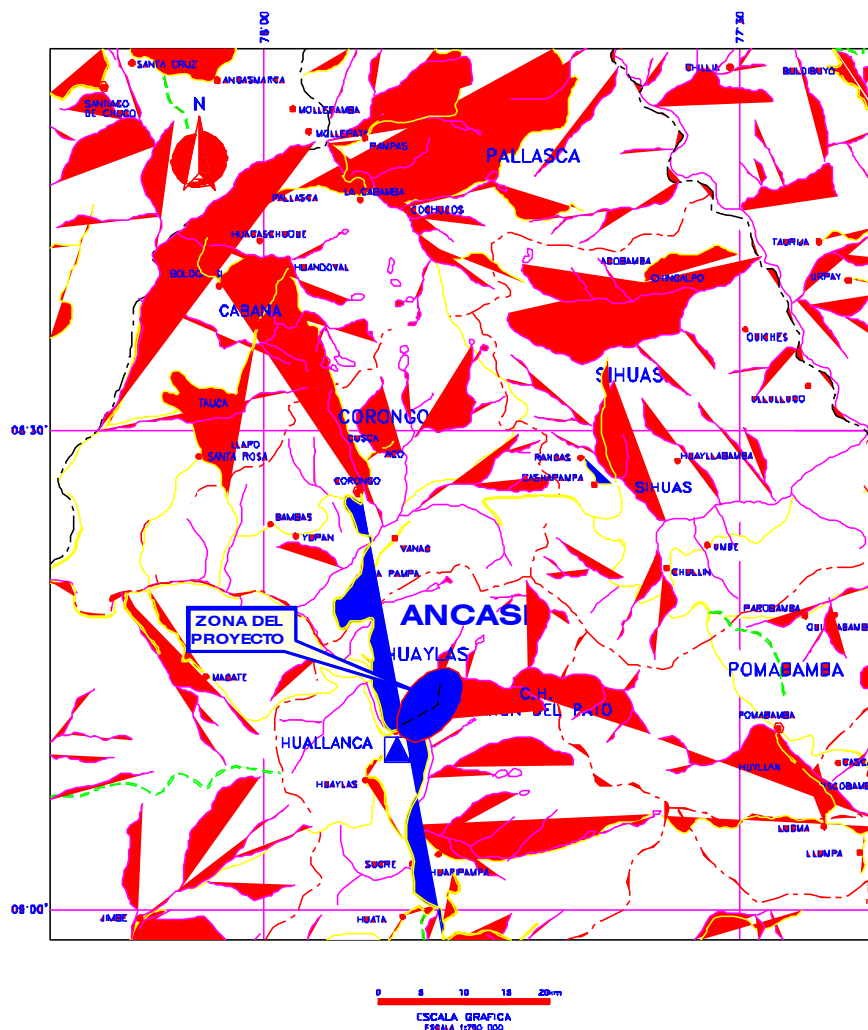
- Determinar y definir las características geológicas del área del Proyecto.
- Definir las unidades Geomorfológicas y Estratigráficas del suelo.
- Determinar los procesos estructurales en la zona.
- Localizar y delimitar los tramos afectados por procesos geodinámicos.
- Sismicidad de la zona de estudio.
- Indicar las recomendaciones que deben ser tomados en cuenta en el Estudio Geotécnico.

1.4. Generalidades

1.4.1. Ubicación y acceso

El proyecto se encuentra ubicado en el Departamento de Ancash, en la Provincia de Huaylas, en el Distrito de Huallanca, a una altura aproximada de 1,450 msnm (Zona de la subestación de Huallanca). Geográficamente el área del Proyecto se emplaza entre las coordenadas UTM PSAD-56:

9 024 500 y 9 030 500 Norte
185 000 y 191 000 Este



Desde la ciudad de Lima, el acceso a la zona de Huallanca es solamente por la vía terrestre y para ello existen dos rutas:

Ruta Lima – Huaraz – Caraz – Huallanca: Es la ruta más utilizada para llegar a la localidad de Huallanca, teniendo como partida la ciudad de Lima. El tramo Lima – Huaraz es de aproximadamente 400 Km., de los cuales los 206 Km. iniciales corresponden a la Carretera Panamericana Norte. Esta vía se encuentra en buen estado de conservación. El punto de derivación hacia la localidad de Huaraz es el Km. 206 de la Carretera Panamericana Norte y desde este punto hasta la localidad de Huaraz la carretera es asfaltada, pero en mal estado de conservación.

El punto más alto de esta vía corresponde a la denominada, zona de Conococha, la cual se encuentra aproximadamente a 4100 msnm. El tramo Huaraz Caraz de aproximadamente 70,0 Km. también es asfaltado y se encuentra en regular estado de conservación y finalmente, el tramo Caraz – Huallanca de 38 Km. cuenta con una parte de asfaltado y con otra parte de carretera afirmada (aproximadamente en una relación de 50/50).

El tiempo aproximado de viaje desde Lima hasta Huallanca es de 8 horas.

Ruta Lima – Chimbote – Chuquicara – Huallanca: Esta ruta es ligeramente más larga pero cuenta con la ventaja de no atravesar zonas altas. El tramo Lima – Chimbote (de aproximadamente 400,0 Km.) corresponde a la Carretera Panamericana Norte, es asfaltado y se encuentra en buen estado de conservación. El tramo Chimbote Huallanca es de aproximadamente 140,0 Km., siendo asfaltado el tramo Chimbote – Chuquicara y afirmado el tramo Chuquicara – Huallanca.

El tiempo aproximado de viaje por esta ruta es de 9 horas.

El área del Proyecto “Estudio Definitivo L.T. en 138 kV de S.E. Huallanca a S.E. Quitaracsa, Línea de Alimentación al Proyecto Quitaracsa I”, se ubica en el distrito de Huallanca, Provincia de Huaylas y Departamento de Ancash.

1.4.2. Base topográfica

Para el estudio de la zona se ha utilizado el mapa topográfico del IGN, a Escala 1:100 000, del Cuadrángulo de **Corongo (hoja 18-h)**.

1.4.3. Base Geológica

Se adquirió del INGEMMET, el Boletín N° 60, Serie A: Carta Geológica Nacional, que comprende: Geología de los Cuadrángulos de Pallasca (17-h), Tayabamba (17-i), **Corongo (18-h)**, Pomabamba (18-i), Carhuaz (19-h) y Huari (19-i) – 1995 - por J. Reyes L. & Garayar.

1.4.4 Clima y vegetación

La estación lluviosa es entre Octubre y Abril, aunque la mayor parte de las precipitaciones anuales caen entre Enero y Marzo. El origen de las lluvias son las corrientes del aire húmedo que viene del Atlántico, precipitando sus aguas en las partes altas de la Cordillera Occidental, sin llegar nunca a la zona costera.

En la zona de estudio a partir de los 2 000 msnm, existe una vegetación que se va haciendo cada vez más escasa con la altitud hasta los 4 800 m, a partir del cual ya no hay vegetación. Finalmente hay presencia de nieve a partir de 5 000 m de altitud. Desde los 4 000 m de altitud está presente el ichu y el achupalla, entre otras plantas propias del lugar. Ver fotografías 1 y 2.



Fotografía N°1.- Puya sp vegetación típica de lugares inaccesibles y rocosos, predomina desde los 3,000 m. a 3,800 m.s.n.m.



Fotografía N°2.- Vegetación típica de la Región Puna con pastos de ichu a una altitud de 3, 950 m.

CAPITULO II

2. MARCO GEOLÓGICO

Se ha determinado las condiciones geológicas de la zona de estudio y alrededores, según se consigna a continuación:

2.1. Geomorfología

El área de estudio presenta un relieve variado, que se extiende desde los 1,500 hasta los 4,400 m de altitud, correspondiente a las estribaciones de la Cordillera Occidental.

Se han reconocido tres Unidades Geomorfológicas, las cuales de las más antigua a la más joven son: Superficie Puna, Etapa Valle de erosión y Etapa cañón de erosión.

- **Superficie Puna**

Presenta una topografía suave y ondulada, y es reconocible en gran parte de la región, a pesar de haber sufrido una fuerte disección posterior. Esta superficie puna, por lo general se encuentra a una altitud de 4,200 - 4,400 m.s.n.m., aunque tiene variaciones locales. Los mejores ejemplos de la superficie Puna, están en la Cordillera Occidental.

En la Cordillera Oriental, es muy difícil reconocer la superficie Puna, debido a la fuerte erosión que ha sufrido. Sin embargo, sus cumbres relativamente anchas, y el hecho de que mayormente quedan entre 4,200 y 4,400 m. de altitud, indican que se trata de remanentes de la superficie Puna.

En la Cordillera Negra no se ha reconocido la superficie Puna. Tampoco se la ha reconocido en la Cordillera Blanca, cuyas cumbres quedan de 1,000 a 2,000 m., arriba de los remanentes de la superficie que bordean su flanco Nororiental. El hecho de que la cordillera consiste de rocas intrusivas resistentes a la erosión, da la impresión de que se trata de un relieve residual encima de la superficie Puna. Sin embargo, el contraste brusco en una distancia corta, indican que esta posibilidad no es factible. Más bien se trata de un levantamiento de la cordillera, después del desarrollo de la superficie Puna.

- **Etapas de Valle y cañón,** El río Santa y sus tributarios cortan ampliamente la denominada unidad geomorfológica conocida como Superficie Puna. Aunque los valles principales podrían haberse profundizado hasta cierto punto por factores tectónicos, ellos son producto de erosión.

En los valles de la zona de estudio claramente se reconoce, una parte alta ancha y abierta y una parte inferior encañonada, las cuales son denominadas respectivamente etapa valle y etapa cañón.

La etapa valle, está asociada con terrazas de erosión y terrazas de acumulación, como ejemplo de las primeras se tiene la plataforma, de aproximadamente, 2 900 m.s.n.m., ubicada en el flanco occidental del Cañón del Pato, en esta etapa la gradiente varía, aproximadamente, de entre 0,9% a 1,6%.

Las terrazas de acumulación (gravas y conglomerados), son relativamente abundantes entre el río Santa y la Cordillera Blanca al Norte de Yungay; se encuentran a 3,000 - 3,300 m.s.n.m.

La parte baja del Callejón de Huaylas esta localmente encañonada, siendo la expresión típica de la etapa cañón, la ubicada en el Cañón del Pato y el curso del río Santa, aguas abajo del Pueblo de Huallanca, donde la erosión ha borrado la mayor parte de la etapa valle.

La etapa cañón, presenta una pendiente que generalmente no baja de 3.5 a 4.0 %.

2.2. Estratigrafía Regional

2.2.1. Paleozoico

2.2.1.1 Grupo Ambo.

El Grupo Ambo está constituido por algunos cientos de metros de areniscas, lutitas y conglomerados, que afloran en varios sectores de la Cordillera Oriental, teniendo su mayor exposición en el cuadrángulo de Tayabamba. Suprayace en discordancia angular encima de las rocas metamórficas del Complejo y está cubierto por las secuencias del Grupo Mitu.

Lo caracterizan areniscas sub-grawackas gris verdosa, intercalada con arcillitas y conglomerados; las arcillitas son micáceas gris oscuras, aumentando el conglomerado hacia el tope del grupo.

La mayor parte del Grupo consiste en secuencias continentales con restos vegetales. Existe un horizonte marino bien marcado de arcillitas micáceas negras y gris azuladas en la base de la secuencia.

2.2.1.2. Secuencia Volcánica Indiferenciada

Su distribución se encuentra al Norte del cuadrángulo de Tayabamba, donde afloran rocas volcánicas de composición

riolítica a dacítica, en capas gruesas de piroclásticos con una morfología abrupta.

Wilson y Reyes describieron a esta secuencia, como la Fm. Lavasen del Cenozoico inferior a medio, yacente sobre el Precambriano o el Batolito de Pataz;

La secuencia volcánica infrayace a las areniscas rojas del Grupo Mitu, cerca a la laguna Chucara y los Cerros Apomachay, lo cual significaría un volcanismo pre-Mitu.

2.2.1.3. Grupo Mitu

Esta secuencia consiste de un conjunto de areniscas, conglomerados y volcánicos de coloración rojiza a morada.

Este Grupo, sobreyace con discordancia al Gpo. Ambo.

Las litologías predominantes del Gpo. Mitu, son areniscas rojas oscuras, conglomerados rojizos y verdosos, así como volcánicos morados claros. Los clásticos son más comunes en la parte baja de la secuencia, mientras los volcánicos se encuentran mayormente en la parte superior.

Asimismo las facies volcánicas del Gpo. Mitu, consisten de derrames andesíticos de coloración morado claro, con estructuras de flujo que le dan una morfología laminada.

2.2.1.4. Grupo Pucará

El Grupo Pucará, está compuesto de calizas y niveles de chert que afloran en el sector oriental de la región. Suprayace en discordancia angular o erosional a las unidades ya descritas.

El Grupo Pucará se divide en tres unidades diferenciables:

Una unidad inferior compuesta, litológicamente, por areniscas calcáreas, con espesores de hasta 10 a 40 m., derivadas de las formaciones infrayacentes (generalmente el Gpo. Mitu)

Una caliza de unos 250 m. aprox., en bancos potentes que en algunos lugares carecen de estratificación y se caracteriza por su contenido de nódulos irregulares de Chert.

Una unidad superior consiste en capas delgadas de caliza oscura y fétida, con intercalaciones de lutita negra que incluyen nódulos bituminosos.

2.2.2. Mesozoico

2.2.2.1. Formación Chicama

La Fm. Chicama, consiste en grosores considerables de lutitas y areniscas finas, que afloran en gran parte de las áreas estudiadas (Pallasca, Pomabamba, Corongo y Huari). No hay afloramiento de la base, pero se supone discordante sobre el Gpo. Pucará y formaciones más antiguas. Infrayace en discordancia paralela a la Fm. Óyón.

Las lutitas de la Fm. Chicama, que se intercalan con las areniscas, son piritosas y con nódulos ferruginosos, siendo más arenosas en el sector oriental.

2.2.2.2. Formación Oyón

Consiste de areniscas gris a gris oscuras, Carbonosas, de grano fino a medio, intercaladas con limoarcilitas y limolitas gris oscuras. En su parte inferior presenta estratificación delgada, con laminación fina, ondulada y paralela. En su parte media, niveles limoarcilíticos con capas de areniscas y limolitas. En su parte superior, predominan las areniscas y limolitas Carbonosas, con intercalaciones de limoarcilitas Carbonosas, en las cuales existen algunos niveles de carbón. La estratificación de las areniscas es lenticular y tabular.

La Fm. Oyón, sobreyace concordantemente a la Fm. Chicama y su límite inferior está definido por una transición gradacional, pasando de limoarcilitas a areniscas.

El contacto superior, es concordante y definido por la aparición de areniscas cuarzosas, en estratos gruesos que caracterizan la Fm. Chimú.

2.2.2.3. Grupo Goyllarisquizga

El Gpo. Goyllarisquizga, consiste en 50 - 350 m. de areniscas conglomerádicas, intercaladas con lutitas, que sobreyacen a todas las unidades anteriores en discordancia angular. La superficie de erosión debajo de este Gpo., tiene cierto relieve apreciable, donde las areniscas cretáceas entierran una topografía ondulada desarrollada en el Gpo. Pucará. Asimismo, en la Hda. Huascarbamba (Pomabamba), donde las calizas están como bloques y mostrando las características de una topografía antigua, desenterrada por erosión del Gpo. Goyllarisquizga. El contacto superior con la Fm. Crisnejas, es de tipo erosional.

2.2.2.4. Formación Chimú

Conformada por centenares de metros de cuarcitas, areniscas y arcilitas, con mantos de carbón (antracita), sobreyaciendo a la Formación Oyón é infrayaciendo a la Fm. Santa, con ligera discordancia.

El grosor variable, es de 150-400 m. y esencialmente, comprende dos miembros: el inferior, consiste en areniscas y cuarcitas con intercalaciones de arcilitas, con presencia de mantos de carbón; el miembro superior, está compuesto de capas macizas de cuarcitas blancas-grisáceas, con escasas capas de arcillitas.

2.2.2.5. Formación Santa

Consiste de calizas y arcillitas calcáreas que sobreyacen a la Fm. Chimú é infrayacen a la Fm. Carhuaz; ambos contactos con discordancia paralela. En las hojas, ésta formación ha sido cartografiada junto a la Fm. Carhuaz, como Santa-Carhuaz dado su grosor restringido y, en muchos casos, con litologías similares. Sin embargo, la Fm. Santa ha sido cartografiada en el Callejón de Huaylas, donde alcanza un grosor mayor, extendiéndose al SE, pero con un grosor restringido (Wilson, 1963).

2.2.2.6. Formación Carhuaz

Consiste de areniscas y arcillitas en discordancia sobre la Fm. Santa; infrayace a la Fm. Farrat, o en los extremos suroccidentales en discordancia bajo las calizas de la Fm. Pariahuanca.

La litología general de la Fm. Carhuaz, consiste de areniscas y cuarcitas finas marrones, en capas delgadas, con abundantes intercalaciones de arcillitas. En algunas áreas, se encuentran intercalaciones de conglomerados en la parte superior de la formación. Las intercalaciones de caliza y yeso, son comunes cerca a la base de la formación (SE del área).

La Fm. Carhuaz alcanza su máximo desarrollo, en el Callejón de Huaylas, con un grosor aproximado de 1,500 m.

2.2.2.7. Formación Farrat

La Fm. Farrat está constituida por cuarcitas finas en capas delgadas a medianas, con intercalaciones de arcillitas rojas. Sobreyace a la Fm. Carhuaz con discordancia y subyace a la Fm. Pariahuanca con igual relación.

Alcanza grosores entre 150-200 m. en el sector septentrional de la región, disminuyendo al Sur y Oeste. Esta formación continúa hasta la parte central del país, con grosores de 30-50 m. (Wilson, 1963).

2.2.2.8. Formación Pariahuanca

Consiste en calizas macizas de unos 100 m. de grosor, con sección típica ubicada cerca al pueblo del mismo nombre, en el cuadrángulo de Carhuaz.

Suprayace a la Fm. Farrat y subyace a las margas de la Fm. Chulec. Hacia el Norte del Callejón de Huaylas, cambia de facies a secuencias clásticas.

Esta formación, también cambia al Este con aumento de arcillitas y margas, de tal manera que la unidad cambia lateralmente a la Fm. Chulec.

En esta formación se encuentra entre las formaciones Farrat y Chulec, en el callejón de Huaylas.

2.2.2.9. Formación Chulec

Caracterizan a la Fm. Chulec, capas medianas a delgadas de calizas, margas y arcillitas calcáreas, con una gran abundancia de fauna fósil. El grosor varía entre 100-250 m. en el sector Oriental, pero generalmente no pasa los 50 m. en el valle del Santa.

2.2.2.10 Formación Pariatambo

Está constituido de margas y arcillitas negras, con intercalaciones de calizas. Se encuentra entre las formaciones Chulec y la formación Jumasha

Esta formación aflora en la Cordillera Oriental, su litología consta a lo largo de todo su afloramiento de margas, arcillas y calizas con algunos derrames volcánicos.

2.2.2.11 Formación Crisnejas

Consiste de una secuencia de calizas y margas amarillentas aflorantes en el sector del valle del Marañón. Esta formación resulta de la unión hacia el Este de las zonas más periféricas de las formaciones Chulec y Pariatambo.

Suprayace en discordancia al Gpo. Goyllarisquizga é infrayace a la Fm. Jumasha en contacto discordante.

Su grosor varía entre 150-300 m.

2.2.2.12 Formación Jumasha

Está constituido por calizas en estratos medianos, que afloran en el sector oriental de la región.

Sus afloramientos son fácilmente reconocibles por su tono gris claro de meteorización y el marcado efecto topográfico que ejercen.

Constituido por calizas y algunas dolomitas grises amarillentas de grano fino a mediano.

2.2.2.13 Formación Celendín

Esta formación consiste en margas, arcillitas calcáreas y calizas.

Suprayace concordantemente a la Fm. Jumasha é infrayace en contacto gradacional a la Fm. Chota.

La Fm. Celendín hacia el Este, presenta un adelgazamiento en Pomabamba; cerca a la Hda. Santa Clara presenta un grosor máximo de 500 m. (Benavides, 1956), en contraste con los afloramientos de la Cordillera Oriental, en que sólo alcanza un grosor de 20-100 m.

2.2.3. CENOZOICO

2.2.3.1 Formación Huaylas

Consiste de conglomerados grises y areniscas y limolitas rojas a verdosas que afloran cerca a las crestas de la Cordillera Negra, en el pueblo de Huaylas. Suprayace en discordancia angular a la Fm. Carhuaz y a las calizas de la Fm. Pariatambo é infrayace al Gpo. Calipuy, con discordancia angular bien marcada. Esta formación, alcanza un grosor máximo de 350 m.

2.2.3.2 Formación Chota

La Fm. Chota, alcanza un notable desarrollo en el sector Oriental de la región, donde consiste en algunos centenares de metros de areniscas, arcillitas y conglomerados rojos. El tope ha sido erosionado, mientras que las partes basales afloran en varios lugares; al SE de Tayabamba, sobreyace a unidades tan antiguas como el Complejo del Marañón.

La parte basal de esta formación corresponde al Campaniano. Mientras que no hay datos sobre el límite superior de la Formación, pero se podría sugerir un rango Cretáceo superior-Paleoceno inferior.

2.2.3.3 Grupo Calipuy

Cossío (1964), le dio el nombre de Volcánico Calipuy; posteriormente Wilson, lo elevó al rango de Grupo. Esta unidad suprayace a secuencias cretáceas en discordancia angular, estando su tope generalmente erosionado. Su grosor se estima en más de 2,000 m.

Litológicamente está caracterizado mayormente por tobas, piroclásticos gruesos, aglomerados, lavas, cuerpos intrusivos

subvolcánicos. Su composición varía de andesítica-dacítica a riolítica.

En el Grupo Caplipuy se han diferenciado dos unidades:

Calipuy inferior: Consiste en rocas piroclásticas gris verdosas, púrpuras a marrón rojizo, bien estratificado y con niveles de limoarcilitas grises.

Calipuy superior: Son capas gruesas, resistentes, que corresponden a aglomerados, brechas de colores verde grisáceo, marrón-rojizo y algunas lavas porfiríticas.

2.2.3.4 Formación Yungay

Consiste en una secuencia de rocas piroclásticas encontradas en algunos sectores del valle del río Santa (Yungay).

La litología predominante, son tobas blancas, friables, pobremente estratificadas, compuestas de abundantes cristales de cuarzo y biotita en una matriz feldespática, así como ignimbritas dacíticas con disyunción columnar.

Suprayace a secuencias cretáceas, intrusivos plutónicos y al Gpo. Calipuy.

Su grosor se estima en aproximadamente 150 m.

2.2.3.5 Depósitos Cuaternarios

Sobreyaciendo a todas las unidades descritas, se encuentran depósitos cuaternarios, siendo los más importantes los depósitos aluviales, depósitos coluviales, así como eluviales.

Depósitos aluviales (Qh-a)

Son el producto de la meteorización de los afloramientos rocosos y de la erosión, trasladados por torrentes de los ríos, habiéndose depositado principalmente en el cauce y su parte anegadiza.

Están conformados de material heterométricos (bolonerías, gravas, arenas y algo de limos), de formas sub-redondeadas a redondeadas.

Depósitos coluviales (Qh-co)

Son productos de la meteorización (principalmente física) los cuales son arrastrados pendiente abajo por acción de la gravedad, se acumulan principalmente en la base de laderas, dando lugar a los conos de talud en su parte inferior.

Los fragmentos rocosos se acumulan en forma heterogénea. En la zona de estudio, se han ubicado depósitos coluviales en forma localizada y se hallan a lo largo de los flancos del río Quitaracsa, consisten de fragmentos rocosos heterométricos, angulosos a sub-angulosos acumulados al pie del talud, a veces mezclado con limos arenosos, principalmente.

Depósitos eluviales (Qh-e)

Constituyen los materiales detríticos producto de la meteorización física y química de las rocas de diferente composición litológica que se acumulan in situ, sin un notorio desplazamiento o transporte. Su constitución es una mezcla de arenas limo-arcillosos, con variables porcentajes de fragmentos rocosos, son de baja a ligera plasticidad, generalmente yacen secos con una coloración marrón claro.

2.2.4. ROCAS INTRUSIVAS (N-gd/to)

Es un complejo plutónico conocido como Batolito de la Cordillera Blanca, aflora ampliamente dentro del área de estudio y se ubica en la parte central de la cordillera occidental.

Columna Litoestratigráfica del Area de Estudio

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	GROSOR (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION LITOLOGICA		
C E N O Z O I C O	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. Aluvial, Coluvial					
	NEOGENO	PLIOCENO	Fm. Yungay	150		Tufos blancos friables pobremente estratificados ignimbritas		
		EOCENO	Gpo. Calypuy	2000		Tobas, aglomerados, piroclastos, eventos lavicos andesiticos		
	PALEOCENO	PALEOCENO	Fm. Chota			Areniscas arcillitas y conglomerados rojos		
Fm. Huaylas					Conglomerados y areniscas grises lodolíticas gris verdosas a rojizas			
M E S O Z O I C O	CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Celendin	500		Calizas, margas estratificadas con limoarcillitas		
			Fm. Jumasha	800		Calizas en estratos medianos y conglomerados intraformacionales		
			Fm. Crisnejas	150		Calizas y Margas amarillentas		
			Fm. Pariatambo	100		Arcillitas oscuras intercaladas con calizas algunos derrames volcánicos		
		INTERIOR	Fm. Chulec	50		Calizas en grosores medios, margas cremas, abundante fauna fosil		
			Fm. Pariahuanca	100		Calizas macizas, estratos medianos		
			Gpo. Goyllarisquisga	350		Areniscas claras, limoarcillitas, limolitas gris claras, conglomerados		
			Gpo. Chicama	800		Lutitas y areniscas oscuras estratos medianos, areniscas limoarcillitas piriticas		
		P A L E O Z O I C O	TRIASICO	SUPERIOR	Gpo. Pucara	300		Calizas masivas con chert en la base tabulares en su parte media y medianos a gruesas en la parte superior
			PERMICO	SUPERIOR	Gpo. Mitu	300		Areniscas, conglomerados y derrames volcánicos coloración rojiza
CARBONIFERO	INFERIOR		Gpo. Ambo	1000		Areniscas lutitas conglomerados, sub-grauwackas gris verdosas Arcillitas micaceas blancas		
NEOPROTEROZOICO			Complejo Marañon			Esquistos y Fillitas micaceas cloritosas.		

La litología predominante, es granodiorita/tonalita de grano grueso, con desarrollo de foliación en algunos sectores. En ciertas áreas, este intrusivo pasa gradualmente a una anfibolita producida por la contaminación del magma con el material derivado de la Formación Chicama.

Los contactos intrusivos están asociados con fenómenos metamórficos. En general se encuentra metamorfismo intenso solamente en la zona inmediata al contacto, disminuyendo afuera del intrusivo. Esto se manifiesta cuando hallamos a la formación Chicama endurecida por varios kilómetros desde el contacto con el intrusivo.

También es común encontrar mica-esquistos muy cerca al contacto. Los afloramientos más accesibles de estos esquistos se encuentran en el área donde la carretera del cañón del pato cruza el batolito.

Los principales sistemas de diaclasas dentro del batolito, siguen rumbo NO-SE y otro de rumbo aproximado NE-SO, ambos sistemas son verticales. Además, hay un tercer juego de diaclasas sub-horizontales. Muchas de las diaclasas muestran evidencias de movimiento o asociación con estrías de fallamiento.

2.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Dentro del área de estudio, las estructuras principales son las fracturas y los plegamientos que tienen una orientación preferencial NO-SE, en algunos casos con inflexiones que no varían su rumbo general.

En la región, Wilson y Reyes (1967), han definido tres unidades tectónicas o estructurales, pero en la zona de estudio está presente la “Unidad de pliegues y sobre-escurrimientos”.

Unidad de pliegues y sobre-escurrimientos

Se caracteriza por la presencia de pliegues largos y estrechos asociados con grandes sobre-escurrimientos, estos pliegues varían de forma y tamaño según la naturaleza de las rocas pre-existentes en las que se han desarrollado, con longitudes de hasta 100 km de largo y de 3 a 4 km de ancho; las fallas buzan de 30° -70° SO en superficie. Estos sobreescurrimientos están típicamente asociados con anticlinorios grandes desarrollados en las facies de cuenca. El núcleo de los anticlinorios, consiste de estratos contorsionados de la Fm. Chicama, pasando hacia el SO a un sinclinal en sedimentos cretáceos.

En cuanto a la edad de los sobreescurrimientos, se puede anotar que la deformación ocurrió en parte, antes del metamorfismo de contacto producido por el Batolito de la Cordillera Blanca y sus apófisis. Sin embargo hay sitios donde la falla inversa corta a pequeños intrusivos monzoníticos que serían contemporáneos o más jóvenes que dicho Batolito.

2.4 INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL

La región contiene evidencias de por lo menos cuatro etapas de deformación en el Cretáceo superior y Cenozoico, cada una distinta a las otras en cuanto a tipo y extensión de los movimientos. La primera etapa produjo el levantamiento de la faja andina, dando lugar a la depositación de clásticos continentales.

La segunda etapa de la orogenia andina, produjo el desarrollo de la unidad de pliegues y sobreescurrimientos y la unidad imbricada. La

deformación fue posterior a la depositación y anterior a los volcánicos, por lo tanto ocurrió a comienzos del Cenozoico.

La tercera etapa, se caracterizó por grandes movimientos verticales de bloques del basamento, principalmente en la Cordillera Central. Ocurrió antes del desarrollo de la Superficie Puna.

La cuarta etapa, consiste en el levantamiento general de la faja andina durante el Plio-Pleistoceno, levantándose algunas fajas más que el promedio regional, un ejemplo de ello es la Cordillera Blanca. En cuanto a la interpretación estructural de las cuatro fases de deformación, Wilson y Reyes (1967), manifiestan que la primera etapa consistió principalmente en movimientos epirogenéticos, mientras que la segunda y tercera se caracterizaron por desplazamientos horizontales y verticales, respectivamente. El levantamiento del Píio-Cuaternario, se produjo mayormente por movimientos epirogenéticos.

2.5 SISMICIDAD

De acuerdo al **Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificación E-30; Diseño Sismorresistente - M.V.C. y S.** - (O2 de Abril 2003), la zona de estudios se encuentra enmarcado en la “**Zona 3, de Sismicidad Alta**”, donde se espera la ocurrencia de sismos con intensidades entre VIII y XI de Mercalli Modificada (MM), de acuerdo a Deza y Carbonell; sin embargo, los principales sismos ocurridos en el Perú y que han tenido incidencia en el área de estudio, no han superado la intensidad de XI MM con focos a profundidades mayores a 33 Km.

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los

movimientos sísmicos y la atenuación de éstas con la distancia epicentral, así como en información neotectónica.

Para el diseño de las obras, se debe considerar de acuerdo al Reglamento aludido, una aceleración de **0,40 g**.

Parámetros del suelo			
Tipo	Descripción	Tp (s)	S
S ₂	Suelos intermedios	0,6	1,2

MAPA DE ZONIFICACION SISMICA DEL PERU



2.6 GEODINÁMICA EXTERNA

Durante la evaluación de los trazos de línea del Proyecto de Electrificación Quitarcasa, corresponde 7, 300. 76 Km. de L.T. en 22,9 kV, desde la zona de Chapiringo (Río Quitarcasa) a Nueva S.E. Quitarcasa, no se han detectado problemas de hundimientos, levantamientos, huaycos, deslizamientos y otros, que pongan en peligro la cimentación de las estructuras.

Con respecto a la L.T. en 22,9 kV desde la Nueva S.E. Quitarcasa hasta la toma, con una longitud de 1,275. 47 Km., es posible la ocurrencia de caídas de rocas de tamaños heterométricos de sus partes altas, así como la ocurrencia de pequeños huaycos en los talweg (Línea de máxima profundidad en el perfil longitudinal de un río) existentes.

Finalmente la L.T. en 138 kV, desde la S.E. Huallanca a la Nueva S-E. Quitarcasa, tendrá una longitud de 0,215. 83 km, no se verá afectado por problemas conocidas como de geodinámica externa.

CAPITULO III

3. CONDICIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS DEL TRAZO, SUBESTACIONES Y VERTICES

3.1. Geotecnia del Área del Trazo

3.1.1. Generalidades

Las condiciones geológicas - geotécnicas de las áreas de las Subestaciones y vértices se describen en base a las condiciones encontradas durante las exploraciones, resultados de los análisis geotécnicos, pruebas de campo y complementados con la experiencia existente en este tipo de trabajos.

Para facilitar la información de los parámetros de diseño, se han resumido las unidades geológicas – geotécnicas presentes en la zona de estudio en tipos de suelo, según se indica en el Cuadro N° 5.

3.1.2. Investigaciones realizadas

3.1.2.1. Trabajos en Campo

Las investigaciones en campo, consistieron en la exploración del subsuelo con la excavación de 06 calicatas, que son pozos a cielo abierto, obteniéndose muestras representativas de acuerdo a Norma Técnica ASTM-D-420, necesarias para determinarse las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes tipos de suelos/rocas que conforman la zona, donde se han proyectado la

cimentación de obras civiles, proporcionándose la capacidad de carga admisible y niveles de asentamientos.

Se ha puesto énfasis en la existencia de problemas de geodinámica externa, describiéndose su geomorfología, litología, geología estructural y también la sismicidad de la zona de estudio y alrededores.

3.1.2.2. Excavación de Calicatas

Se excavaron un total de 06 calicatas, a cielo abierto, con un total de 17,80 ml las que se muestran en el cuadro N° 1

CUADRO N° 1

Calicata N°	Ubicación	Profundidad (m.)	Altitud (m.s.n.m.)
CLT-Q-01	Vértice V-9B	3,00	2,657
CLT-Q-02	Vértice V-7B	3,00	3,862
CLT-Q-03	Vértice V-5B	3,00	3,398
CLT-Q-04	Vértice V-3B	3,00	1,980
CLT-01-Q	Vértice V-0A	3,00	---
CSE-Q-01	Vértice V-1A Nueva S.E.	2,80	---

3.1.2.3. Muestreo de Suelos

De estas 06 calicatas se obtuvieron muestras disturbadas de suelos representativos, las que fueron tomadas a diferentes profundidades, para los análisis física y mecánica y los análisis químicos correspondientes, a fin de determinarse la presencia de agentes agresivos al concreto y/o acero a utilizarse en las obras civiles proyectadas.

Así mismo, se realizó la evaluación geológica de superficie y las investigaciones geotécnicas de las líneas de transmisión aludidas y subestaciones asociadas, que comprende el proyecto.

3.1.2.4. Registro de Exploraciones

Paralelamente al muestreo se realizó el registro estratigráfico en cada una de las excavaciones, anotándose las principales características de los suelos: espesor de los estratos, plasticidad, consistencia, presencia de fragmentos rocosos (tamaños máximos y mínimos), presencia de sales, presencia o no de agua, color, etc, lo que muestra en el anexo 1.

En lo que respecta a rocas: tipo de cobertura, espesor, fracturamiento, profundidad de alteración, relleno de las fracturas y otros; también se tomó fotografías de las calicatas excavadas.

3.1.3. Ensayos de Laboratorio

Las muestras han sido remitidas y ensayadas en los Laboratorios de E y P de Ingeniería S.R.L. en la especialidad de Mecánica de Suelos, los que se muestran en el anexo 2.

- Análisis granulométrico por tamizado, ASTM-D-422.
- Clasificación de Suelos SUCS, ASTM-D-2487.
- Límite líquido, ASTM-D-4318.
- Límite plástico, ASTM-D-4318
- Peso volumétrico de la grava, ASTM-D-127
- Peso Específico de Sólidos, ASTM-D-854
- Contenido de humedad, ASTM-D-2216.
- Densidad Natural de Campo, ASTM-D-1556.
- Corte directo, ASTM-D-3080.

Para Análisis Químicos, las muestras representativas también se enviaron al Laboratorio de Mecánica de Suelos de E y P de Ingeniería S.R.L. a fin de conocerse el contenido de agentes agresivos al concreto y acero; tales como:

- pH (ASTM-D-1293),
- S04 (ASTM-D-516),
- Conductividad Eléctrica (C.E.)
- S.S.T. (ASTM-D-1889),
- Cl₂ (ASTM-D- 512) y

3.1.4. Clasificación de Suelos

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en el siguiente cuadro N° 2:

CUADRO N° 2 DE CLASIFICACIONES

Calicata N°	Ubicación	Retenido malla N° 4	% que pasa malla N° 200	L.L.	L.P.	Clasif. SUCS
CLT-Q-01	Vértice V-9B	69,72	11,42	17,90		SP-SM
CLT-Q-02	Vértice V-7B	95,74	10,23	28,57		SP-SM
CLT-Q-03	Vértice V-5B	68,70	13,21	25,43	17,13	SC
CLT-Q-04	Vértice V-3B	58,60	18,58	19,40	15,98	GM
CLT-01-Q	Vértice V-0A	76,97	27,69	16,01	13,19	SM
CSE-Q-01	Nueva S.E.	84,63	24,42	14,98	12,05	SM

3.1.5. Descripción de las Unidades Geotécnicas

En base a los trabajos de exploración de campo mediante excavaciones (a cielo abierto) CLT-Q-01 (Vértice V-9B), CLT-Q-02 (Vértice V-7B), CLT-Q-03 (Vértice V-5B), CLT-Q-04, (Vértice V-3B), CLT-01-Q (Vértice V-0A) y CSE-Q-01 (Vértice V-1A, Nueva subestación Quitaracsa) y de acuerdo a los resultados de laboratorio de Mecánica de Suelos reportados por **E y P de**

Ingeniería S. R. L., se ha determinado las Unidades Geotécnicas siguientes:

3.1.5.1. Unidad Geotécnica II

Está constituida por suelos predominantemente de granulometría media, conformada por arenas mal graduadas, arenas limosas, arenas arcillosas y/o mezclas heterogéneas de las anteriores.

En Línea de Transmisión de 7,3 Km, en las calicatas: CLT-Q-01; CLT-Q-02; CLT-Q-03 y CLT-Q-04, el contenido de humedad varía de 17,90 a 28,57 % que indica que los suelos presentan de poco a mediana humedad; los suelos de las calicatas CLT-Q-01 y CLT-Q-02 no tienen índice plasticidad ni límite plástico; mientras que los suelos de las calicatas CLT-Q-03 y CLT-Q-04 tienen un índice plástico de $IP = 3,24$ a $8,30$ % y un límite plástico variable entre 15,98 a 17,13%.

Según la clasificación SUCS, esta Unidad Geotécnica II están constituidas por arenas mal graduadas, arenas limosas, arenas arcillosas y/o mezclas heterogéneas de las anteriores (SP-SM; SC y GM, respectivamente), son de mediana compacidad. Siendo el peso específico de los sólidos del suelo de las calicatas CLT-Q-01; CLT-Q-02; CLT-Q-03 y CLT-Q-04, variables entre 2,623 y 2,778. El peso volumétrico de la grava varía de 2,548 a 2,587. La densidad natural del material que pasa el tamiz # 4, varía de 1.677 a 1.872 gr/cm³.

Se ejecutó la prueba especial de Corte Directo para determinarse las propiedades geotécnicas del suelo de fundación en las calicatas CLT-Q-01; CLT-Q-03 y CLT-Q-04, en los cuales se determinaron una cohesión variable de $C = 0,0$ a $C = 0,11$

Kg/cm² y siendo su ángulo de fricción interna variable de $\phi = 27, 71^\circ$ a $\phi = 32, 76^\circ$.

El Ensayo de Corte Directo es desarrollado para determinar la resistencia al corte de un suelo sometido previamente a un proceso de consolidación, cuando se le aplica un esfuerzo.

No se encontró el nivel freático en las calicatas excavadas.

Las propiedades de este tipo de suelos son indicativos de una capacidad media de carga admisible- Ver cuadro resumen (Cuadro N° 3 y 4).

En S.E. Nueva Quitaracasa y Vértice V-0A, se excavaron las calicatas: CLT01-Q (vértice V-0A) y CSE-Q-01 (Vértice 1A, Nueva S..E. Quitaracsa), el contenido de humedad varía de 1, 84 a 1, 94 % que indica que los suelos contienen poca humedad; los límites líquidos varían de 14, 98 a 16, 01%, su límite plástico de 12, 05 y 13, 19%, sus índices de plasticidad varían de 2, 82 y 2, 93%; carecen de límite de contracción.

Según la clasificación SUCS, están constituidas por arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas (SM), son de mediana a alta compacidad. El peso específico de sólidos del suelo varía entre 2, 583 y 2, 624. El peso volumétrico de la grava varía de 2, 589 a 2, 595. La densidad natural del material que pasa el tamiz # 4, varía de 1, 782 y 1, 887 gr/cm³.

Se ejecutó la prueba especial de Corte Directo para determinarse las propiedades geotécnicas del suelo de fundación en las calicatas CSE-Q-01 y CLT-01-Q, en los cuales se determinaron una cohesión variable de $C = 0, 05$ y $C = 0, 06$ Kg/cm² y siendo su ángulo de fricción interna variable de $\phi = 31,29^\circ$ y $\phi = 33,21^\circ$.

No se encontró el nivel freático en las calicatas excavadas.

Las propiedades de este tipo de suelos son indicativos de una alta capacidad de carga admisible.

3.1.5.2. Unidad Geotécnica Roca

Las formaciones rocosas pre-existentes, se han agrupado en dos unidades geotécnicas, en función a sus características geotécnicas, como son la alteración (meteorización), resistencia a la compresión simple y el grado de fracturamiento, las que están constituidas por intrusivos de granodioritas/tonalitas, de grano grueso, con sectores metamórficos.

Esta diferenciación es de carácter estimativa y cualitativa, habiéndose utilizado tablas elaboradas para este fin.

Unidad Geotécnica Roca Sana

Está constituida por grupos y formaciones rocosas de alteración ligera (A2), resistente ($R_2 = 100-200$ Mpa) y poco fracturado ($F_2 = 2$ a 5 fracturas por metro lineal). Las juntas en estas formaciones son cerradas lo que asegura una buena estabilidad.

Esta unidad está constituida por granodioritas/tonalitas, de grano grueso, habiéndose generado cortezas de meteorización de hasta más de 0,60 m de profundidad, al que subyace la roca de ligera alteración (A2) a roca fresca (A1).

En algunos casos, la roca superficial podrá ser excavada manualmente, mientras que para la roca subyacente se tendrá que emplear perforación y/o voladuras controladas para evitar el deterioro del macizo rocoso.

A las rocas de esta unidad se les asigna una capacidad admisible de $q_a = 10,0 \text{ kg/cm}^2$.

Unidad Geotécnica Roca Fracturada

Está constituida por grupos y formaciones rocosas intrusivas de alta a ligera alteración (A4 - A2), de resistencia moderada (R3 = 50 -100 Mpa) a débil (R4 = 20-50 Mpa) y de muy fracturada (F3 = entre 6 y 10 fracturas por metro) a extremadamente fracturada (F4 = 11 y 20 fracturas por metro). Ver fotos N° 3, 4 y 5.

Esta unidad está constituida por rocas de granodioritas/tonalitas, de grano grueso, estimándose la profundidad de alteración en más de 3,0 m. En la mayoría de casos la roca alterada podrá ser excavada manualmente y eventualmente podrá usarse perforación y/o voladura en forma puntual.

A rocas de esta unidad se les considera una capacidad admisible de $5,0 \text{ kg/cm}^2$.



Fotografía N° 3. Granodiorita con un alto grado de fracturamiento de (F3) a (F4)



Fotografía N° 4. Granodiorita-tonalita extremadamente alterada (A5) a suelo residual (A6), con un grado de fracturamiento extremadamente alto (F4) a roca triturada (F5)



Fotografía N° 5. Granodiorita-tonalita extremadamente alterada (A5) a suelo residual (A6).

3.1.6. Tipos de Suelos

3.1.6.1. Suelos Tipo II

Está conformados por agrupación de los suelos Aluviales (Q-al) y Coluviales (Q-co), los primeros están constituidos por suelos predominantemente granulares, conformados por arenas gravosas con poco porcentaje de cantos rodados, finos y se hallan con poca densidad.

Los coluvios están constituidos por la acumulación de bloques rocosos de diferentes tamaños, los más antiguos con relleno de arenas gravosas o gravas arenosas con algo de finos y los más recientes sin relleno; los más antiguos son aparentes para la cimentación de las torres y los más recientes no son aparentes por encontrarse sueltos.

La capacidad de presión admisible de los suelos aluviales estimados puede variar de 1,56 a 2,17 kg/cm² y los coluvios antiguos de 2,50 a 2,98 kg/cm²

3.1.6.2. Suelos de Tipo IV (Rocas)

Pertencen a este tipo de clasificación todas las rocas que se hallan con diferentes grados de meteorización y alteración en la mayoría de casos conservan todavía su estructura original de rocas. En la ruta de la línea se aprecian rocas intrusivas cuya litología predominante, es granodiorita/tonalita de grano grueso. Con una capacidad de carga mayor a 5,00Kg/cm²

CUADRO N° 5

Unidades geológicas-geotécnicas	Tipos de suelo
Suelos de origen aluvial, eluvial y coluvial	II
Rocas meteorizadas y alteradas	IV

3.2. Condiciones Geológicas y Geotécnicas de las Subestaciones

Las condiciones geológicas - geotécnicas de las áreas de las Subestaciones se describen a continuación:

3.2.1. Subestación Huallanca V-0A

El área de la Subestación Huallanca, se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Santa, en una terraza aluvial, cuya superficie es una planicie.

El área de interés ha sido evaluada con la exploración de una calicata CLT-01-Q, los resultados de estas excavaciones nos indican que el subsuelo está constituido por hasta tres capas o estratos de suelos; de los cuales las primeras capas están conformadas por suelos de grano fino y después de 0,50m. hasta los 3,00m. compuesto por arenas limosas (SM) con gravas mal graduadas de origen aluvial (Q-al).

El área destinada donde se ubicará la primera estructura de la línea de Transmisión 138kV (Vértice V-0A), se cimentarán en su totalidad y extensión en depósitos aluviales compuestos por suelos granulares, tipo II.

De acuerdo a las evaluaciones efectuadas se sabe que el área en referencia es aparente desde el punto de vista geológico y geotécnico para la construcción e inicio de las obras de la primera estructura de la línea de transmisión; el lugar es estable, y se halla libre de problemas de geodinámica externa.

3.2.2. Nueva Subestación Quitaracsa

El área donde se ubicará la Nueva Subestación Quitaracsa, se encuentra en una explanada, el mismo que se ubica a una altitud de 1400 m.s.n.m. exactamente frente a la Subestación Huallanca.

El área donde se va a construir la futura Subestación Quitaracsa a sido evaluado mediante la apertura de la calicata CSEQ-01, cuya estratigrafía esta constituidos por capas o estratos de suelos; de los cuales los primeros 0.30m. están conformadas por una mezcla de suelos limo arenosos y gravas menudas angulosas (SM) de origen aluvial, seguido de fragmentos rocosos de diferentes tamaños con rellenos limo arenoso a gravoso correspondientes a suelos de origen coluvial (Q-co).

Según las evaluaciones efectuadas se determina que las condiciones geológicas y geotécnicas del área en referencia no presenta problemas de geodinámica externa y es aparente para la cimentación y construcción de las estructuras de la Nueva subestación.

Las obras de la nueva Subestación se cimentaran en casi toda su extensión en suelos de tipo aluvional.

3.3. Condiciones Geológicas y Geotécnicas de los Vértices

La salida de la Línea de Transmisión desde la Nueva Subestación Quitaracsa se inicia con el vértice V-1B y termina en el vértice V-10B ubicado en la cercanía del río Quitaracsa donde se ha previsto las obras de captación del proyecto de la Central Hidroeléctrica Quitaracsa I.

Las condiciones geológicas y geotécnicas de estos puntos se describen a continuación:

- **Vértice V-1B**

Este vértice se halla cerca del área de la Nueva Subestación Quitaracsa, exactamente a unos diez metros, el cual se halla en la planicie aluvial, que esta constituida por suelos granulares al nivel de cimentación con parámetros y condiciones geológicas similares a los suelos evaluados del área para la construcción de las estructuras de la subestación Quitaracsa.

La torre en este lugar deberá apoyarse en suelos de origen aluvial (Q-al), tipo II.

- **Vértice V-2B**

Este vértice se ubica en una ladera media de cerros circundantes frente a la futura subestación Quitaracsa, cuya pendiente promedio es de 25°; el sitio esta constituido por depósitos aluvionales interdigitados con depósitos coluviales, estimándose que dicho material supera los 6.0 m. de espesor.

En consecuencia, según las condiciones geológicas del área, la torre se apoyará en suelos granulares compuestas de arenas gravosas con algunos cantos rodados (Q-al), tipo II.

- **Vértice V-3B**

Se ubica con rumbo noroeste hacia una zona alta del cerro Chacpa cuya pendiente es bastante pronunciada, el lugar está constituido por suelos de origen eluvial producto de la meteorización física y química de las rocas de diferente composición y edad acumuladas sin un notorio desplazamiento.

El área ha sido evaluado mediante la excavación de una calicata denominado CLT-Q-04, excavada desde los 0,00 a 1,10m.en suelos constituidos por una mezcla heterogénea de gravas y arenas de baja compacidad, seguido de fragmentos rocosos a partir de los 1,10 a 3,00 m. los cuales presentan un grado de alteración ligeramente moderado (A2).

- **Vértice V-4B**

Este vértice se halla en la ladera media del cerro Chacpa cuyo perfil es irregular y alargado. El lugar está constituido por rocas intrusivas de naturaleza granodioritas/tonalitas, de grano grueso.

La zona es estable, presenta condiciones regulares para el drenaje y superficialmente esta tapizada por depósitos coluviales de roca suelta en forma de bolones y bloques, parcialmente rellenos con limos arenosos. La roca en las áreas adyacentes corresponde a granodioritas/tonalitas de grano medio a grueso, la que se encuentra poco alterada (A2), regularmente fracturada (F2) y con una dureza media a alta (R4-R2).

La torre en este lugar deberá apoyarse directamente en roca intrusiva, previa remoción de los materiales coluviales sueltos.

- **Vértice V-5B**

Este vértice se ubica en la ladera superior del cerro Chacpa, de contorno regular y pendiente bastante pronunciada.

El sitio es también estable, libre de problemas de geodinámica externa; está constituido por rocas intrusivas de composición granodioritas/tonalitas.

De acuerdo a la excavación de la calicata CLT-Q-03 el lugar está constituido por una cobertura de suelos de origen coluvial (Q-col); estos mismos suelos hasta 3.00m. están constituidos por fragmentos rocosos heterométricos, angulosos a sub-angulosos sobre una matriz de arenas limosas (SC). Esta capa yace encima de rocas intrusivas de composición granodioritas/tonalitas que se encuentran alterados a muy alterados (A3-A4), muy fracturado (F3) y con dureza media a dura (R4-R3); en consecuencia la torre en este vértice se deberá cimentar en roca que se halla después de 3,00m. de profundidad.

- **Vértice V-6B**

Continuando con el ascenso por el cerro Chacpa, hacia la parte alta se ubica el vértice V-6B.

Esta zona está constituida por suelos de origen coluvial con parámetros y condiciones geológicas similares a los suelos evaluados del vértice V-5B. Los cuales yacen encima rocas Intrusivas de composición granodioritas/tonalitas; que se hallan muy alteradas (A4) y fracturadas (F3) y con dureza baja a moderada (R5-R4)

En este sitio la cimentación de la torre se efectuará después de 3,00m. se estima que a esta profundidad la roca se halla masiva; con parámetros adecuados para la cimentación, en el caso de

descubrir fracturas abiertas en la roca estas fracturas deberán sellarse con lechada de cemento.

- **Vértice V-7B**

Se encuentra en la parte más alta del cerro Chacpa (3860 m.s.n.m.), el lugar esta modelada en rocas intrusivas de naturaleza granodioritas/tonalitas (N-gd/to).

En el lugar se aperturó la calicata CLT-Q-02 cuya estratigrafía está constituida desde los 0,50 a 2,30m. por una mezcla heterogénea de gravas, arenas y limos, englobando fragmentos rocosos de diferentes tamaños, de forma subredondeadas los que se encuentran extremadamente alterados (A5) a suelo residual (A6), con un grado de fracturamiento extremadamente alto (F4) a roca triturada (F5) y de resistencia moderada (R4) a débil (R5).

Desde los 2,30m a 3.00m continúa la presencia de material extremadamente alterado de consistencia mediana a baja, en consecuencia de acuerdo a la morfología y ocurrencia de las rocas en las áreas adyacentes se asume que después de 3,00m de profundidad la roca se halla masiva; con parámetros adecuados y por esta interpretación se estima cimentar la estructura después de 3,00m. de profundidad, la cimentación se efectuara en roca

- **Vértice V-8B**

Este vértice se ubica en una de las laderas descendentes del cerro Chacpa que inicia su descenso a partir del vértice V-7B.

El sitio está modelado en rocas intrusivas de composición granodioritas/tonalitas y por una cobertura de suelos constituidos por fragmentos rocosos del tamaño de cantos y bolones con matriz de arenas limosas con grava (SM), con formas subredondeados a sub-angulosos, las que se encuentran poco alteradas (A2), muy fracturado (F3) y con dureza media a dura

(R4-R2); en consecuencia se estima que después de los 3,00m de profundidad la roca se halla masiva; con parámetros adecuados para la cimentación, siendo posible apoyar la torre en este vértice, previa remoción de los fragmentos rocosos.

- **Vértice V-9B**

Este vértice se ubica en una ladera media de cerros circundantes y cercano al último punto de llegada de la Línea del trazo. (V-10B). El área de interés es estable, presenta condiciones regulares para el drenaje y superficialmente esta tapizada por depósitos coluviales,

Ha sido evaluada mediante la excavación de la calicata CLT-Q-01, cuya estratigrafía está constituido por hasta tres capas o estratos de suelos; de los cuales las primeras capas están constituidos por arenas limosas de compacidad media, que engloban fragmentos rocosos de forma subredondeados, estos mismos suelos hasta 3.00m. están constituidos por fragmentos rocosos heterométricos, del tamaño de cantos y bolones, angulosos a sub-angulosos sobre una matriz de arenas limosas con grava (SM), correspondientes a suelos de origen coluvial (Q-col).

De acuerdo a la morfología y ocurrencia de las rocas en la zona y las áreas adyacentes se asume que debajo de la cobertura de suelos coluviales aproximadamente a 3,00m de profundidad la roca se halla masiva, siendo posible apoyar la torre en este vértice.

- **Vértice V-10B**

Este último vértice del trazo se ubica en la zona denominada Chapiringo correspondiente a la Toma en la cercanía del río Quitaracsa donde se ha previsto las obras de captación del proyecto de la Central Hidroeléctrica Quitaracsa I.

Esta zona está constituida por material heterométricos (bloques, gravas, arenas y algo de limos), de formas sub-redondeadas a redondeadas, depositados principalmente en el cauce del río y corresponden a depósitos aluviales.

Según las evaluaciones efectuadas se determina que las condiciones geológicas y geotécnicas del área en referencia no presenta problemas de geodinámica externa y es aparente para la cimentación.

La torre en este lugar se cimentaran en suelos de origen aluvial (Q-al), tipo II.

3.4. ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS SUELOS.

El objetivo principal de los análisis químicos de suelos de cimentación, ha sido determinar el contenido de cloruros (Cl_2), sulfatos (SO_4), sales solubles totales (SST), acidez o basicidad del suelo (pH) y conductividad eléctrica (C.E.).

Las muestras representativas de suelos obtenidas de la excavación de las calicatas (CLT-Q-01; CLT-Q-02; CLT-Q-04; CLT-01-Q y CSE-Q-01), fueron analizadas en los laboratorios de Análisis Químicos de E y P de Ingeniería S.R.L.. Los resultados de los análisis químicos indican que los contenidos de sulfatos y cloruros en las calicatas CLT-Q-01 (V-9B) y CLT-Q-02 (V-7B) son despreciables y no afectarán a la

cimentación, pudiéndose utilizar **cemento Tipo I**. Mientras que en CLT-Q-04 (V-3B) el contenido de sulfatos y cloruros es moderado, su conductividad eléctrica es 16,000.0 micromhos/cm; debiéndose utilizar **cemento Tipo II**.

Con respecto a la calicata CSE-Q-01 (V-1B), los contenidos de sulfatos y cloruros son despreciables, pudiéndose utilizar **cemento Tipo I**. (Instituto de Construcción y Gerencia, ICG – Concreto Armado y Comentarios (página 59), Tabla 4.4.3 y Tabla 4.4.4 (R.M. N° 428-2001-MTC/15.04 (26-09-2001)).

El contenido de pH indica que los suelos de la Línea de Transmisión y Nueva S.E. Quitaracsa 1, son ligeramente básicos (variables entre 7, 20 y 7, 90). No existe una tabla oficial sobre la reacción del pH y sus efectos sobre ataque al acero.

3,5 SISMICIDAD

Para el desarrollo del presente estudio se ha tomado en cuenta el Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificación E-030; Diseño Sismorresistente – M.V.C. y S. – (2003-04-02), localizándose a la zona de estudios en la “Zona 3, de Sismicidad Alta”, donde la ocurrencia de sismos varia de intensidades entre VIII y XI de Mercalli Modificada (MM), de acuerdo a Deza y Carbonell; Los principales sismos ocurridos en el Perú y que han tenido incidencia en el área de estudio, no han superado la intensidad de XI MM localizando sus focos a profundidades mayores a 33 km.

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los

movimientos sísmicos y la atenuación de éstas con la distancia epicentral, así como en información neotectónica.

Para el diseño de las obras se debe considerar de acuerdo a dicho Reglamento lo aludido, una aceleración de 0,40 g.

Parámetros del suelo			
Tipo	Descripción	Tp (s)	S
S ₂	Suelos intermedios	0,6	1,2

Tp es el período predominante en segundos

3.6. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE EN SUELOS

En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él sin resquebrajarse.

Técnicamente es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

Para el cálculo de la determinación de la capacidad última se considera la teoría de Terzaghi, y utiliza la presente Ecuación general:

$$q_c = 1,3 c + N'c + \gamma D_f N'q + 0,4 \gamma B N' \gamma \dots\dots\dots 1$$

Donde: $q_a = q_c/3$

- q_c : Capacidad de carga última (Kg/cm²).
- q_a : Capacidad de carga admisible (Kg/cm²).
- c : Cohesión (tn/m²).
- B : Diámetro del cimientto.
- D_f : Profundidad del cimientto

- $N'c, N'q, N'\gamma$: Factores de falla local.
 : 0,4 para cimiento cuadrado.
 : 0,6 para cimiento circular.
 γ : Considerando $\gamma < N^{\circ} 4$ carga a aplicarse en kg/m^3 .

Se ha tenido en cuenta la falla local, en la cual la deformación crece mucho, para cargas próximas a la falla.

Asentamiento considerando el Método Elástico, para el cálculo de los asentamientos inmediatos utilizando la siguiente Ecuación:

$$S_i = \frac{q_s B (1-\mu^2) x l_w}{E_s} \dots\dots\dots 2$$

En donde

- S_i = Asentamiento probable cm.
 q_s = Presión de trabajo Tn/m^2
 μ = Tipo de suelo
 l_w = Factor de rigidez
 E_s = Módulo de elasticidad Tn/m^2

El objetivo de considerar un adecuado factor de seguridad (3,00) se debe a lo siguiente:

- Prevenir las variaciones naturales en la resistencia al corte del suelo.
- Precaverse contra la posible disminución local en la capacidad portante del suelo durante el proceso constructivo.

- Prever asentamientos perjudiciales de la cimentación.
- Las incertidumbres implicadas en los métodos o fórmulas utilizadas en la determinación de la capacidad de carga.
- Tener en cuenta las variaciones en la capacidad de apoyo con los cambios en las dimensiones de la cimentación, de acuerdo a las cargas a transmitir.

CALICATA CLT-Q-01 (2, 40 - 2, 60 m)

SP-SM

Aplicándose la fórmula de Terzaghi para Zapatas Cuadradas, en profundidades de 2,50 y 3,00 m, ecuación 1

$$q_c = 1,3 c N'_c + \gamma D_f N'_q + 0,4 \gamma B N'_\gamma$$

Donde :

$$q_a = q_c/3$$

q_c	: Capacidad de carga última (kg/cm ²).
q_a	: Capacidad de carga admisible (kg/cm ²).
ϕ	: Ángulo de fricción interna = 32,76°
c	: Cohesión 0,0 kg/cm ²
B	: Diámetro del cimiento 2,00 m
D_f	: Profundidad del cimiento 2,00 y 3,00 m.
N'_c, N'_q, N'_γ	: Factores de falla local ($N'_c = 21,72$; $N'_q = 10,99$ $N'_\gamma = 7,35$)
γ	: Considerando $\gamma < N^{\circ} 4$ carga a aplicarse = 1.677 kg/m ³ .

Reemplazando valores se tiene:

2,00 m de profundidad

$$q_a = 4,67 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 1,56 \text{ kg/cm}^2$$

3,00 m de profundidad

$$q_a = 6,52 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 2,17 \text{ kg/cm}^2$$

Considerando el Método Elástico, para el cálculo de los asentamientos inmediatos:

$$S_i = \frac{q_s B (1-\mu^2) \times lw}{E_s}$$

en donde:

S_i = Asentamiento probable (cm)

q_s = 10,0 Tn/m²

B = 2,00 m

μ = 0,20 (medianamente compacto)

lw = 112 cm/m

E_s = 1 500 Tn/m² →

Reemplazando valores:

$$S_i = 1,43 \text{ cm}$$

CALICATA CLT-Q-03 (2, 45 -2, 58 m)**SC**

Aplicándose la fórmula de Terzaghi para Zapatas Cuadradas, en profundidades de 2,50 y 3,00 m.

$$q_c = 1,3 c N'_c + \gamma D_f N'_q + 0,4 \gamma B N'_\gamma$$

Donde :

$$q_a = q_c/3$$

q_c	: Capacidad de carga última (kg/cm ²).
q_a	: Capacidad de carga admisible (kg/cm ²).
ϕ	: Ángulo de fricción interna = 29,85°
c	: Cohesión 0,11 kg/cm ²
B	: Diámetro del cimiento 2,00 m
D_f	: Profundidad del cimiento 2,00 y 3,00 m.
N'_c, N'_q, N'_γ	: Factores de falla local ($N'_c = 18,94$; $N'_q = 8,76$ y $N'_\gamma = 4,8$)
γ	: Considerando $\gamma < N^\circ 4$ carga a aplicarse = 1.704 kg/m ³ .

Reemplazando valores:

2,00 m de profundidad

$$q_a = 6,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 2,12 \text{ kg/cm}^2$$

3,00 m de profundidad

$$q_a = 7,84 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 2,61 \text{ kg/cm}^2$$

Considerando el Método Elástico, para el cálculo de los asentamientos inmediatos:

$$S_i = \frac{q_s B (1-\mu^2) x l_w}{E_s}$$

en donde:

$$\begin{aligned} S_i &= \text{Asentamiento probable (cm)} \\ q_s &= 10,0 \quad \text{Tn/m}^2 \\ B &= 2,00 \text{ m} \\ \mu &= 0,22 \text{ (medianamente compacto)} \\ l_w &= 112 \text{ cm/m} \\ E_s &= 1\,250 \text{ Tn/m}^2 \quad \rightarrow \end{aligned}$$

Reemplazando valores:

$$S_i = 1,71 \text{ cm}$$

CALICATA CLT-Q-04 (2,42 - 2,55 m)

GM

Aplicándose la fórmula de Terzaghi para Zapatas Cuadradas, en profundidades de 2,50 y 3,00 m.

$$q_c = 1,3 c + \gamma D_f N'_q + 0,4 \gamma B N'_q$$

Donde :

$$q_a = q_c/3$$

q_c	: Capacidad de carga última (kg/cm ²).
q_a	: Capacidad de carga admisible (kg/cm ²).
ϕ	: Ángulo de fricción interna = 27,71°
c	: Cohesión 0,08 kg/cm ²
B	: Diámetro del cimiento 2,00 m
D_f	: Profundidad del cimiento 2,00 y 3,00 m.
N'_c, N'_q, N'_γ	: Factores de falla local ($N'_c = 17,07$; $N'_q = 7,44$ y $N'_\gamma = 3,4$)
γ	: Considerando $\gamma < N^\circ 4$ carga a aplicarse = 1.872 kg/m ³ .

Reemplazando valores:

2,00 m de profundidad

$$q_a = 5,07 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 1,69 \text{ kg/cm}^2$$

3,00 m de profundidad

$$q_a = 6,46 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 2,15 \text{ kg/cm}^2$$

Considerando el Método Elástico, para el cálculo de los asentamientos inmediatos:

$$S_i = q_s \frac{B(1-\mu^2)}{E_s} \times l_w$$

en donde:

$$S_i = \text{Asentamiento probable (cm)}$$

$$q_s = 10,0 \text{ Tn/m}^2$$

$$B = 2,00 \text{ m}$$

$$\mu = 0,32 \text{ (medianamente compacto)}$$

$$I_w = 112 \text{ cm/m}$$

$$E_s = 1\,100 \text{ Tn/m}^2 \rightarrow$$

Reemplazando valores:

$$S_i = 1,83 \text{ cm}$$

CALICATA CSE-Q-01 (2, 58 - 2, 70 m)

SM

Aplicándose la fórmula de Terzaghi para Zapatas Cuadradas, en profundidades de 2, 50 y 3, 00 m.

$$q_c = 1,3 c N'_c + \gamma D_f N'_q + 0,4 \gamma B N'_\gamma$$

Donde :

$$q_a = q_c/3$$

q_c : Capacidad de carga última (kg/cm^2).

q_a : Capacidad de carga admisible (kg/cm^2).

ϕ : Ángulo de fricción interna = $33,21^\circ$

c : Cohesión $0,05 \text{ kg/cm}^2$

B : Diámetro del cimiento $2,00 \text{ m}$

D_f : Profundidad del cimiento $2,00$ y $3,00 \text{ m}$.

N'_c, N'_q, N'_γ : Factores de falla local ($N'_c = 22,19$; $N'_q = 11,38$

γ

$$N'_\gamma = 7,86)$$

γ : Considerando $\gamma < N^\circ 4$ carga a aplicarse = 1.782 kg/m^3 .

Reemplazando valores:

2,00 m de profundidad

$$q_a = 6,62 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 2,21 \text{ kg/cm}^2$$

3,00 m de profundidad

$$q_a = 8,65 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 2,88 \text{ kg/cm}^2$$

Considerando el Método Elástico, para el cálculo de los asentamientos inmediatos:

$$S_i = \frac{q_s B (1-\mu^2) \times l_w}{E_s}$$

en donde:

$$S_i = \text{Asentamiento probable (cm)}$$

$$q_s = 12,5 \text{ Tn/m}^2$$

$$B = 2,00 \text{ m}$$

$$\mu = 0,36 \text{ (medianamente compacto)}$$

$$l_w = 112 \text{ cm/m}$$

$$E_s = 1\,700 \text{ Tn/m}^2 \rightarrow$$

Reemplazando valores:

$$S_i = 1,43 \text{ cm}$$

CALICATA CLT-01-Q (2,48 - 2,61 m)

SM

Aplicándose la fórmula de Terzaghi para Zapatas Cuadradas, en profundidades de 2,50 y 3,00 m.

$$q_c = 1,3 c N'_c + \gamma D_f N'_q + 0,4 \gamma B N'_\gamma$$

Donde :

$$q_a = q_c/3$$

q_c	: Capacidad de carga última (kg/cm ²).
q_a	: Capacidad de carga admisible (kg/cm ²).
ϕ	: Ángulo de fricción interna = 31,29°
c	: Cohesión 0,06 kg/cm ²
B	: Diámetro del cimiento 2,00 m
D_f	: Profundidad del cimiento 2,00 y 3,00 m.
N'_c, N'_q, N'_γ	: Factores de falla local ($N'_c = 20,23$; $N'_q = 9,79$ y $N'_\gamma = 6,0$)
γ	: Considerando $\gamma < N^\circ 4$ carga a aplicarse = 1.887 kg/m ³ .

Reemplazando valores:

2,00 m de profundidad

$$q_a = 7,08 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 2,36 \text{ kg/cm}^2$$

3,00 m de profundidad

$$q_a = 8,93 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 2,98 \text{ kg/cm}^2$$

Considerando el Método Elástico, para el cálculo de los asentamientos inmediatos:

$$S_i = \frac{q_s B (1-\mu^2) x l_w}{E_s}$$

en donde:

S_i = Asentamiento probable (cm)

q_s = 10,0 Tn/m²

B = 2,00 m

μ = 0,34 (buena compacidad)

l_w = 112 cm/m

E_s = 1 300 Tn/m² →

Reemplazando valores:

$S_i = 1,52$ cm

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las principales unidades estratigráficas presentes en la zona estudiada y alrededores corresponden a rocas del Mesozoico, rocas intrusivas del Cenozoico Neógeno de composición granodioritas/tonalitas, las que predominan en la mayor longitud de la ruta donde se ha proyectado la Línea; y depósitos cuaternarios: Depósitos aluviales (Q-al) presentes solo en el área de las Subestaciones y los vértices cercanos, los depósitos eluviales (Q-e) y depósitos coluviales (Q-co) ocurren en forma localizada
2. Dentro del área de estudio, las estructuras principales son las fracturas y la “Unidad de pliegues y sobre-escurrimientos”, estos pliegues varían de forma y tamaño según la naturaleza de la rocas pre-existentes en las que se han desarrollado, con longitudes de hasta 100,0 km de largo y de 3 a 4 km de ancho; las fallas buzan de 30° -70° SO en superficie.
3. Con respecto a la presencia de fenómenos de geodinámica externa, en la L.T. en 22,9 kV que se inicia desde la Nueva S.E. Quitaraca 1 – S.E. Túnel, es posible la ocurrencia de caídas de rocas de tamaños heterométricos de sus partes altas, así como la ocurrencia de pequeños huaycos en los talweg existentes. Estas no presentan riesgos potenciales pero se plantea como alternativa la reubicación de los vértices correspondientes, 2 a 4 m. equidistantes a cada uno de los vértices iniciales donde se cimentaran las estructuras de las torres de alta tensión.

En las otras líneas y subestaciones, no se han detectado problemas de geodinámica externa (huaycos, deslizamientos,

hundimientos, levantamientos, caída de bloques, etc), que pongan en peligro la cimentación de estructuras.

4. Los vértices ubicados a lo largo del trazo de la ruta de la línea de transmisión en su mayoría se ubican en las lomadas y cerros, algunos con afloramientos de rocas en su mayoría de composición granodioritas/tonalitas y solo al inicio de la Línea se proyecta en depósitos aluviales y esporádicamente se encuentran en laderas con depósitos coluviales.
5. La L.T. en 138 kV, desde S. E. Huallanca a Nueva S.E. Quitaracsa, se cimentarán en suelos aluvionales antiguos, constituidos por mezclas heterogéneas de bolonerías, gravas, arenas, limos y algo de arcillas, de buena compacidad, mayormente secas, cuya capacidad admisible de los suelos varía entre $q_a = 2, 21$ y $2,36$ kg/cm² y un asentamiento variable entre 1,43 a 1,52 de centímetro.

La L.T. 22,9, desde las obras de captación en el Río Quitaracsa (V-10B) hasta Nueva Subestación Quitaracsa (V-1A), de 7,300.76 Km. de longitud -aproximadamente- en las 04 excavaciones realizadas, los suelos están constituidos por arenas limosas, mezclas de arenas y limos mal graduadas (SM), englobando un 20% (estimado) de fragmentos rocosos, con bajo contenido de humedad variable entre 1,97 a 8,16%, de mediana compacidad, la capacidad admisible de los suelos varía entre $q_a = 1,56$ y $2,12$ kg/cm² y un asentamiento variable entre 1,43 y 1,83 de centímetro.

6. La actividad sísmica de la zona de estudio, se encuentra enmarcada en la “Zona 3, de Sismicidad Alta”, donde se esperan la ocurrencia de sismos de hasta XI MM. considerándose una aceleración de 0,40 g. para el diseño de las obras a ejecutar.

7. Para determinar las condiciones geológicas y geotécnicas del trazo, se efectuó el reconocimiento geológico donde se proyecta la obra; se efectuaron exploraciones de las áreas donde se ubican las Subestaciones, Vértices y probables sitios donde se ubicarán las torres intermedias, en todo estos lugares se han aperturado 06 calicatas.
8. En las 06 excavaciones ejecutadas a cielo abierto, en el área de estudio hasta la profundidad investigada no se encontró el nivel freático.
9. En las calicatas o excavaciones se han descrito el perfil estratigráfico de los suelos, efectuado pruebas de densidad de campo y se obtuvieron muestras de suelos y rocas de los horizontes representativos para los análisis de laboratorio.
10. El 75% de las torres se cimentarán en suelos IV o rocas y el 25% en suelos tipo II.
11. La Unidad Geotécnica Roca Sana, está constituida por formaciones rocosas constituida por granodioritas/tonalitas de alteración ligera (A2) a roca fresca (A1), resistente ($R2 = 100-200$ Mpa) y poco fracturado ($F2 = 2$ a 5 fracturas por metro lineal). Las juntas en estas formaciones son cerradas lo que asegura una buena estabilidad.

En algunos casos, la roca superficial podrá ser excavada manualmente, mientras que para la roca subyacente se tendrá que emplear perforación y/o voladuras controladas para evitar el deterioro del macizo rocoso. A las rocas de esta unidad se les considera una capacidad admisible de $q_a = 10,0$ kg/cm².

12. La Unidad Geotécnica Roca Fracturada, está constituida por formaciones rocosas intrusivas de alta a ligera alteración (A4-A2), de resistencia moderada ($R3 = 50 -100$ Mpa) a débil ($R4 = 20-50$ Mpa) y de muy fracturada ($F3 = 6$ a 10 fracturas por metro) a extremadamente fracturada ($F4 = 11$ a 20 fracturas por metro).

Esta unidad está constituida por rocas granodioritas/tonalitas, de grano grueso, estimándose la profundidad de alteración en más de $3,0$ m. se les considera una capacidad admisible de $5,0$ kg/cm².

13. Debido a que los suelos en la zona de estudio son friables y secos, si presentan inestabilidad en las paredes de las excavaciones, se recomienda que durante las obras, se utilice el sistema de entibado, para evitar desgracias personales.
14. Los resultados de los análisis químicos de muestras representativas de suelos obtenidas de las excavaciones, indican que los contenidos de sulfatos y cloruros en las calicatas CLT-Q-01 y CLT-Q-02 son despreciables y no afectarán a la cimentación, pudiéndose utilizar cemento Tipo I.

Mientras que en CLT-Q-04 el contenido de sulfatos y cloruros es moderado, debiéndose utilizar **cemento Tipo II**.

Con respecto a la calicata CSE-Q-01, los contenidos de sulfatos y cloruros son despreciables, pudiéndose utilizar cemento Tipo I (Instituto de Construcción y Gerencia, ICG – Concreto Armado y Comentarios (página 59), Tabla 4.4.3 y Tabla 4.4.4 (R.M. N° 428-2001-MTC/15.04 -26-09-2001-).

15. El contenido de pH indica que los suelos arriba indicados, son ligeramente básicos (variables entre 7, 20 y 7, 90). No existe una tabla oficial sobre la reacción del pH y sus efectos sobre ataque al acero.
16. En el caso de ubicar las torres en los depósitos coluviales, la cimentación se efectuará previa remoción de los bloques rocosos, la profundidad de la cimentación debe alcanzar los 3,00m.
17. Para cimentar las torres intermedias en algunos sitios se deberá remover los bloques rocosos con ayuda de explosivos en cualquier caso se recomienda cimentar las torres en roca (Suelo Tipo IV), para estas cimentaciones se deberá remover la roca suelta.
18. El contratista deberá realizar el análisis químico del agua a utilizarse para el amasado y curado del concreto, para conocerse el contenido de sulfatos, cloruros y/o pH, y que estas no afecten a las estructuras metálicas ni al concreto.

Debiendo tener en cuenta los **Límites Permisibles para Agua de Mezcla y Curado, según Norma ITINTEC 3398,088:**

19. Este informe es válido, solamente para el área de terreno investigado y para las solicitudes de carga consideradas.

CUADROS RESÚMENES

A continuación se adjunta los siguientes Cuadros: Cuadro 03: Unidades Geotécnicas y Cuadro 04: Resumen de los Parámetros de Cimentación, para el “Estudio Definitivo en 138 kV de S.E. Huallanca a S.E. Quitaracsa 1”

CUADRO N° 03

UNIDADES GEOTÉCNICAS PARA EL “ESTUDIO GEOLOGICO – GEOTECNICO PARA LA ESTABILIDAD DE LAS TORRES DE ALTA TENSION ENTRE LA S.E HUALLANCA A LA S.E. QUITARACSA ”

SECTOR	UNIDAD GEOTÉC	CALICATAS	CLASIF. SUCS	GRANULOM		PROPIEDADES GEOTÉCNICAS							
				Finos %	Grava %	γ_n g/cm ³	I.P. %	L.L. %	C kg/cm ²	ϕ (°)	Wn %	Compac	Unidad Geotécnica
L.T. 22.9 al Proyecto Quitaracsa I L.T.138 kV S.E. Nueva Quitaracsa	II	CLT-Q-01	SP-SM	11,42	69,72	1.677	N.P.	17,90	0,00	32,76	1.97	Media	Arenas limosas con gravas, mal graduadas
		CLT-Q-02	SP-SM	10,23	95,74	1.696	N.P.	25,57	0,00 (*)	32,76(*)	2.16	Media	Arenas limosas con gravas mal graduadas
		CLT-Q-03	SC	13,21	68,70	1.704	8,30	25,43	0,11	29,85	2.81	Media	Arenas arcillosas
		CLT-Q-04	GM	18,58	58,60	1.872	3,42	19,40	0,08	27,71	8,16	Media	Gravas limosas
		CLT-01-Q/V-0	SM	27,69	76,97	1.887	2,82	16,01	0,06	31,29	1.84	Alta	Arenas limosas mal graduadas
		CSE-Q-01	SM	24,42	84,63	1.782	2,92	14,98	0,05	33,21	1.94	Alta	Arenas limosas mal graduadas
	Rocas		Rocas	Rocas intrusivas y metamórficas (granodioritas y gneis), de color gris blanquecino, de poco fracturadas a muy fracturadas, por sectores con escasa cobertura de suelos.									

γ_n = Material que pasa el tamiz N°4
Wn = Humedad Natural
LL= Límite Líquido

I.P. = Índice de Plasticidad
C = Cohesión
 ϕ = Angulo de fricción interna

CUADRO N° 04

RESUMEN DE PARÁMETROS DE CIMENTACIÓN PARA EL “ESTUDIO GEOLOGICO – GEOTECNICO PARA LA ESTABILIDAD DE LAS TORRES DE ALTA TENSION ENTRE LA S.E HUALLANCA A LA S.E. QUITARACSA ”

SECTOR	CALICATA	UNIDAD GEOTEC	SUSC	PARÁMETROS DE CIMENTACIÓN									
				γ_n g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ (°)	B (cm)	Df (m)	NF (m)	FS	qa Kg/cm ²	Asent. (cm)	Unidad Geotécnica
L.T. 22.9 kV al Proyecto Quitaracsa I	CLT-Q-01	II	SP-SM	1.677	0,00	32,76	2,0	2,0 3,0	SNF	3,0	1,56 2,17	1,43	Arenas limosas con gravas, mal graduadas
	CLT-Q-02		SP-SM	1.696	0,00 (*)	32,76(*)	2,0	2,0 3,0	SNF	3,0	1,56 (*) 2,17(*)	1,43(*)	Arenas limosas con gravas mal graduadas
	CLT-Q-03		SC	1.704	0,11	29,85	2,0	2,0 3,0	SNF	3,0	2,12 2,61	1,71	Arenas arcillosas
	CLT-Q-04		GM	1.872	0,08	27,71	2,0	2,0 3,0	SNF	3,0	1,69 2,15	1,83	Gravas limosas
L.T.138 kV	CLT-01-Q/V-0	Rocas	SM	1.887	0,06	31,29	2,0	2,0 3,0	SNF	3,0	2,36 2,98	1,52	Arenas limosas mal graduadas
S.E. Nueva Quitaracsa	CSE-Q-01		SM	1.782	0,05	33,21	2,0	2,0 3,0	SNF	3,0	2,21 2,88	1,43	Arenas limosas mal graduadas
			Rocas intrusivas y metamórficas (granodioritas y gneis), de color gris blanquecino, de poco fracturadas a muy fracturadas, por sectores con escasa cobertura de suelos. qa = 5,0 a 10,0 kg/cm ²										

γ_n = Densidad del material que pasa tamiz N° 04
 C = Cohesión
 ϕ = Angulo de fricción interna
 B = Diámetro de la base de cimentación
 SNF = Sin Nivel Freático

Df = Profundidad de cimentación
 NF = Nivel freático
 FS = Factor de seguridad
 qa = Capacidad de carga admisible del suelo de cimerntación

BIBLIOGRAFIA

Norma E-050 Suelos y Cimentaciones, aprobada con Resolución Ministerial N° 048-97-MTC/15.VC (27-01.97).

El Reglamento Nacional de Construcciones Norma Técnica de Edificación E-030; Diseño Sismorresistente (02-04-2003)

Código Nacional de Electricidad 2001 (R.M. N° 366-2001-EM/VME); la Norma Técnica ASTM-D-420 y Norma Técnica ASTM-D-1556.

Instituto de Construcción y Gerencia, ICG – Concreto Armado y Comentarios (página 59) , Tabla 4.4.3 y Tabla 4.4.4 (R.M. N° 428-2001-MTC/15.04 (26-09-2001).

Límites Permisibles para Agua de Mezcla y Curado, según Norma ITINTEC 3398,088

Boletín N° 60, Serie A: Carta Geológica Nacional: Geología de los Cuadrángulos de Pallasca (17-h), Tayabamba (17-i), **Corongo (18-h)**, Pomabamba (18-i), Carhuaz (19-h) y Huari (19-i) – 1995 - por J. Reyes L. & Garayar.

Informe Geológico preliminar sobre el proyecto de instalación hidroeléctrica en el Cañón del Pato – Fuente: Sociedad Geológica del Perú, Boletín t18, p. 69-79, 1945 – por Broggi, Jorge.

Informe Geológico preliminar sobre las obras hidráulicas del Cañón del pato – Fuente: Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú, Boletín N° 130, pp. 163-182 – 1944 – por David Torres Vargas.

ANEXOS







REGISTRO DE EXCAVACIONES

PEPSA

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Proyecto : Est. Def. L.T 138 kV Huallanca
 Estructura: Línea Transmisión
 Coordenadas: 190 543 E y 9 029 494 N
 Método de Excav. : Manual
 Tamaño Excav. : 1,20 x 1,20 x 3,00 m.

Excavación : CLT-Q-01 / V-2
 Nivel freático (m) : ----
 Inicio : 21-09-08
 Término : 21-09-08
 Realizado por: J. Sánchez V./ Arturo Sallago C.







Profundidad (m)	Clasificación		Origen	stra N°	Densidad Natural (g/cm ³)	Permeabilidad	Descripción y Clasificación de material, color, consistencia, grado de compactación, forma de fragmentos, tamaño máximo de fragmentos, presencia de materia orgánica, etc.
	S.U.C.S.	Simbología Gráfica					
0,5	SP-SM						<p>0, 00 – 0, 60 m – Suelo constituido por arenas limosas de coloración beige blanquecino, de compacidad media, engloba aproximadamente un 30% de fragmentos rocosos, de formas subredondeadas de tamaños mayores de 3"; con presencia de materia orgánica (raíces).</p> <p>0, 40 – 1,80 m – Arenas limosas, de color blanquecino y mediana plasticidad, de mediana a baja compacidad, engloba fragmentos rocosos heterométricos, angulosos a sub-angulosos de 6"-12" de diámetro en un porcentaje aproximado de 40% y el resto conformada por gravas, arenas y limos.</p> <p>1, 80 – 3, 00 m – Mezcla heterogénea de gravas, arena y limos y arcillosas, de mediana compacidad, con un aumento de fragmentos rocosos de diámetro 15" – 25" en un porcentaje aproximado de un 40-45%</p> <p>Nota: no se encontró el nivel freático.</p>
1,0							
1,5							
2,0							
2,5							
3,0							

OBSERVACIONES: Se obtuvo muestras integrales entre profundidades de 2,00 – 3,00 m.

PEPSA

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Proyecto : **Est. Def. L.T 138 kV. Huallanca** Excavación : **CLT-Q-02 / V-04**
 Estructura: **Línea Transmisión** Nivel freático (m) : **----**
 Coordenadas: **190 377 E y 9 027 636 N** Inicio : **22-09-08**
 Método de Excav. : **Manual** Término : **22-09-08**
 Tamaño Excav. : **1,20 x 1,20 x 3,00 m** Realizado por: **J. Sánchez V./ Arturo Sallago C.**

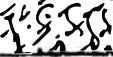





Profundidad (m)	Clasificación		Origen	Muestra N°	Densidad Natural (g/cm ³)	Permeabilidad	Descripción y Clasificación de material, color, consistencia, grado de compactación, forma de fragmentos, tamaño máximo de fragmentos, presencia de materia orgánica, etc.
	S.U.C.S.	Simbología Gráfica					
0,5	SP-SM						0, 00 – 0, 50 m – Suelo de color parduzco a marrón, con presencia de material orgánico (restos de raíces de plantas).
1,0							0, 50 – 2, 30 m – Mezcla heterogénea de gravas, arenas y limos color beige claro, de compactación media y baja plasticidad. Engloba fragmentos rocosos heterométricos, subredondeados de 6"-12", de color blanquecino, con presencia de cuarzo. Los fragmentos se presenta extremadamente alterados (A5) a suelo residual y un grado de fracturamiento extremadamente alto (F4) a roca Triturada (F5)
1,5							
2,0							2, 30 – 3, 00 m – Continua la presencia de material rocoso extremadamente alterado, de consistencia mediana a roca frágil, hasta disgregable.
2,5							
3,0							Nota: no se encontró el nivel freático

OBSERVACIONES: Se obtuvo muestras integrales entre profundidades de 1, 80 a 3,00 m.

PEPSA

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Proyecto : Est. Def. L.T 138 kV. Huallanca Excavación : CLT-Q- 03 / V-06
 Estructura: Línea Transmisión Nivel freático (m) : ----
 Coordenadas: 189 253 E y 9 027 012 N Inicio : 23-09-08
 Método de Excav. : Manual Término : 23-09-08
 Tamaño Excav. : 1,20 x 1,20 x 3,00 m. Realizado por: J. Sánchez V./ Arturo Sallago C.


Profundidad (m)	Clasificación		Origen	Muestra N°	Densidad Natural (g/cm ³)	Permeabilidad	Descripción y Clasificación de material, color, consistencia, grado de compactación, forma de fragmentos, tamaño máximo de fragmentos, presencia de materia orgánica, etc.
	S.U.C.S.	Simbología Gráfica					
0,5	SC						0, 00 – 0, 40 m – Suelo de color gris parduzco a marrón, con presencia de material orgánico (restos de raíces de plantas).
1,0							0, 40 – 3, 00 m – Mezcla de fragmentos rocosos, heterométricos, angulosos a sub-angulosos, de 6" – 30", de diámetro en un porcentaje aproximado de 40-50%, de color amarillo claro a crema, medianamente compacta, baja plasticidad, seco. Se presentan alterados y muy fracturados, sobre una matriz areno limosa.
1,5							Hasta 3,00 m de profundidad; continúa la roca muy fracturada, con un alto grado de alteración (A4),
2,0							Nota: no se encontró el nivel freático
2,5							
3,0							

OBSERVACIONES: Se obtuvo muestras integrales entre profundidades de 1, 80 a 3,00 m.

PEPSA

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Proyecto : Est. Def. L.T 138 kV Huallanca Excavación : CLT-Q- 04 / V-08
 Estructura: Línea Transmisión Nivel freático (m) : ----
 Coordenadas: 186 921 E y 9 025 702 N Inicio : 24- 09-08
 Método de Excav. : Manual Término : 24-09-08
 Tamaño Excav. : 1,20 x 1,20 x 3,00 m. Realizado por: J. Sánchez V./ Arturo Sallago C.

Profundidad (m)	Clasificación		Origen	Muestra N°	Densidad Natural (g/cm ³)	Permeabilidad	Descripción y Clasificación de material, color, consistencia, grado de compactación, forma de fragmentos, tamaño máximo de fragmentos, presencia de materia orgánica, etc.
	S.U.C.S.	Simbología Gráfica					
0,5	GM						<p>0, 00 – 1, 10 m – Mezcla heterogénea de gravas y arenas, de color marrón claro, de baja compactación, engloba fragmentos redondeados a sub-redondeados con diámetro de hasta 10" en un porcentaje estimado del 25 – 30%, también se observa presencia de material orgánico (restos de raíces de plantas).</p> <p>1,10 – 3, 00 m – Mezcla de fragmentos rocosos, angulosos, de tamaños heterométricos, de color gris blanquecino, en un porcentaje aproximado de 60 - 70%, de compactación media, con matriz limo arenoso, gravoso, seco, de baja plasticidad cuando húmedo. Los fragmentos rocosos se presentan ligeramente alteradas, desde los 2, 00 m de profundidad.</p> <p>Nota: no se encontró el nivel freático.</p>
1,0							
1,5							
2,0							
2,5							
3,0							






OBSERVACIONES: Se obtuvo muestras integrales entre profundidades de 2,00 – 3,00 m.

PEPSA

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Proyecto : L.T 138 kV. Huallan -N.Quitar.
 Estructura: Línea Transmisión 138 kV
 Coordenadas: 186 367 E y 9 025 004 N
 Método de Excav. : Manual
 Tamaño Excav. : 1,20 x 1,20 x 2,90 m

Excavación : CLT- 01- Q /V-0
 Nivel freático (m) : ----
 Inicio : 29-09-08
 Término : 29-09-08
 Realizado por: J. Sánchez V./ Arturo Sallago C.

Profundidad (m)	Clasificación		Origen	Muestra N°	Densidad Natural (g/cm ³)	Permeabilidad	Descripción y Clasificación de material, color, consistencia, grado de compactación, forma de fragmentos, tamaño máximo de fragmentos, presencia de materia orgánica, etc.
	S.U.C.S.	Simbología Gráfica					
0,5	SM						<p>0, 00 – 0, 50 m.- Limo arenoso, color grisáceo, seco, polvoriento, de media a alta compactación, de mediana plasticidad, engloba gravas angulosas en un porcentaje estimado del 20%, aproximadamente.</p>
1,0						<p>0, 50 – 1, 05 m.- Losa de concreto englobando fragmentos rocosos de formas sub-redondeados a redondeados, de hasta 0,15 m de diámetro; bastante duro.</p>	
1,5						<p>1, 05 – 2, 90 m.- mezcla heterogénea de fragmentos rocosos heterométricos, de tamaños entre 5" y 18" de diámetro, de formas redondeadas, en un porcentaje estimado del 40%, con matriz limo arenoso, gravillosos, seco, polvoriento, de buena compactación, de mediana plasticidad cuando se humedece.</p>	
2,0						<p>Nota: no se encontró el nivel freático</p>	
2,5							
3,0							

OBSERVACIONES: Se obtuvo muestras integrales entre profundidades de 1,05 a 2,90 m.

PEPSA

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Proyecto : Est. Def. L.T 138 kV. Huallanca

Estructura: Nueva S.E. Quitaraca

Coordenadas:

Método de Excav: **Manual**

Tamaño Excav.: 1,20 x 1,20 x 2,80 m


Excavación : **CSE-Q- 01**

Nivel freático (m) : ----

Inicio : **01-10-08**

Término : **01-10-08**

Realizado por: **J. Sánchez V./ Arturo Sallago C.**

Profundidad (m)	Clasificación		Origen	Muestra N°	Densidad Natural (g/cm ³)	Permeabilidad	Descripción y Clasificación de material, color, consistencia, grado de compactación, forma de fragmentos, tamaño máximo de fragmentos, presencia de materia orgánica, etc.
	S.U.C.S.	Simbología Gráfica					
0,5	SM						<p>0, 00 – 0, 30 m.- Limo arenoso, color grisáceo, seco, polvoriento, de media a alta compacidad, de mediana plasticidad, engloba gravas angulosas en un porcentaje estimado del 20%, aproximadamente.</p> <p>0, 30 – 2, 80 m.- mezcla heterogénea de fragmentos rocosos heterométricos, de tamaños entre 6" y 15" de diámetro, de formas redondeadas, en un porcentaje estimado del 40%, con matriz limo arenoso, gravillosos, seco, polvoriento, de buena compacidad, de mediana plasticidad cuando se moja. No hay problemas de geodinámico externa, salvo erosión en la base de los acantilados, por crecidas de los ríos, en zonas muy puntuales.</p> <p>Nota: no se encontró el nivel freático</p>
1,0							
1,5							
2,0							
2,5							
3,0							

OBSERVACIONES: Se obtuvo muestras integrales entre profundidades de 1,60 a 2,80 m.

ENSAYOS DE LABORATORIO


RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : Indicada
FECHA : OCT.2008

Calicata N°	Muestra m De-a	Análisis granulométrico por tamices, vía húmeda, ASTM-D-422											
		Porcentaje acumulativo que pasa en peso											
		1 1/2"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60	N°100	N°200
CLT-Q-01	2.00-3.00	100.00	95.74	86.16	83.77	74.40	69.72	52.98	39.05	29.01	21.15	16.20	11.42
CLT-Q-02	1.80-3.00		100.00	99.50	99.26	98.22	95.74	75.65	56.12	39.65	25.21	17.59	10.23
CLT-Q-03	1.80-3.00	100.00	97.97	94.52	91.14	78.93	68.70	51.89	37.55	28.07	21.59	17.47	13.21
CLT-Q-04	2.00-3.00	100.00	89.33	81.14	74.23	65.10	58.60	47.32	37.41	31.28	26.89	23.59	18.58
CLT-01-Q/V-0	1.05-2.90	92.71	88.26	83.54	82.31	79.05	76.97	66.62	57.40	49.72	41.94	35.51	27.69
CSE-Q-01	1.60-2.80	98.53	96.33	92.48	90.80	87.10	84.63	74.05	61.81	50.25	40.12	32.82	24.42

Muestras enviadas a nuestro laboratorio para su procesamiento.

R Y P DE INGENIERIA S.R.L.


CESAR VELCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 6314





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM-D-422

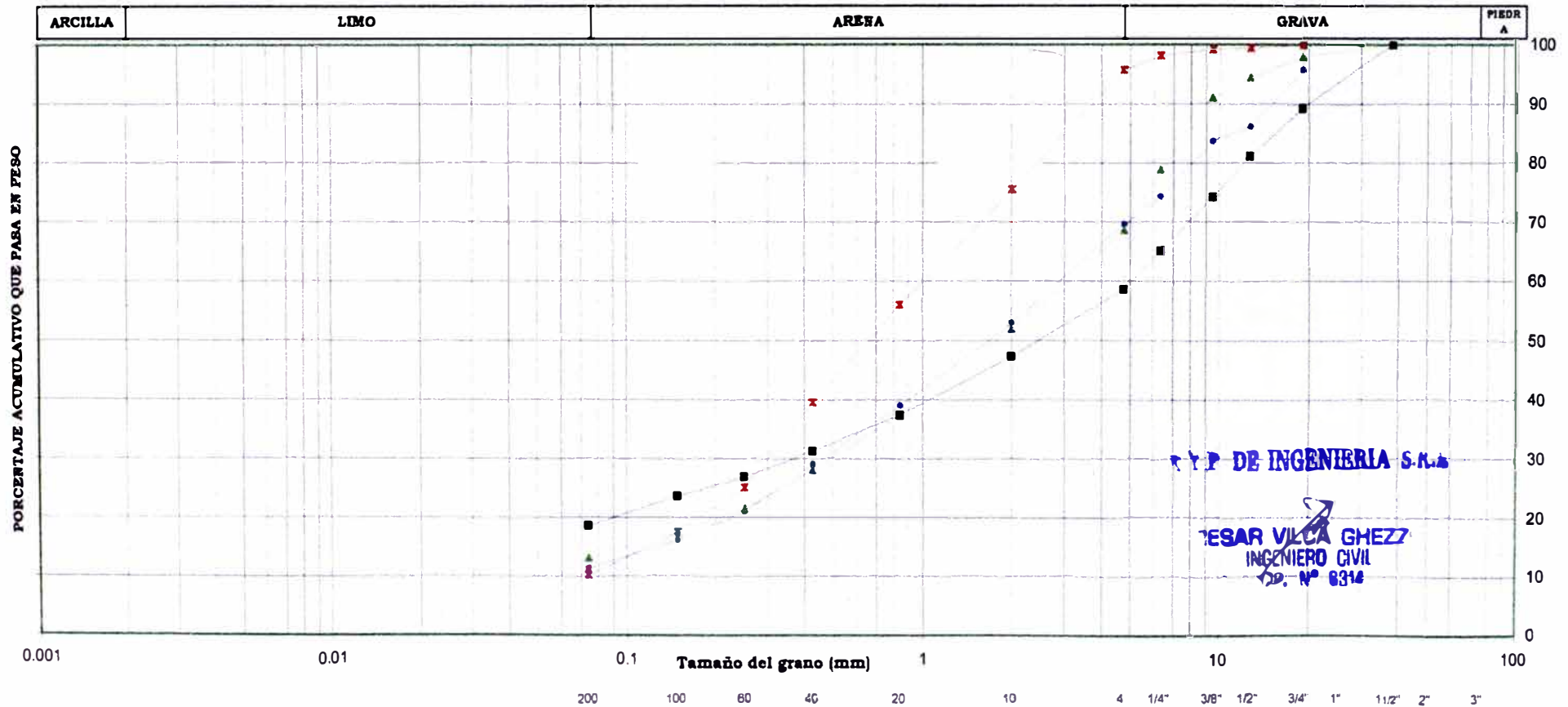
PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaraca; línea de alimentación al Proyecto Quitaraca

UBICACIÓN : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash

CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**

FECHA : OCT.2008

Calicata	Muestra m De-a	Gráfico	Límites de Consistencia %				Clasificación de suelos SUCS
			LL	LP	LC	IP	
CLT-Q-01	2.00-3.00	◆	17.90			N.P.	SP-SM
CLT-Q-02	1.80-3.00	×	28.57			N.P.	SP-SM
CLT-Q-03	1.80-3.00	▲	25.43	17.13		8.30	SC
CLT-Q-04	2.00-3.00	■	19.40	15.98		3.42	GM





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM-D-422

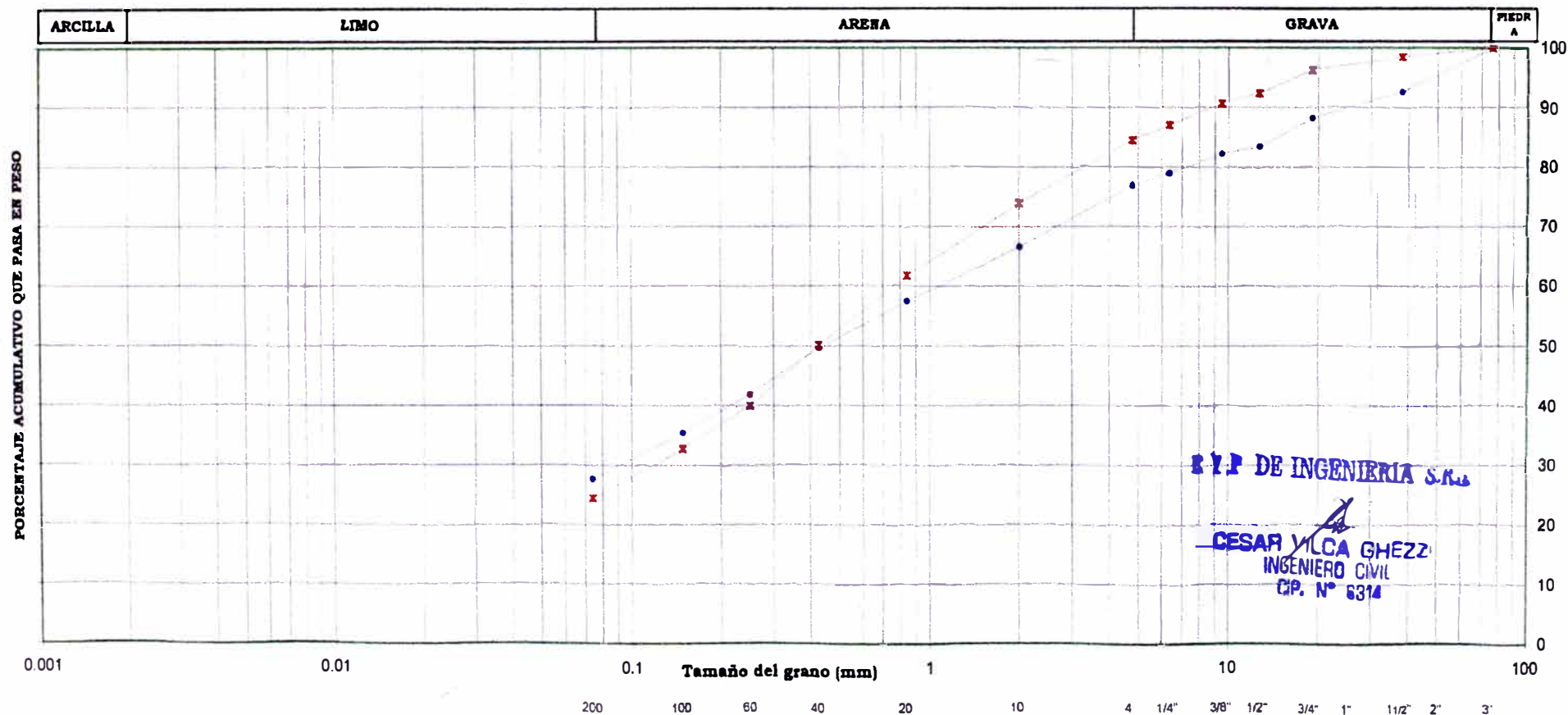
PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa

UBICACIÓN : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash

CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**

FECHA : OCT.2008

Calicata	Muestra m	Gráfico	Límites de Consistencia %				Clasificación de suelos SUCS
			LL	LP	LC	IP	
Nº	De-a						
CLT-01-Q/V-0	1.05-2.90	●	16.01	13.19		2.82	SM
CSE-Q-01	1.60-2.80	✕	14.98	12.05		2.93	SM



EYP DE INGENIERIA S.R.L.

CESAR Y LCA GHEZZI
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 6314

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsá; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsá
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : Indicada
FECHA : OCT.2008

ANÁLISIS QUÍMICOS

Calicata	Muestra m De-a	ph ASTM-D-1293	Sales Solubles	Cloruros	Sulfatos en	C.E. Micromhos/cm
			Totales S.S.T. ASTM-D-1889 p.p.m.	Cl ASTM-D-512 p.p.m.	términos de SO ₄ ASTM-D-516 p.p.m.	
Nº						
CLT-Q-01	2.00-3.00	7.20	71.40	16.28	2.45	380.00
CLT-Q-02	1.80-3.00	7.70	30.00	7.09	1.20	160.00
CLT-Q-04	2.00-3.00	7.90	2,622.00	986.85	1,104.69	16,000.00

Muestras enviadas a nuestro laboratorio para su procesamiento.

E.Y.P. DE INGENIERIA S.A.


CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 6314



RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : Indicada
FECHA : OCT.2008

ANÁLISIS QUÍMICOS

Calicata	Muestra	ph	Sales Solubles Totales S.S.T.	Cloruros Cl	Sulfatos en términos de SO ₄	C.E.
Nº	De-a	ASTM-D-1293	ASTM-D-1889 p.p.m.	ASTM-D-512 p.p.m.	ASTM-D-516 p.p.m.	Micromhos/cm
CSE-Q-01	1.60-2.80	7.50	150.50	13.72	51.63	800.00

Muestra enviada a nuestro laboratorio para su procesamiento.

R. Y. P. DE INGENIERIA S.R.L.


CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 6314



RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : Indicada
FECHA : OCT.2008

Calicata N°	Muestra m De-a	Límites de Consistencia %			Clasificación de suelos SUCS ASTM-D-2487
		Límite Líquido ASTM-D-4318	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	
CLT-Q-01	2.00-3.00	17.90		N.P.	SP-SM
CLT-Q-02	1.80-3.00	28.57		N.P.	SP-SM
CLT-Q-03	1.80-3.00	25.43	17.13	8.30	SC
CLT-Q-04	2.00-3.00	19.40	15.98	3.42	GM
CLT-01-Q/V-0	1.05-2.90	16.01	13.19	2.82	SM
CSE-Q-01	1.60-2.80	14.98	12.058	2.93	SM

Muestras enviadas a nuestro laboratorio para su procesamiento.

R.Y.P. DE INGENIERIA S.R.L.


CESAR VALDE GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 6313



RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : Indicada
FECHA : OCT.2008

PESO VOLUMÉTRICO DE LA GRAVA

Calicata Nº	Muestra m De-a	P.v.
CLT-Q-01	2.00-3.00	2.548
CLT-Q-02	1.80-3.00	2.587
CLT-Q-03	1.80-3.00	2.578
CLT-Q-04	2.00-3.00	2.556
CLT-01-Q/V-0	1.05-2.90	2.589
CSE-Q-01	1.60-2.80	2.595

Muestras enviadas a nuestro laboratorio para su procesamiento.

R Y P DE INGENIERIA S.R.L.


 CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 6314



DE INGENIERIA S.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : Indicada
FECHA : OCT.2008

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS ASTM-D-854

Calicata Nº	Muestra m De-a	P.e.
CLT-Q-01	2.00-3.00	2.778
CLT-Q-02	1.80-3.00	2.623
CLT-Q-03	1.80-3.00	2.653
CLT-Q-04	2.00-3.00	2.743
CLT-01-Q/V-0	1.05-2.90	2.624
CSE-Q-01	1.60-2.80	2.583

Muestras enviadas a nuestro laboratorio para su procesamiento.

E.Y.P. DE INGENIERIA S.R.L.


CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 6314



DE INGENIERIA S.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : Indicada
FECHA : OCT.2008

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM-D-2216

Calicata N°	Muestra m De-a	w %
CLT-Q-01	2.00-3.00	1.97
CLT-Q-02	1.80-3.00	2.16
CLT-Q-03	1.80-3.00	2.81
CLT-Q-04	2.00-3.00	8.16
CLT-01-Q/V-0	1.05-2.90	1.84
CSE-Q-01	1.60-2.80	1.94

Muestras enviadas a nuestro laboratorio para su procesamiento.

E Y P DE INGENIERIA S.R.L.


CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 6318



DE INGENIERIA S.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS. CONCRETO Y PAVIMENTOS

MANUEL GONZALES DE LA ROSA 435 □ LIMA 17 - PERU □ ☎ 461-8979 TELEFAX: 461-5253

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : Indicada
FECHA : OCT.2008

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO DEL CONO DE ARENA ASTM-D-1556

Calicata N°	Profundidad m De-a	w %	Grava %	P.v. Grava	Densidad Natural gr/cm ³		
					Húmeda Total	Seca Total	Material que pasa el tamiz N°4
CLT-Q-01	2.40-2.60	1.97	30.28	2.548	1.897	1.871	1.677
CLT-Q-02	2.30-2.43	2.16	4.26	2.587	1.759	1.721	1.696
CLT-Q-03	2.45-2.58	2.81	31.30	2.578	1.943	1.906	1.704
CLT-Q-04	2.42-2.55	8.16	41.40	2.556	2.206	2.105	1.872
CLT-01-Q/V-0	2.48-2.61	1.84	23.03	2.589	2.042	2.013	1.887
CSE-Q-01	2.58-2.70	1.94	15.37	2.595	1.903	1.872	1.782

Ensayos procesados en nuestro laboratorio.

R Y P DE INGENIERIA S.A.


CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 C.I.E. N° 8348

CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : CLT-Q-01 2.40m-2.60m
FECHA : OCT.2008

Specimen		A	B	C
Lado	cm	6.10	6.10	6.10
Altura	cm	2.54	2.54	2.54
Densidad seca	gr/cm ³	1.671	1.677	1.686
Humedad inicial	%	1.78	2.02	2.11
Humedad final	%	23.35	22.94	22.34
Carga	kg/cm ²	1.0	2.0	4.0

Deformación Unitaria

ϵ
%

Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal

kg/cm²

0.5	0.0579	0.0838	0.1369
1.0	0.1223	0.1611	0.2282
2.0	0.2349	0.2805	0.3553
3.0	0.3185	0.3674	0.4335
4.0	0.3925	0.4384	0.4954
5.0	0.4471	0.4893	0.5346
7.0	0.5308	0.5608	0.5932
9.0	0.5868	0.6092	0.6291
11.0	0.6170	0.6285	0.6389
13.0	0.6312	0.6434	0.6434
15.0	0.6434	0.6382	0.6355
17.0	0.6428	0.6289	0.6161
19.0	0.6305	0.6100	0.5961

Angulo de fricción Interna = 32.76 °
Cohesión = 0 Kg/cm²

Especímenes remoldeados a la δ_{N^4} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.

E Y P DE INGENIERIA S.R.L.

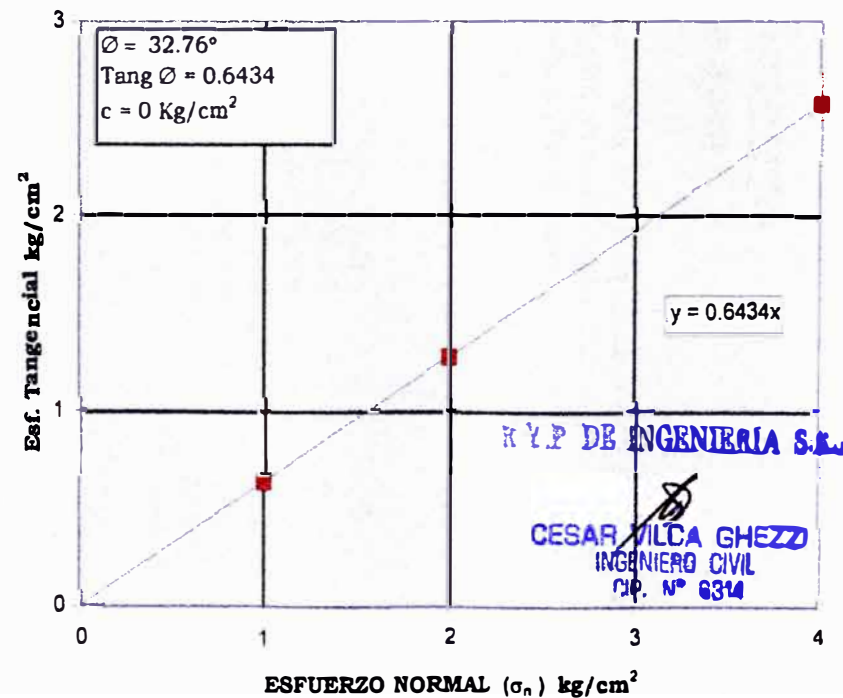
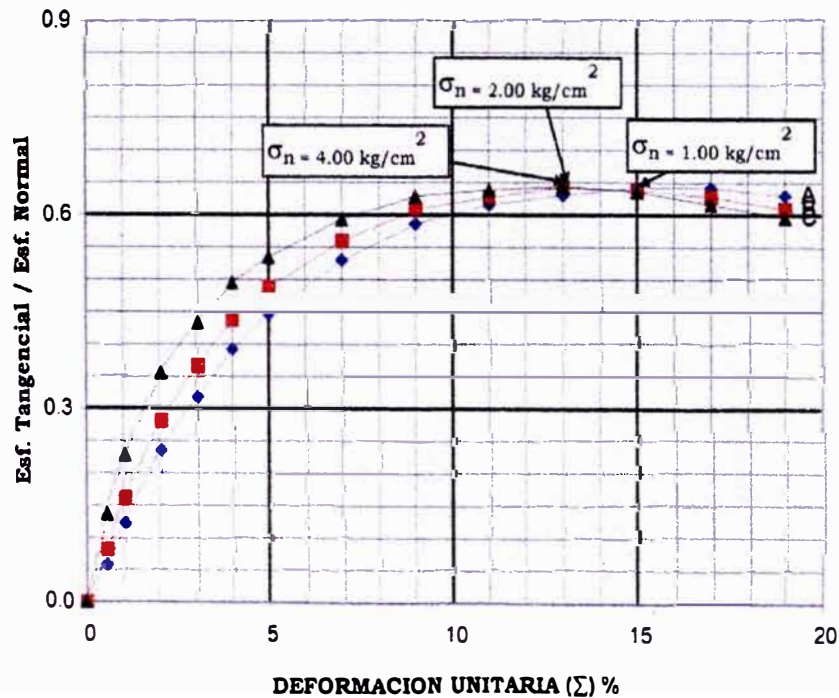

CESAR VILCA GHEZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 8318

CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACIÓN Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA CLT-Q-01 2.40m-2.60m
FECHA OCT.2008

Especímen Nº	l cm	h cm	% Humedad		Densidad Seca gr/cm ³	Esfuerzo Normal Kg/cm ²
			Inicial	Final		
A	6.10	2.54	1.78	23.35	1.671	1.0
B	6.10	2.54	2.02	22.94	1.677	2.0
C	6.10	2.54	2.11	22.34	1.686	4.0

Especímenes remoldeados a la δ_{N-4} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.



CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : CLT-Q-03 2.45m-2.58m
FECHA : OCT.2008

Especimen		A	B	C
Lado	cm	6.10	6.10	6.10
Altura	cm	2.54	2.54	2.54
Densidad seca	gr/cm ³	1.695	1.706	1.711
Humedad inicial	%	2.69	2.52	3.22
Humedad final	%	20.87	20.18	19.76
Carga	kg/cm ²	1.0	2.0	4.0

Deformación Unitaria

ϵ

%

Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal

kg/cm²

0.5	0.0341	0.0621	0.1164
1.0	0.0690	0.1292	0.2031
2.0	0.1374	0.2219	0.3014
3.0	0.2052	0.3107	0.3687
4.0	0.2701	0.3816	0.4126
5.0	0.3296	0.4260	0.4489
7.0	0.4425	0.5131	0.4991
9.0	0.5334	0.5610	0.5365
11.0	0.6066	0.5965	0.5664
13.0	0.6557	0.6169	0.5835
15.0	0.6838	0.6288	0.6013
17.0	0.7042	0.6303	0.6021
19.0	0.7111	0.6317	0.6030

Angulo de fricción Interna = 29.85 °

Cohesión = 0.11 Kg/cm²

Especímenes remoldeados a la δ_{N-4} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.

EYP DE INGENIERIA S.R.

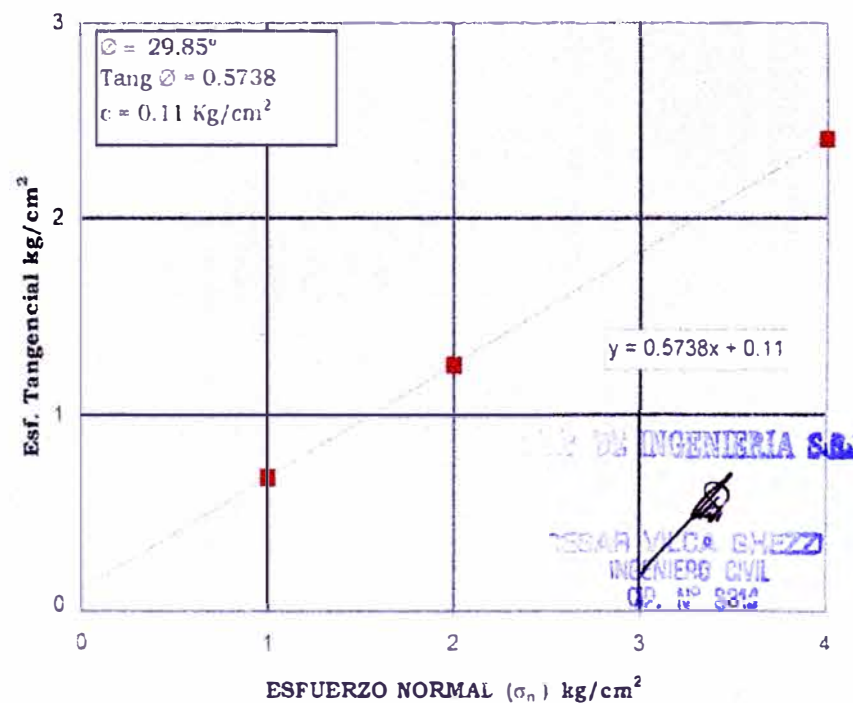
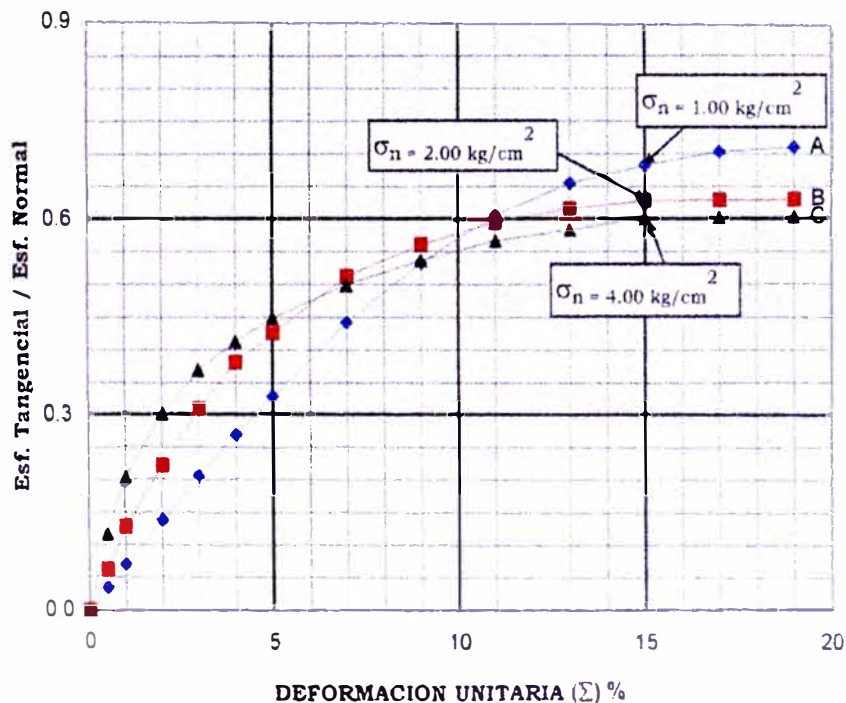
DESAR VILCA GREZZI
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 6314

CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACIÓN Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE PEPSA - TECSULT
MUESTRA CLT-Q-03 2.45m-2.58m
FECHA OCT.2008

Especimen N°	l cm	h cm	% Humedad		Densidad Seca gr/cm ³	Esfuerzo Normal Kg/cm ²
			Inicial	Final		
A	6.10	2.54	2.69	20.87	1.695	1.0
B	6.10	2.54	2.52	20.18	1.706	2.0
C	6.10	2.54	3.22	19.76	1.711	4.0

Especímenes remoldeados a la δ_{N^d} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.



CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : CLT-Q-04 2.42m-2.55m
FECHA : OCT.2008

Especimen		A	B	C
Lado	cm	6.10	6.10	6.10
Altura	cm	2.54	2.54	2.54
Densidad seca	gr/cm ³	1.866	1.870	1.880
Humedad inicial	%	7.93	8.21	8.34
Humedad final	%	16.84	16.41	15.97
Carga	kg/cm ²	1.0	2.0	4.0

Deformación Unitaria

ϵ
%

0.5
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
7.0
9.0
11.0
13.0
15.0
17.0
19.0

Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal

kg/cm²

0.0275 0.0589 0.1093
 0.0545 0.1233 0.1776
 0.1096 0.2331 0.2531
 0.1695 0.3174 0.3076
 0.2239 0.3791 0.3555
 0.2753 0.4188 0.3883
 0.3704 0.4804 0.4456
 0.4550 0.5174 0.4919
 0.5235 0.5401 0.5140
 0.5732 0.5545 0.5252
 0.6052 0.5652 0.5452
 0.6209 0.5652 0.5481
 0.6276 0.5652 0.5548

Angulo de fricción Interna = 27.71 °

Cohesión = 0.08 Kg/cm²

Especímenes remoldeados a la δ_{N4} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.

E y P DE INGENIERIA S.R.L.

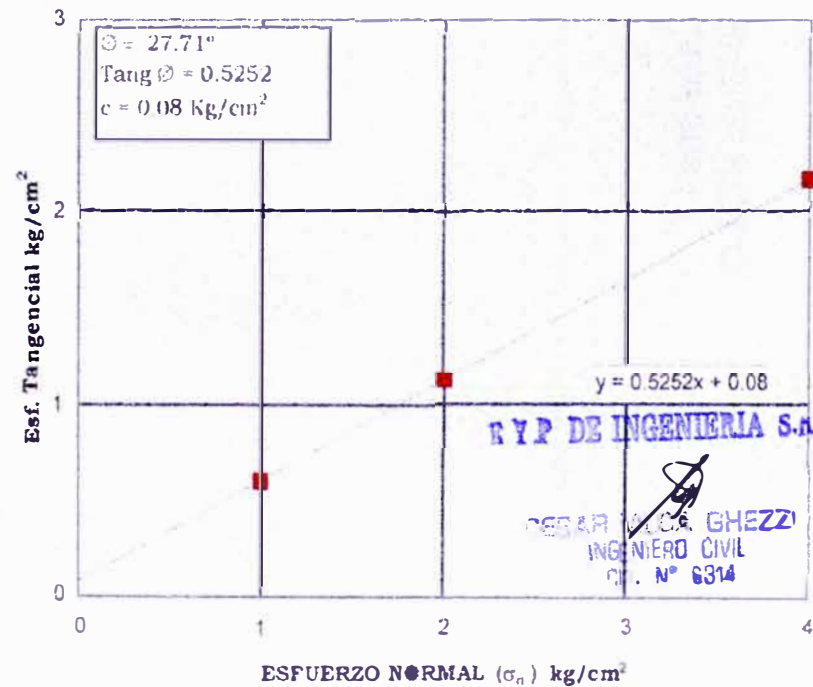
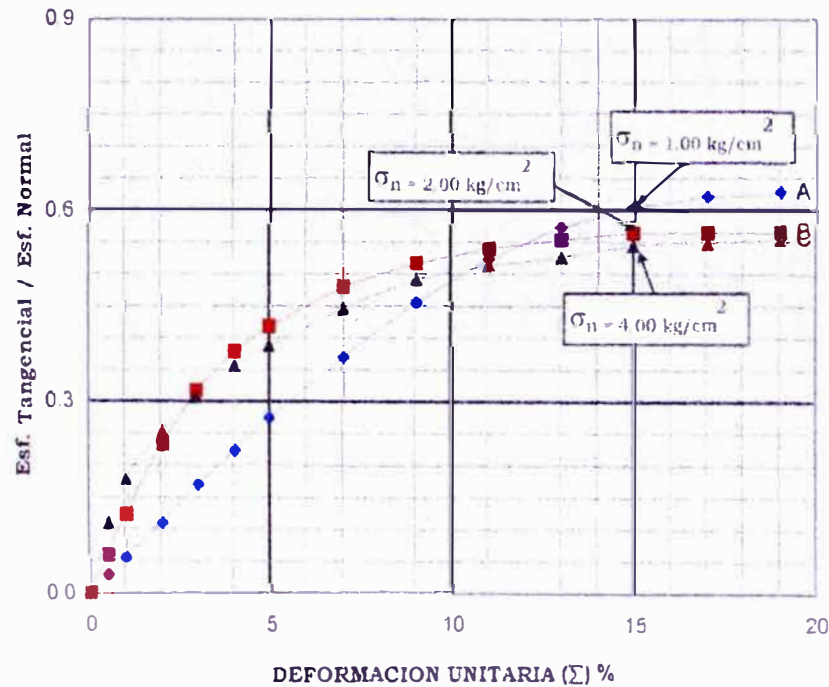

CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 9314

CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACIÓN Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE PEPSA - TECSULT
MUESTRA CLT-Q-04 2.42m-2.55m
FECHA OCT.2008

Especímen N°	l cm	h cm	% Humedad		Densidad Seca gr/cm ³	Esfuerzo Normal Kg/cm ²
			Inicial	Final		
A	6.10	2.54	7.93	16.84	1.866	1.0
B	6.10	2.54	8.21	16.41	1.870	2.0
C	6.10	2.54	8.34	15.97	1.880	4.0

Especímenes remoldeados a la $\delta_{v,4}$ y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.





DE INGENIERIA S.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 MANUEL GONZALES DE LA ROSA 435 □ LIMA 17 - PERU □ ☎ 461 8979 TELEFAX: 461 5253

CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : CLT-01-Q/V-0 2.48m-2.61m
FECHA : OCT.2008

Especimen		A	B	C
Lado	cm	6.10	6.10	6.10
Altura	cm	2.54	2.54	2.54
Densidad seca	gr/cm ³	1.850	1.887	1.899
Humedad inicial	%	1.74	1.81	1.97
Humedad final	%	15.81	15.33	14.97
Carga	kg/cm ²	1.0	2.0	4.0

Deformación Unitaria

ϵ

%

Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal

kg/cm²

0.5	0.0303	0.0665	0.1248
1.0	0.0601	0.1391	0.2028
2.0	0.1209	0.2630	0.2891
3.0	0.1870	0.3581	0.3513
4.0	0.2471	0.4277	0.4060
5.0	0.3037	0.4726	0.4435
7.0	0.4086	0.5420	0.5090
9.0	0.5019	0.5838	0.5619
11.0	0.5775	0.6094	0.5870
13.0	0.6324	0.6256	0.5998
15.0	0.6677	0.6377	0.6227
17.0	0.6851	0.6377	0.6260
19.0	0.6924	0.6377	0.6337

Angulo de fricción Interna = 31.29 °

Cohesión = 0.06 Kg/cm²

Especímenes remoldeados a la δ_{N-4} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.

EIP DE INGENIERIA S.R.L.

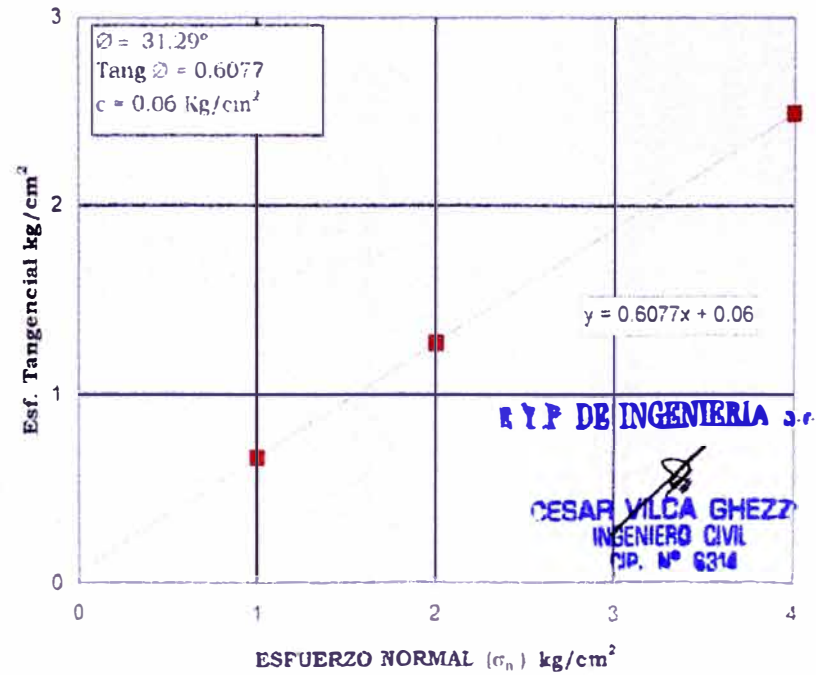
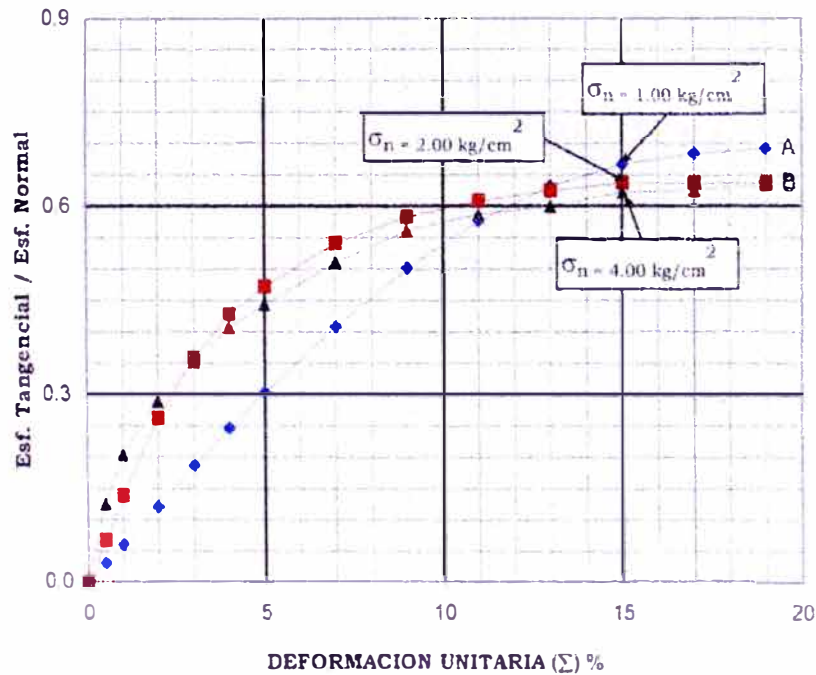

CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 8314

CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACIÓN Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA CLT-01-Q/V-0 2.48m-2.61m
FECHA OCT.2008

Especimen Nº	l cm	h cm	% Humedad		Densidad Seca gr/cm ³	Esfuerzo Normal Kg/cm ²
			Inicial	Final		
A	6.10	2.54	1.74	15.81	1.850	1.0
B	6.10	2.54	1.81	15.33	1.887	2.0
C	6.10	2.54	1.97	14.97	1.899	4.0

Especímenes remoldeados a la δ_{N^a} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.



CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO : Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACION : Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE : **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA : CSE-Q-01 2.58m-2.70m
FECHA : OCT.2008

Especimen		A	B	C
Lado	cm	6.10	6.10	6.10
Altura	cm	2.54	2.54	2.54
Densidad seca	gr/cm ³	1.770	1.775	1.801
Humedad inicial	%	1.73	2.01	2.08
Humedad final	%	17.24	16.95	16.18
Carga	kg/cm ²	1.0	2.0	4.0

Deformación Unitaria

ϵ

%

0.5
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
7.0
9.0
11.0
13.0
15.0
17.0
19.0

Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal

kg/cm²

0.0320 0.0708 0.1337
 0.0634 0.1482 0.2172
 0.1276 0.2802 0.3097
 0.1974 0.3817 0.3763
 0.2607 0.4558 0.4349
 0.3205 0.5036 0.4751
 0.4312 0.5776 0.5453
 0.5297 0.6221 0.6019
 0.6094 0.6495 0.6289
 0.6673 0.6667 0.6426
 0.7046 0.6796 0.6671
 0.7229 0.6796 0.6706
 0.7307 0.6796 0.6789

Angulo de fricción Interna = 33.21 °

Cohesión = 0.05 Kg/cm²

Especímenes remoldeados a la δ_{N-4} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.

EYP DE INGENIERIA S.A.

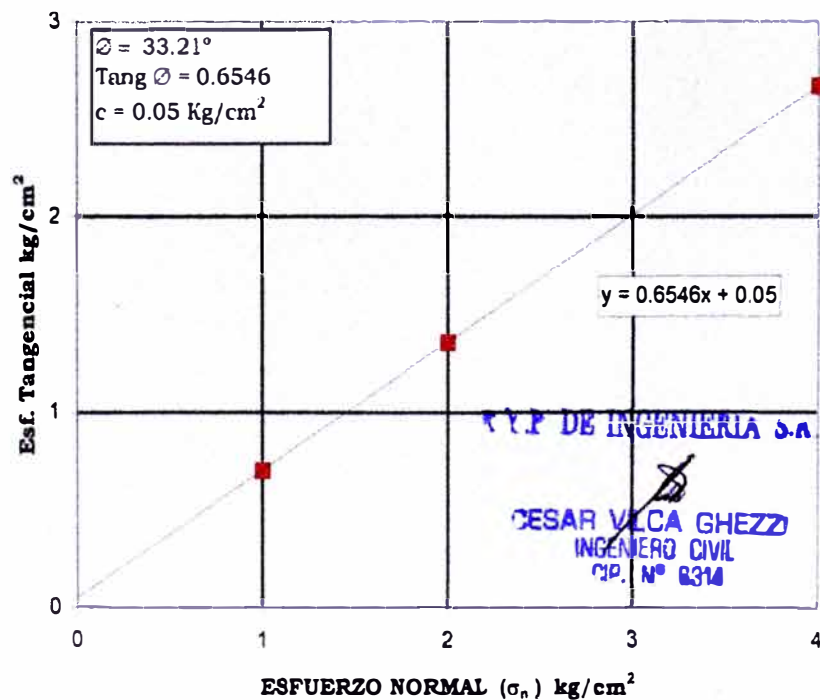
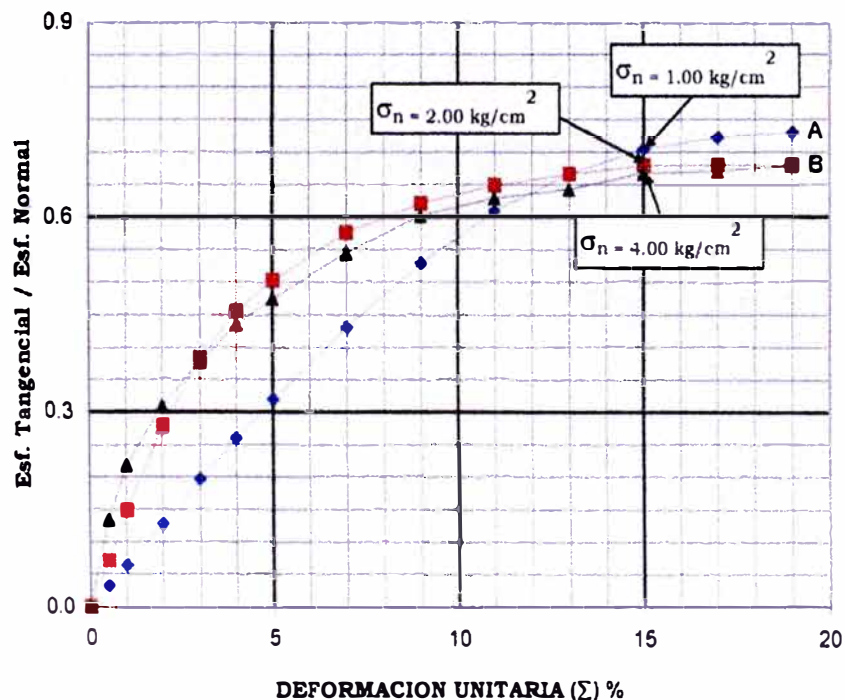

CESAR VILCA GHEZZI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 8318

CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO Estudio Definitivo en 138 kV de la S.E. Huallanca a la S.E. Quitaracsa; línea de alimentación al Proyecto Quitaracsa
UBICACIÓN Dist. Huallanca, Prov. Caraz, Dpto. Ancash
CLIENTE **PEPSA - TECSULT**
MUESTRA CSE-Q-01 2.58m-2.70m
FECHA OCT.2008

Especimen	l	h	% Humedad		Densidad Seca	Esfuerzo Normal
Nº	cm	cm	Inicial	Final	gr/cm ³	Kg/cm ²
A	6.10	2.54	1.73	17.24	1.770	1.0
B	6.10	2.54	2.01	16.95	1.775	2.0
C	6.10	2.54	2.08	16.18	1.801	4.0

Especímenes remoldeados a la δ_{N_s} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método del cono de arena.



FOTOGRAFIAS



Foto N° 01.- Calicata CLT-Q-01, excavado en el Vértice V-9B, los suelos son de compacidad media, constituidos por arenas y limos, engloba fragmentos heterométricos angulosos a sub-angulosos de 6"-12" de diámetro.



Foto N° 02.- Calicata CLT-Q-02; los suelos están constituidos por una Mezcla heterogénea de gravas, arenas y limos color beige claro, de compacidad media, secos, con fragmentos rocosos sub-redondeados, poco alterados.



Foto N° 03.- Calicata CLT-H-03, excavado en el vértice V-5B, obsérvese los suelos de mediana compacidad, constituidos una matriz areno limosa.



Foto N° 04.- Calicata CLT-H-03, obsérvese los fragmentos rocosos heterométricos, angulosos a sub-angulosos, de 6" – 30", de diámetro. Se presentan alterados y muy fracturados, sobre una matriz areno limosa.



Foto N° 05.- Calicata CLT-Q-04, excavado en el vértice V-3B, mezcla heterogénea de gravas y arenas, de color marrón claro, de baja compactad, engloba fragmentos rocosos sub-redondeados con diámetro de hasta 10" en un porcentaje estimado del 60-70%.



Foto N° 06.- Calicata CLT-H-04. Se observa los fragmentos rocosos extraídos de la excavación en un porcentaje aproximado de 60 -70%. Estos fragmentos presentan con un grado de alteración moderado.



Foto N° 07.- Zona de ubicación del Vértice V-2B de la L.T. 22,9 kV (S.E. Quitaracsa – Toma) en depósitos aluvionales interdigitadas con depósitos caluviales, estimándose que dicho material supera los 6.0 m. de espesor.



Foto N° 08.- Zona de ubicación Vértice V-1C en depósitos caluviales – deluviales (L.T. 22.9 kV S.E. Quitaracsa – Toma).



Foto N° 09.- Ubicación Vértice V – 2C en rocas de granodiente / tonalita, roca dura L.T. 22.9 kV S.E. Quitaracsa – Toma).



Foto N° 10.- Calicata CSE-Q-01 (V-1A), excavada en la S.E. Quitaracsa.



Foto N° 11.- Corte de terraza en la S.E. Quitaracsa, formada por el Río Santa, se puede ver la litología del depósito aluvional.

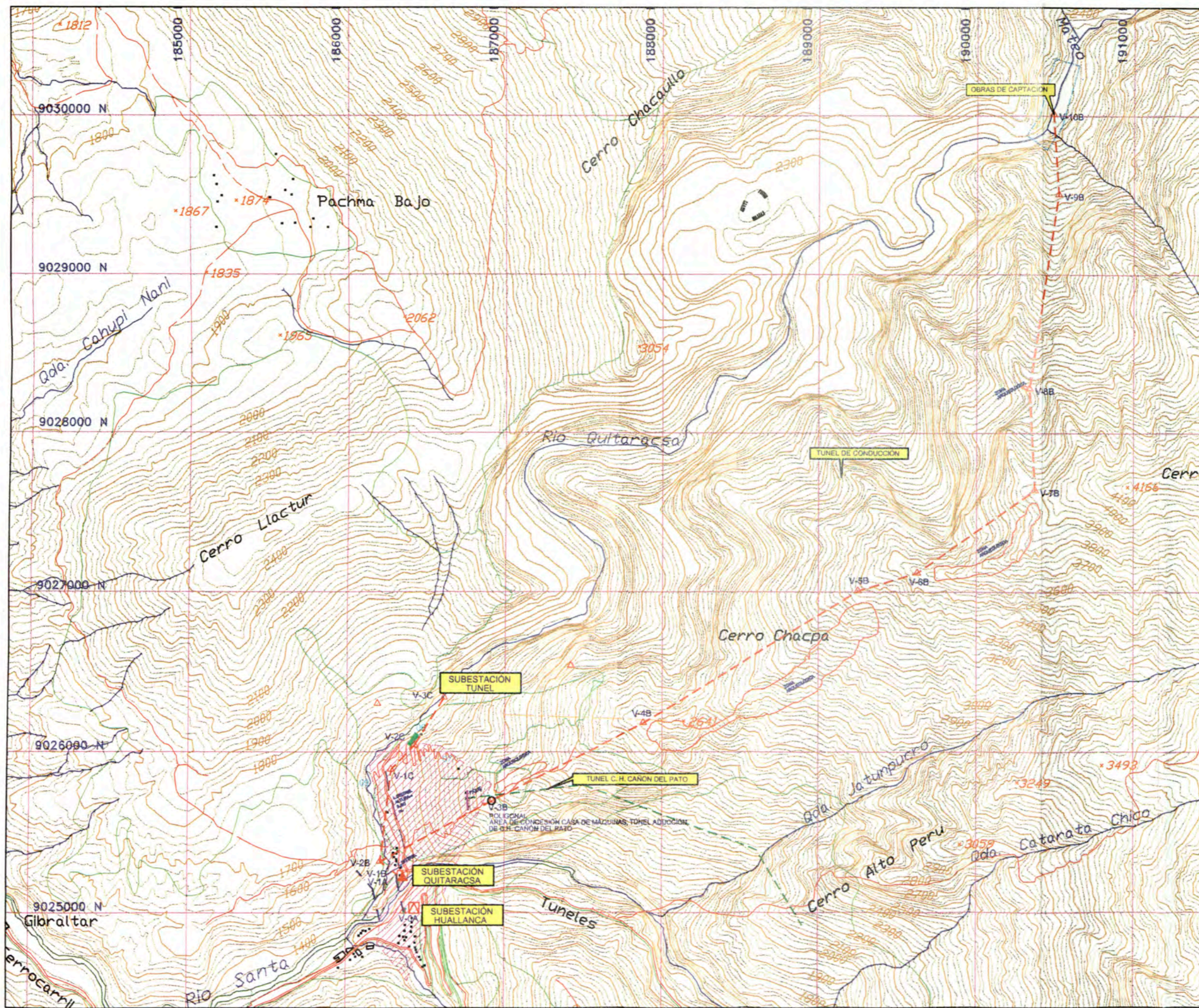


Foto N° 12.- Excavación realizada en el vértice V-0A, en la primera estructura de salida de la subestación Huallanca 138 kV a Subestación Quitaracsa.



Foto N° 13.- Vista panorámica, tomada desde partes altas del flanco derecho del Río Quitarcasa, se puede observar la zona de ubicación de la S.E. Quitarcasa (1), y en la parte central superior la S.E. Huallanca (2).

PLANOS



**LINEA DE TRANSMISION 138 KV
S.E. HUALLANCA - S.E. QUITARACSA I**

COORDENADAS UTM (SISTEMA PSAD56)			
No.	VERTICE	ESTE	NORTE
1	V-0A	186 386.56	9 025 008.23
2	V-1A	186 321.94	9 025 200.96

**LINEA DE SUBTRANSMISION 22.9 KV
S.E. QUITARACSA I - TOMA**

COORDENADAS UTM (SISTEMA PSAD56)			
No.	VERTICE	ESTE	NORTE
1	V-1B	186 321.99	9 025 240.24
2	V-2B	186 217.00	9 025 318.00
3	V-3B	186 920.42	9 025 696.07
4	V-4B	187 882.04	9 026 180.01
5	V-5B	189 251.18	9 027 006.03
6	V-6B	189 624.81	9 027 119.95
7	V-7B	190 370.24	9 027 698.83
8	V-8B	190 336.11	9 028 279.57
9	V-9B	190 521.94	9 029 507.74
10	V-10B	190 486.79	9 030 012.27

**LINEA DE SUBTRANSMISION 22.9 KV
S.E. QUITARACSA I - S.E. TUNEL**

COORDENADAS UTM (SISTEMA PSAD56)			
No.	VERTICE	ESTE	NORTE
1	V-2B	186 217.00	9 025 318.00
2	V-1C	186 282.04	9 025 889.84
3	V-2C	186 430.29	9 026 042.11
4	V-3C	186 615.44	9 026 338.19

LEYENDA	
	SUBESTACION EXISTENTE
	SUBESTACION PROYECTADA
	LINEA DE TRANSMISION 138 KV PROYECTADO
	LINEA DE SUBTRANSMISION 22.9 KV PROYECTADO
	VERTICE DE LINEA
	CONCESION EGENOR



N°	FECHA	REVISIONES	REV.	APROS.
1				
2				
3				
4				
5				



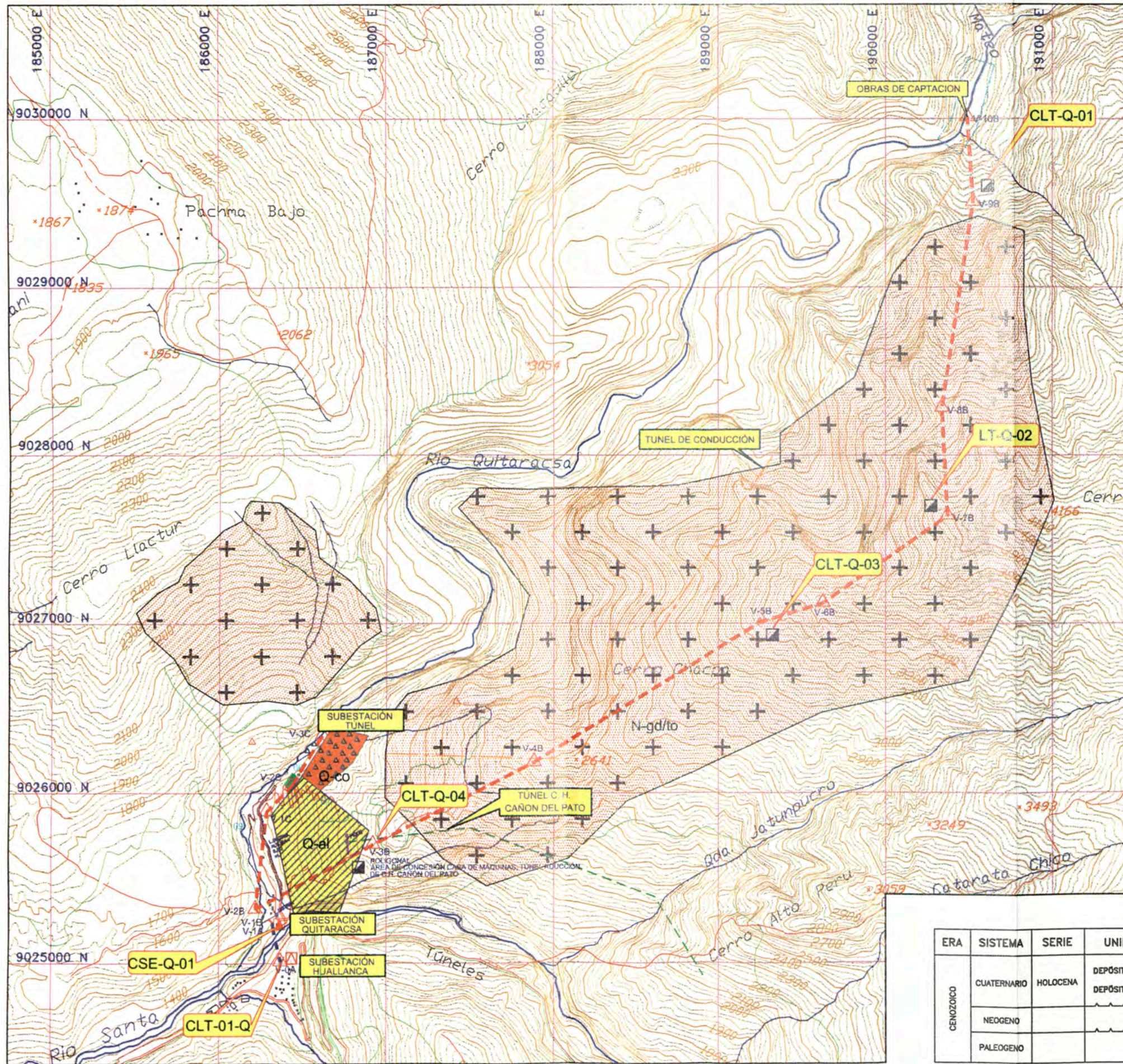
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA
MINERA Y METALURGICA

"Estudio Geológico y Geotécnico para la Estabilidad de las Torres de Alta Tensión entre las Subestaciones Huallanca - Quitaracsa", Prov. Huaylas - Dpto Ancash

MAPA DEL TRAZO DE RUTA

Preparado por: A. Sallago	Fecha: Nov. 2008	Plano N° 1
------------------------------	---------------------	------------

PROYECTO N°	9428
PLANO N°	1/1
ESCALA	1:12 500
REV.	0
FORMATO	A-1
ARCHIVO	94280010.DWG



LEYENDA	
	SUBESTACION EXISTENTE
	SUBESTACION PROYECTADA
	LINEA DE TRANSMISION 138 kV PROYECTADO
	LINEA DE SUBTRANSMISION 22.9 kV PROYECTADO
	VERTICE DE LINEA
	CONCESION EGENOR
	CALICATA



LEYENDA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	DEPOSITOS ALUVIALES DEPOSITOS COLUVIALES	GRANODIORITAS / TOMALITA (gd/To)
		DISCORDANCIA		
	NEOGENO	DISCORDANCIA		
	PALEOGENO	DISCORDANCIA		

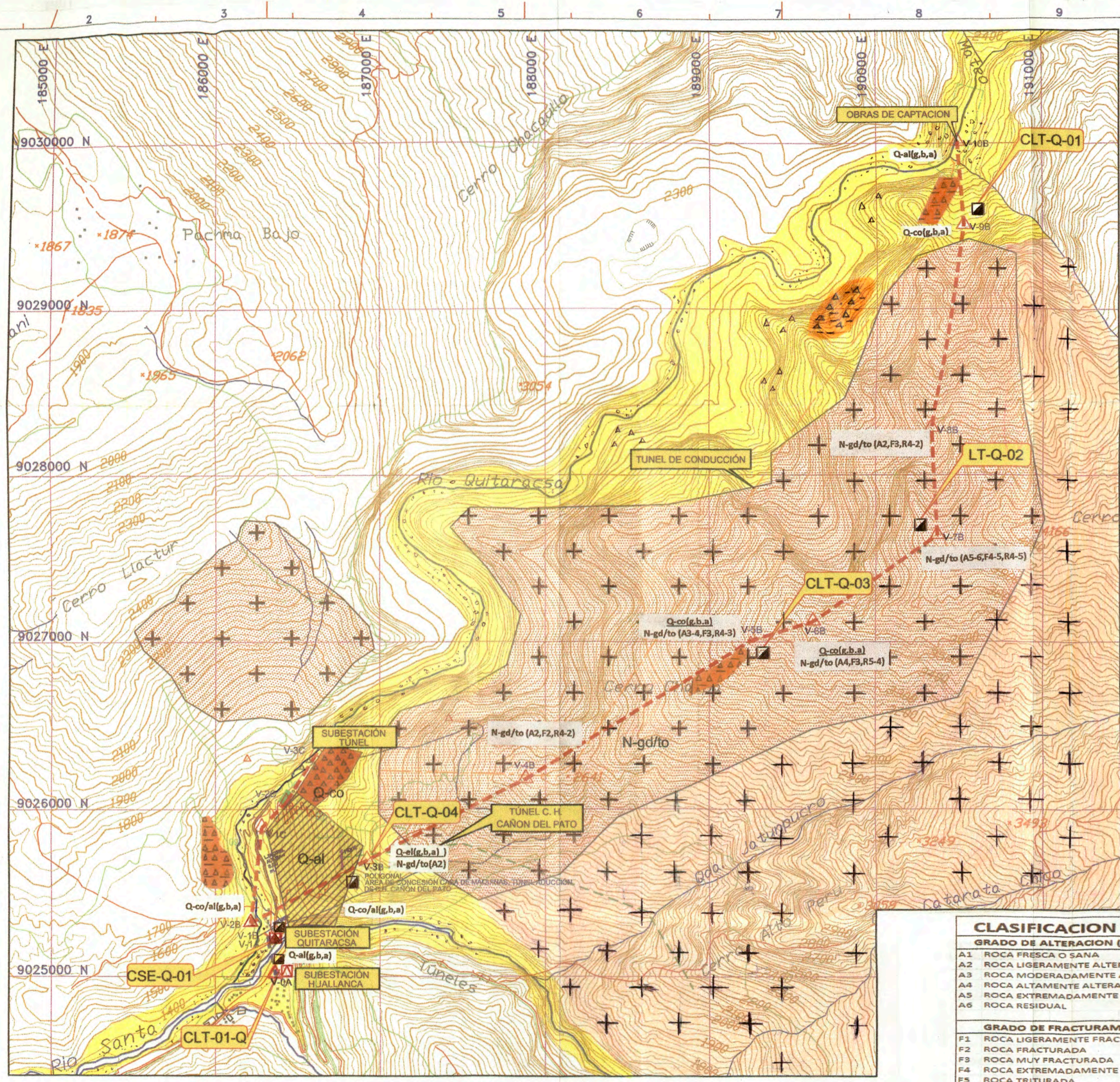
N°	FECHA	REVISIONES	REV.	APROB.
1				
2				
3				
4				
5				



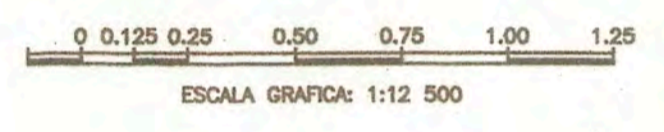
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA
MINERA Y METALURGICA

"Estudio Geológico y Geotécnico para la Estabilidad de las Torres de Alta Tensión entre las Subestaciones Huallanca - Quitaracsa", Prov. Huaylas - Dpto Ancash

PLANO GEOLÓGICO Y UBICACIÓN DE CALICATAS		
Preparado por: A. Sallago	Fecha: Nov. 2008	Plano N° 2
PROYECTO N°: 9428	PLANO N°: 9428-GEO-001	HOJA: 1/1
ESCALA: 1:12 500	REV: 0	FORMATO: A-1
ARCHIVO: 94280380.dwg		



LEYENDA	
	SUBESTACIÓN EXISTENTE
	SUBESTACIÓN PROYECTADA
	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV PROYECTADO
	LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN 22,9 KV PROYECTADO
	VERTICE DE LÍNEA
	CONCESION EGENOR
	CALICATA



SIMBOLOGIA	
	Q-al(g,b,a) Cuaternario aluvial, compuesto de gravas, bloques subredondeados a redondeados y arenas
	Q-co(al)(g,b,a) Cuaternario coluvio aluvio, compuesto de gravas subredondeada a angulosa, bloques y arenas
	N-gd/to Roca intrusiva: Granodiorita/Tonalita

CLASIFICACION GEOTECNICA DE LOS MACIZOS ROCOSOS	
GRADO DE ALTERACION (ISRM, 1978)	GRADO DE DUREZA O RESISTENCIA (ISRM, 1978)
A1 ROCA FRESCA O SAÑA	R1 ROCA EXTREMADAMENTE RESISTENTE
A2 ROCA LIGERAMENTE ALTERADA	R2 ROCA MUY RESISTENTE
A3 ROCA MODERADAMENTE ALTERADA	R3 ROCA RESISTENTE
A4 ROCA ALTAMENTE ALTERADA	R4 ROCA EMODERADAMENTE RESISTENTE
A5 ROCA EXTREMADAMENTE ALTERADA	R5 ROCA DEBIL
A6 ROCA RESIDUAL	R6 ROCA MUY DEBIL
	R7 ROCA EXTREMADAMENTE DEBIL
GRADO DE FRACTURAMIENTO	GRADO DE ESTRATIFICACION
F1 ROCA LIGERAMENTE FRACTURADA	d1 MUY GRUESA (>2m.)
F2 ROCA FRACTURADA	d2 GRUESA (1-2 m.)
F3 ROCA MUY FRACTURADA	d3 MODERADA (0.5-1 m.)
F4 ROCA EXTREMADAMENTE FRACTURADA	d4 DELGADA (0.01-0.5 m.)
F5 ROCA TRITURADA	d5 LAMINAR (<0.01 m.)

N°	FECHA	REVISIONES	REV.	APROB.
1				
2				
3				
4				
5				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA
MINERA Y METALURGICA

"Estudio Geológico y Geotécnico para la Estabilidad de las Torres de Alta Tensión entre las Subestaciones Huallanca - Quitaracsá", Prov. Huaylas - Dpto Ancash

PLANO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO DEL AREA DE ESTUDIO

Preparado por:
A. Sallago

Fecha:
Nov. 2008

Plano N° 3

PROYECTO N°	942B
PLANO N°	942B-GEO-001
ESCALA	1:12 500
FECHA	NOV 2008
FORNADO	A-1
PROYECTO	942860380.dwg