

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE TALUDES EN
CARRETERAS, CASO “IIRSA NORTE TRAMO N° 1 KM
45+690 – KM 45+830”**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADA POR

Bach. IBERICO RODRIGUEZ RODOLFO RICARDO

Asesor: Ing. ARÉVALO LAY VICTOR

LIMA - PERÚ

2015

DEDICATORIA

A mi madre María Anabel por su apoyo, dedicación, paciencia, amor y comprensión.

A mi padre, abuelos, hermanos, tíos y primos por su influencia, cada uno sirvió como motivación e inspiración para concluir este proyecto.

A mis maestros y la Universidad Ricardo Palma, mi eterna gratitud por contribuir en mi formación.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1 : GENERALIDADES	3
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 ANTECEDENTES	5
1.3 OBJETIVOS	6
CAPÍTULO 2 : BREVE DESCRIPCION DEL PROBLEMA	7
CAPÍTULO 3 : MARCO TEORICO	9
3.1. ESTABILIDAD DE TALUDES	9
3.1.1 Factores que pueden producir fallas en los taludes.	9
3.1.1.1 Hidrología.....	9
3.1.1.2 Sismicidad.....	12
3.1.1.3 Geología	16
3.1.2 Influencia del Tipo de Suelo	17
3.1.3 Clasificación y Tipo de Deslizamientos	20
3.1.3.1 Caídos de Roca (Desprendimientos)	21
3.1.3.2 Vuelcos	22
3.1.3.3 Deslizamientos.....	24
3.1.3.4 Extensiones Laterales.....	26
3.1.3.5 Flujos	26
3.1.4 Signos de Movimiento	29
3.1.4.1 Grietas sobre la carretera	30
3.1.4.2 Cambios Abruptos de Pendiente	30
3.1.4.3 Guardavías	31
3.1.4.4 Escombros sobre las Cunetas o Sobre la Vía.....	31
3.1.4.5 Deficiencias en el Drenaje (Agua Superficial)	32
3.1.4.6 Deficiencias en el Drenaje (Agua Subterránea)	33
3.1.4.7 Cambios en las Características	34
3.1.4.8 Cambios en las Estructuras	34
3.1.5 Análisis de estabilidad	34
3.1.6 Alternativas de solución.....	35
3.1.6.1 Introducción	35
3.1.6.2 Conformación de la Superficie	37

3.1.6.3	Muro de Suelo Reforzado	37
3.1.6.4	Mejoramiento de Terraplén	38
3.1.6.5	Estructuras de Contención	38
3.1.6.6	Drenaje y Subdrenaje	40
CAPÍTULO 4 : APLICACIÓN EN CASO CARRETERA IIRSA NORTE		42
4.1.	INTRODUCCION	42
4.2.	GENERALIDADES.....	43
4.2.1	Ubicación.....	44
4.2.2	Accesibilidad	45
4.3	SITUACION ACTUAL DE LA ZONA	45
4.4	TOPOGRAFÍA	46
4.4.1	Generalidades	46
4.4.2	Definición de las Áreas que serán Levantadas	46
4.4.3	Procesamiento y Plano en Computadora	47
4.4.4	Presentación de los Trabajos	47
4.5	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	47
4.5.1	Información Utilizada	48
4.5.2	Análisis de la Información.....	49
4.6	ESTUDIO GEOLÓGICO	56
4.6.1	Geomorfología.....	57
4.6.2	Estratigrafía	57
4.6.3	Geología Local del sector Km 45+690 – Km 45+830	59
4.6.4	Litoestratigrafía Local del Sector KM 45+690 – Km 45+830	60
4.6.5	Geodinámica Local del Sector KM 45+690 – KM 45+830	61
4.7	ESTUDIO GEOTÉCNICO	64
4.7.1	Investigaciones Geotécnicas de Campo	64
4.7.1.1	Exploraciones Mediante Calicatas	64
4.7.1.2	Ensayo de Penetración Estándar (SPT)	65
4.7.2	Ensayos de Laboratorio.....	66
4.7.3	Sismicidad	68
CAPÍTULO 5 : ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....		69
5.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	69
5.2	CONDICIONES ACTUALES DEL SECTOR	70
5.3	EVALUACIÓN GEOTÉCNICA	71

5.3.1	Descripción de las Propiedades de los Suelos Encontrados.....	71
5.3.2	Parámetros de Resistencia del Suelo.....	74
5.3.3	Análisis de Estabilidad del Sector.....	76
5.4	DESCRIPCIÓN DE OBRAS A REALIZAR.....	82
5.4.1	Análisis de las Soluciones Propuestas.....	94
CAPÍTULO 6 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		97
BIBLIOGRAFÍA.....		99
ANEXOS:.....		100

Anexo 1: Planos

Plano N°1: Plano de Ubicación

Plano N°2: Plano Geológico Regional

Plano N°3: Plano Sección Geológico Regional

Plano N°4: Plano Disposición de Obras

Plano N°5: Plano Sección Típico de Reconformación

Plano N°6: Plano Sección Típico de Reconformación

Anexo 2: Registros de Calicatas y Trincheras

Logueo Sector Calicata 01

Logueo Sector Calicata 02

Logueo Sector Calicata 03

Logueo Sector Calicata 04

Logueo Sector Calicata 05

Logueo Sector Trinchera 01

Logueo Sector Trinchera 02

Logueo Sector Trinchera 03

Registro de Perforación SPT

Anexo 3: Ensayos de Laboratorio

Corte Directo Calicata 02 Muestra 01

Corte Directo Trinchera 01 Muestra 01

LISTA DE FIGURAS:

Figura N° 1: Talud Artificial (Corte o Relleno) y Ladera Natural	4
Figura N° 2: Las corrientes de agua subterránea y la infiltración, son parámetros hidrogeológicos en la activación de deslizamientos.	11
Figura N° 3: Consideraciones en un sismo	13
Figura N° 4: Desprendimientos	21
Figura N° 5: Vuelcos	22
Figura N° 6: Deslizamiento Rotacional.....	24
Figura N° 7: Deslizamiento Traslacional	26
Figura N° 8: Reptación	27
Figura N° 9: Derrubios.....	28
Figura N° 10: Muro de Suelo Reforzado	38
Figura N° 11: Pantallas Ancladas.....	39
Figura N° 12: Mapa vial de accesibilidad	45
Figura N° 13: Ubicación de la Estación Pluviométrica Pongo de Caynarachi	48
Figura N° 14: Histograma de Precipitaciones.....	50
Figura N° 15: Geología Regional (Fuente: INGEMMET - Hoja 13-j)	59
Figura N° 16: Geología Local del sector crítico	60
Figura N° 17: Correcciones para el número de golpes “N”, obtenidos del ensayo SPT.....	76
Figura N° 18: Disposición de obras.....	83
Figura N° 19: Detalle de la estructura del pavimento	84
Figura N° 20: Disposición de Reconformación de terraplén.....	85
Figura N° 21: Sección Típica.....	85
Figura N° 22: Sección típica bordillo de descarga.....	86
Figura N° 23: Sección típica cuneta triangular	86
Figura N° 24: Sección típica de Subdren profundo	87
Figura N° 25: Detalle de Subdren profundo	88
Figura N° 26: Sección típica de Muro.....	88
Figura N° 27: Vista en planta de emboquillado	92
Figura N° 28: Vista de perfil de la nueva alcantarilla	93
Figura N° 29: Detalle frontal de la alcantarilla	93
Figura N° 30: Detalle de falla de talud.....	94

LISTA DE FOTOGRAFIAS:

Foto N° 1: Vista del Sector Crítico	8
Foto N° 2: Desprendimientos	22
Foto N° 3: Vuelcos	23
Foto N° 4: Deslizamiento Rotacional.....	25
Foto N° 5: Flujo de Derrubios.....	28
Foto N° 6: Grieta sobre Carretera	30
Foto N° 7: Deformación del Guardavía	31
Foto N° 8: Talud erosionado, consecuencia de mal drenaje	33
Foto N° 9: Depósitos aluviales cubiertos por extensa vegetación.....	61
Foto N° 10: Vista donde se aprecia el desplazamiento y hundimiento de la plataforma y el grado de fracturamiento y desplazamiento de la cuneta	62
Foto N° 11: Vista de la formación de una falla de media luna y el flujo de detritos del talud superior	63
Foto N° 12: Vista del empuje de masa de suelo del talud superior	63
Foto N° 13: Asentamiento carril derecho.....	69
Foto N° 14 y Foto N° 15: Vista de talud inferior y superior. Dónde se aprecia el material coluvial y su desprendimiento	70
Foto N° 16 y Foto N° 17: Vista de alcantarilla colmatada y la cajatoma afectada, cunetas deterioradas.....	71

LISTA DE CUADROS:

Cuadro N° 1: Posibilidad de deslizamientos causados por sismos	14
Cuadro N° 2: Escala Mercalli, para intensidades.	15
Cuadro N° 3: Clasificación abreviada de tipos de deslizamientos.....	20
Cuadro N° 4: Factores Mínimos de Seguridad.....	35
Cuadro N° 5: Ventajas y Desventajas de Estructuras de Contención	40
Cuadro N° 6: Límites del sector crítico Km 45+690 – Km 45+830	44
Cuadro N° 7: Información Cartográfica Utilizada.....	48
Cuadro N° 8: Estación Pluviométrica	49
Cuadro N° 9: Información de las estación Pongo de Caynarachi en mm.....	49
Cuadro N° 10: Datos de Análisis de Frecuencia	51
Cuadro N° 11: Correcciones aplicadas	51
Cuadro N° 12: Intensidades máximas (mm/hora)	53
Cuadro N° 13: Características de la cuenca	55
Cuadro N° 14: Valores para la determinación del Coeficiente de Escorrentía	56
Cuadro N° 15: Caudales Máximos Método Racional	56
Cuadro N° 16: Exploraciones Realizadas	64
Cuadro N° 17: Resumen de Ensayo	65
Cuadro N° 18: Resumen de Ensayo en el Sondeo SPT-01	66
Cuadro N° 19: Ensayos de Laboratorio.....	67
Cuadro N° 20: Resumen de ensayos estándar de clasificación de suelos	67
Cuadro N° 21: Ensayo de Laboratorio Especial (Corte Directo).....	67
Cuadro N° 22: Ensayo de Laboratorio Especial (Corte Directo).....	74
Cuadro N° 23: SPT – RESISTENCIAS SPT-01	76
Cuadro N° 24: Parámetros de Resistencia del Suelo.....	77
Cuadro N° 25: Factores de Seguridad Obtenidos	82
Cuadro N° 26: Parámetros de Resistencia del Suelo.....	89
Cuadro N° 27: Cálculo de la capacidad admisible por resistencia	90

RESUMEN

El presente trabajo de Tesis busca determinar los tipos de fallas geotécnicas que se presentan en los diferentes taludes dentro del sistema vial en el Perú, de la misma forma busca analizar las posibles causas de estos problemas geotécnicos que se manifiestan a través de movimientos de taludes ocasionando deslizamientos y desprendimientos de material que afectan las carreteras, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios y en muchos casos impidiendo la transitabilidad de la vía. Se busca establecer los factores que influyen y contribuyen a la inestabilidad de los taludes, se hizo énfasis en tres agentes decisivos como los son la hidrología del sector, la geología tanto local como regional y la sismicidad, se determinó que el principal agente en la inestabilidad de taludes es el agua, la presencia o no de este elemento tiene directa influencia en el aumento de presiones internas dentro del material, así como resta capacidad de resistencia a los taludes y dependiendo del tipo de suelo que presente un sector inestable puede determinar la magnitud del daño en el sector.

La segunda parte de la Tesis es la aplicación de la teoría a un sector inestable real que afecta una carretera en la selva norte del Perú, a la cual se aplicaron estudios de geotecnia a través de ensayos de laboratorio, se le hizo un mapeo geológico por observación y cartas nacionales, y por medio de esta información se diagnosticó el tipo de falla, así como sus causas y se procedió a proyectar obras con el fin de estabilizar el talud y asegurar la carretera. Por último se hicieron ensayos de estabilidad en el sector crítico en estado natural y con las obras proyectadas a fin de demostrar la efectividad de las obras proyectadas y el cumplimiento de los factores de seguridad.

Palabras Claves:

Talud, Ladera, Deslizamiento, Hidráulica, Geotecnia, Geología.

ABSTRACT

This thesis work aims to determine the types of geotechnical failures that occur in the different slopes in the road system in Peru, in the same way it seeks to analyze the possible causes of these geotechnical problems that manifest themselves through movements causing slope landslides and material affect roads, endangering the safety of users and in many cases preventing the walkability of the road. It seeks to establish the factors that influence and contribute to slope instability, he emphasized three key players as are the hydrology of the sector, both local and regional geology as and seismicity, it was determined that the main agent in instability Slope is water, the presence or absence of this element has a direct influence on increasing internal pressures within the material, and remains resilient to the slopes and depending on the type of soil present an unstable sector may determine the magnitude the damage to the sector.

The second part of the thesis is the application of theory to real unstable sector that affects a highway in the northern jungle of Peru, which were applied geotechnical studies through laboratory tests, he made a geological mapping observation and national, and through this information letters the type of fault is diagnosed, their causes and proceeded to project works in order to stabilize the slope and secure the road. Finally stability tests were made in the critical area in nature and with the planned works in order to demonstrate the effectiveness of the planned works and compliance with safety factors.

Keywords:

Slope, Hillside, Gliding, Hydraulic, Geotechnical, Geology

CAPÍTULO 1 : GENERALIDADES

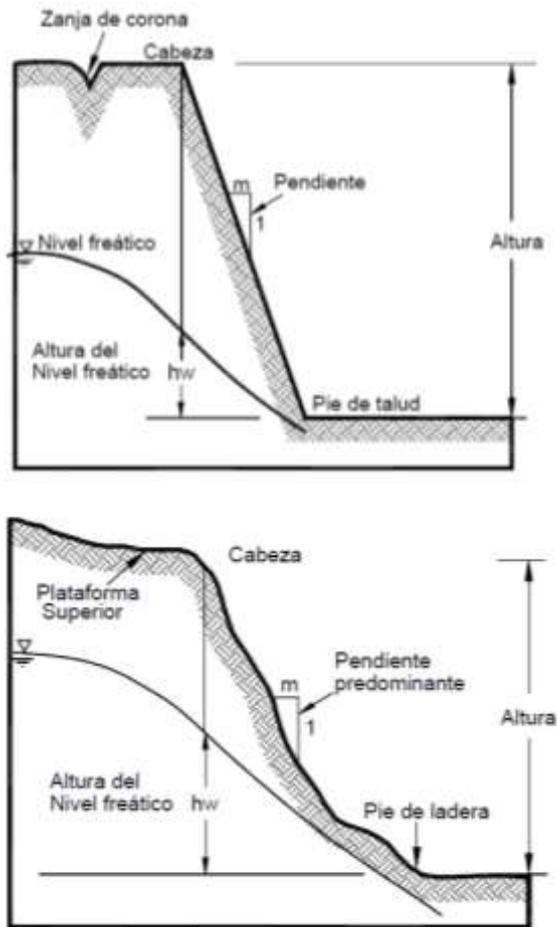
1.1 INTRODUCCIÓN

Los deslizamientos de tierra son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades, por valor de decenas de billones de dólares cada año. Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos y afecta las carreteras. El volumen total de daños es superior al de los terremotos y las inundaciones. Sin embargo, un gran porcentaje de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anticipación y se implementa las medidas preventivas. Los deslizamientos están relacionados con las montañas. Aunque en todos los sistemas de montañas ocurren deslizamientos de tierra, algunas regiones son más susceptibles a estas amenazas. Siendo las más propensas las zonas tropicales, debido a que reúne los elementos más importantes para su ocurrencia tales como el relieve, la sismicidad, la meteorización y las lluvias intensas.

Los términos básicos más aceptados universalmente son el de “talud” para identificar una superficie con relieve inclinado y el de “deslizamiento” para los movimientos del talud.

Un “talud” o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que presenta una pendiente o cambios significativos de altura. En la literatura técnica se define como “ladera” cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y “talud” cuando se conformó artificialmente, se aprecia el detalle en la figura N°1.

Figura N° 1: Talud Artificial (Corte o Relleno) y Ladera Natural



Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico – Ing. Jaime Suarez

Las laderas o taludes que han permanecido estables por muchos años, pueden fallar debido a cambios topográficos, sísmicos, a los flujos de agua subterránea, a los cambios en la resistencia del suelo o la meteorización que modifiquen su estado natural de estabilidad. Un talud estable puede convertirse en un “deslizamiento”.

Partes de un Talud. Existen algunos términos para definir las partes de un talud. El talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima o cresta, donde se presentan procesos de denudación o erosión; una parte intermedia semi-recta y una parte baja o inferior cóncava con un pie, pata o base, en la cual ocurren principalmente procesos de depositación.

Pendiente es la medida de la inclinación de la superficie del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m:1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Los suelos o rocas más resistentes generalmente forman laderas de mayor pendiente y los materiales de baja resistencia o blandos, tienden a formar laderas de baja pendiente.

Los deslizamientos consisten en “movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud”. Los movimientos ocurren generalmente a lo largo de las superficies de falla, por caída libre, movimientos en masa, erosión o flujos. Los segmentos del talud o ladera, generalmente se deslizan hacia abajo por gravedad.

Superficie de falla es el área por debajo del movimiento que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza.

1.2 ANTECEDENTES

Dentro de los antecedentes para la elaboración de la presente Tesis, se tomaron en cuenta algunas tesis procedentes de reconocidas universidades como lo son la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y Universidad De San Carlos de Guatemala (USAC).

Luis Vladimir Amorin Uchuypoma 2014 (UNMSM): “INVESTIGACION DE UN MODELO GEOLOGICO-GEOTECNICO PARA REALIZAR LA REHABILITACION DE OBRAS VIALES OCASIONADOS POR PROBLEMAS GEODINAMICOS EN EL CORREDOR VIAL INTEROCEANICO NORTE (IIRSA NORTE) ENTRE PEDRO RUIZ-YAMBRASBAMBA, BONGARA”

El objetivo de esta tesis es identificar las causas que originaron los problemas de los deslizamientos, desde una perspectiva geológica – geotécnica y recomendar las obras que se deben ejecutar para su rehabilitación, así mismo formular un modelo geológico – geotécnico, que sirva de guía en el tratamiento de problemas geodinámicos que afectan a la carretera.

Este proyecto presenta la geodinámica regional y local del sector y el estudio geotécnico, ensayos de laboratorio, para describir las propiedades de dicho suelo y determinar el perfil estratigráfico del sector, en base a esto se planteó las obras correctivas a los problemas geotécnicos y geodinámicos.

Carlos Eduardo guillen Martínez 2004 (USAC): “ESTABILIDAD DE TALUDES EN LOS DEPARTAMENTOS DE GUATEMALA Y ALTA VERAPAZ, CASOS REALES”

El objetivo es realizar estudios para la estabilización de taludes y evitar las fallas como deslizamientos y hundimientos, ocasionados por cargas estructurales.

Este proyecto presenta una amplia teoría sobre los movimientos de masa, tipos y causas de deslizamientos y derrumbes existentes, así mismo como las posibles soluciones para cada tipo de movimiento.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo General:

- Determinar los tipos de fallas y las posibles causas de los problemas geotécnicos de los taludes de una carretera, y en función a ellos proponer alternativas de solución.

Objetivos Específicos:

- Analizar las causas de fallas geotécnicas de los taludes en una carretera.
- Determinar los tipos de fallas geotécnicas que se presentan en los taludes de una carretera.
- Aplicar a un caso específico de la carretera IIRSA NORTE para determinar si se ajustan a la realidad del Perú.
- Proponer alternativas de solución a las fallas de los taludes.

CAPÍTULO 2 : BREVE DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La geodinámica externa presenta en el sub tramo entre Tarapoto y Yurimaguas, fallas como deslizamientos de masas, caídas de bloques, erosión fluvial y socavación, como se aprecia en la Foto N°1. Los factores desencadenantes para la ocurrencia de estos procesos geodinámicos, corresponden a la acción del agua y las propiedades físicas de los materiales encontrados en el tramo. Para la rehabilitación de los sectores es necesario realizar investigaciones geotécnicas para estabilizar los taludes.

La importancia radica en la necesidad de estudiar y analizar los tipos de fallas geotécnicas en los taludes de una carretera y sus probables causas así como alternativas de solución y su aplicación a un caso específico de la carretera IIRSA NORTE TRAMO N° 1 SECTOR KM 45+690 – KM 45+830 para determinar si la teoría se ajusta a la realidad del Perú.

El tramo en estudio, constituye la principal vía de acceso de la Costa Norte hacia las principales ciudades de la Selva Norte del Perú; es de singular importancia asegurar la transitabilidad y el adecuado paso vehicular durante todo el año, estabilizando los taludes que permitan el correcto funcionamiento de la vía, que a su vez permite el intercambio comercial entre estas dos regiones en el norte del Perú.

Foto N° 1: Vista del Sector Crítico



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

CAPÍTULO 3 : MARCO TEORICO

3.1. ESTABILIDAD DE TALUDES

3.1.1 Factores que pueden producir fallas en los taludes.

La mayoría de los taludes son aparentemente estables y estáticos, pero realmente son sistemas dinámicos en evolución. Un talud estable puede desestabilizarse con el tiempo y la ocurrencia de un deslizamiento es un fenómeno propio de ese proceso. Por lo tanto, se requiere conocer detalladamente lo que ocurre dentro de un talud para poder diagnosticar correctamente su comportamiento. Este diagnóstico es un aspecto fundamental en la ciencia de la estabilidad de los taludes. Si el diagnóstico es equivocado, las medidas correctivas o los procedimientos de estabilización fracasarían.

Previamente al diseño de las medidas correctivas, se debe tener un conocimiento completo de la magnitud de la amenaza, las causas y los mecanismos que la generan. Para elaborar un concepto de falla se requiere el conocimiento de la geología, la mecánica de suelos, la hidrología y las características ambientales del sitio, entre otros elementos fundamentales. En el presente capítulo se busca analizar la influencia de tres factores que determinan la estabilidad de un talud.

3.1.1.1 Hidrología

Especialmente las precipitaciones y el clima juegan un papel determinante en la estabilidad de los taludes. La presencia o ausencia de agua y temperatura, definen las condiciones para los procesos de meteorización (Conjunto de procesos externos que provocan la alteración y descomposición de minerales y rocas en contacto con la atmósfera) física y química. De igual manera, las variaciones en el clima afectan los procesos. Los taludes bajo diferentes condiciones climáticas forman perfiles diferentes que se comportan de forma diferente. Las fuerzas que actúan dentro de un talud cambian al modificarse las condiciones ambientales.

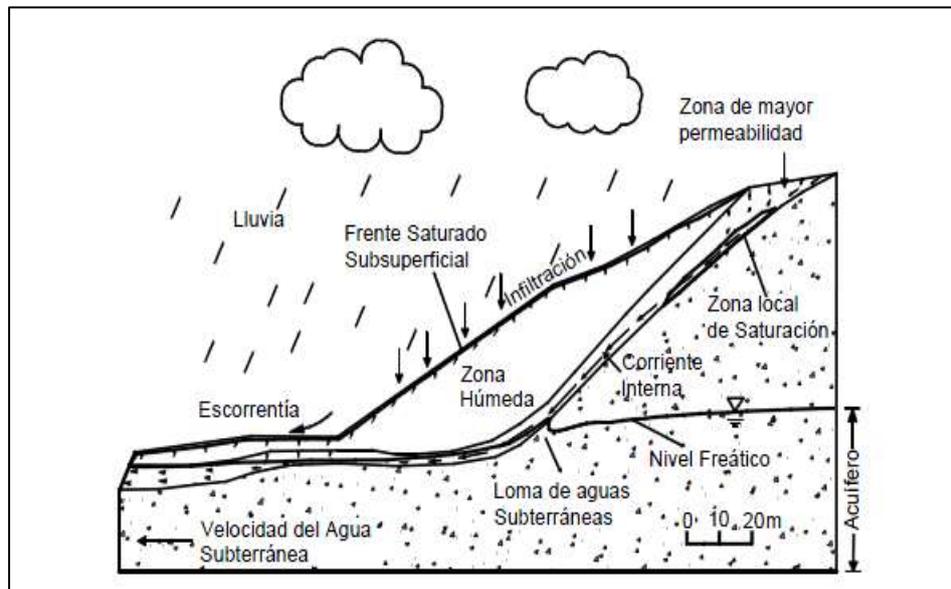
- **Precipitaciones Convectivas.** Las precipitaciones de tipo convectivo son muy fuertes pero de corta duración y

afectan principalmente, a los taludes de materiales permeables de alta capacidad de infiltración y de poco espesor de suelo.

- **Precipitaciones Estratiformes.** La precipitación estratiforme produce lluvias menos intensas pero generalmente, de mayor duración que las convectivas y afectan fácilmente los taludes de materiales arcillosos y los de perfil profundo de meteorización.

Hidrogeología. La elaboración del modelo hidrogeológico conceptual es muy importante para analizar la estabilidad de un talud. Este modelo debe tener en cuenta las zonas de infiltración en la parte superior de los taludes, incluyendo la infiltración a muchos kilómetros de distancia (siempre y cuando esta agua pueda afectar los niveles freáticos y corrientes de agua). Otros factores para considerar son la conductividad hidráulica (mejor conocida como permeabilidad) y la porosidad de los materiales del talud. La conductividad facilita la llegada de corrientes de agua y la porosidad afecta la capacidad de almacenamiento del agua en el talud. Se deben identificar además, las fuentes, la localización y las características de los niveles freáticos, las corrientes subterráneas y sus fluctuaciones, como se aprecia en la figura N°2.

Figura N° 2: Las corrientes de agua subterránea y la infiltración, son parámetros hidrogeológicos en la activación de deslizamientos.



Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico – Ing. Jaime Suarez

Cobertura Vegetal. Las condiciones hidrológicas de un talud son afectadas directamente por la vegetación. La vegetación también cumple un efecto de estabilización por el refuerzo del suelo (la acción de las raíces) y por la producción de materia orgánica, la cual puede ayudar a cementar las partículas del suelo. La vegetación cumple efectos protectores importantes, en la mayoría de los taludes protege contra la erosión y afecta los procesos de infiltración de agua. En general, todo el proceso ecológico (flora, fauna, microfauna, uso del suelo, etc.) tiene influencia sobre el comportamiento del talud.

Efectos del Agua.

La mayoría de las fallas de los taludes están relacionadas de una u otra forma, con el agua. El agua juega un papel muy importante en la mayoría de los procesos que reducen la resistencia del suelo. Igualmente, está relacionada con varios tipos de carga que aumentan los esfuerzos en los taludes, actuando como un elemento detonante debido a los siguientes efectos:

- a. **Aumento de peso del suelo.** Los sedimentos tienen porosidades altas y cuando los vacíos se llenan de agua, el peso unitario aumenta considerablemente.
- b. **Disminución de la resistencia por el agua absorbida.** Debido a las fuerzas electro químicas, el agua es absorbida fácilmente y se adhiere a los bordes y caras de las partículas de arcilla causando la disminución de la resistencia.
- c. **Disolución.** El agua al fluir a través de los poros, puede disolver los minerales que unen las partículas, disminuyendo la resistencia y haciendo más fácil el colapso.
- d. **Erosión interna.** El agua al fluir puede generar pequeñas cavernas, las cuales pueden inducir la falla.

3.1.1.2 Sismicidad

La sismicidad de las zonas montañosas comúnmente es alta. La mayoría de las cadenas de montañas son el producto de los procesos tectónicos o volcánicos. Los movimientos sísmicos a su vez, pueden activar los deslizamientos de tierra.

En el caso de un sismo, existe el triple efecto de, aumento del esfuerzo cortante, disminución de la resistencia por aumento de la presión de poros y la deformación, todos asociados con la onda sísmica. En el caso de suelos granulares saturados, se puede llegar a la licuación.

Los sismos producen aceleraciones horizontales y verticales sobre los taludes, los cuales resultan en variaciones de esfuerzos colocados en forma rápida. Las fuerzas dinámicas que actúan sobre el talud pueden causar inestabilidad momentánea.

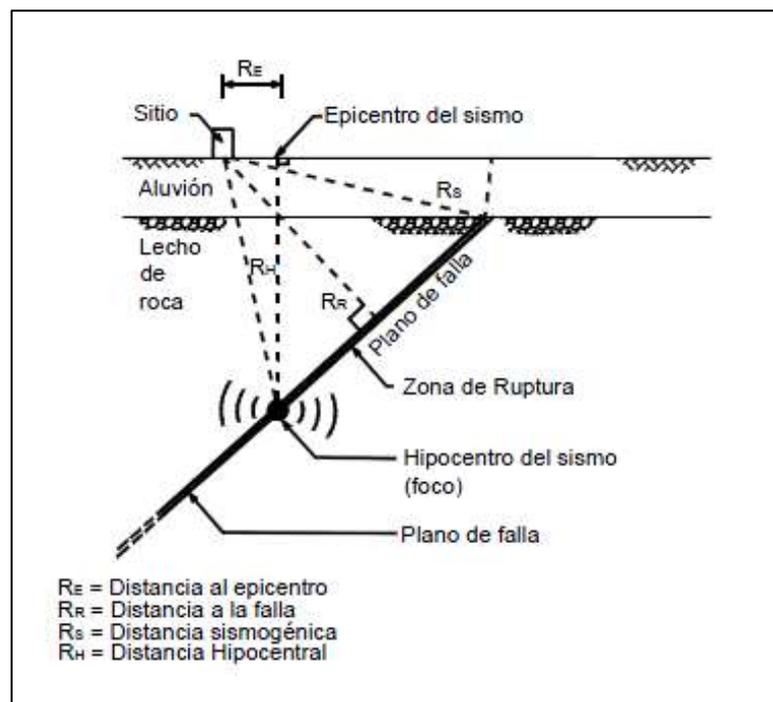
La ocurrencia de deslizamientos de gran magnitud en sismos, es muy frecuente, como ya se dijo los sismos pueden aumentar los esfuerzos y reducir la resistencia de los suelos, generando una falla progresiva o instantánea del talud, los deslizamientos son generalmente poco profundos, pero cubren áreas relativamente grandes. Después de

ocurrido el sismo se continúan presentando deslizamientos aislados de materiales que fallan en un proceso más lento.

Cuando se produce la fractura de la roca en una zona de falla geológica, la energía liberada es radiada en todas las direcciones. La fuente del movimiento o zona de liberación de energía no es generalmente un punto, sino una línea o un área comúnmente alargada en la dirección de la falla. La profundidad del foco o hipocentro determina en buena parte, la magnitud del sismo y sus efectos (Figura). Los sismos que generalmente producen un mayor daño son los sismos relativamente superficiales.

El área de superficie inmediatamente encima del área de liberación de energía, se denomina epicentro o área epicentral. La gran mayoría de los grandes deslizamientos y agrietamientos del suelo, de gran magnitud, corresponden al área epicentral y van disminuyendo a medida que el punto considerado se aleja del área epicentral y la intensidad del sismo disminuye. Existen dos parámetros importantes para designar el tamaño y la fuerza de un sismo, la magnitud que mide la energía del sismo y la intensidad que valora los efectos en el sitio. En la figura N°3 se detallan las partes de un sismo.

Figura N° 3: Consideraciones en un sismo



Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico – Ing. Jaime Suarez

- **Magnitud.** La magnitud es una medida cuantitativa e instrumental del tamaño del evento, relacionada con la energía sísmica liberada durante el proceso de ruptura en la falla. La magnitud es una constante única que se asigna a un sismo dado, es evidente que la incidencia de casos de inestabilidad aumenta con la magnitud del sismo, en el cuadro N°1 se define el tipo de deslizamiento en un talud según la magnitud. La magnitud y la profundidad del epicentro en forma conjunta, determinan la intensidad del sismo y la activación de deslizamientos. A mayor magnitud y menor profundidad del sismo, los deslizamientos son más probables y de mayor tamaño.

Cuadro N° 1: Posibilidad de deslizamientos causados por sismos

Magnitud del sismo	Tipo de deslizamiento producido
4.0	Caídos de roca, deslizamientos de roca, caídos de suelo y alteración de masas de suelo.
4.5	Deslizamiento de translación, rotación y bloques de suelo.
5.0	Flujos de suelo, esparcimientos laterales, deslizamientos subacuáticos.
6.0	Avalanchas de roca.
6.5	Avalanchas de suelo.

Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico – Ing. Jaime Suarez

- **Intensidad.** La intensidad sísmica es un concepto que se aplica a la identificación del grado de destrucción o efectos locales de un terremoto. La intensidad que es una medida relativa de la fuerza sísmica en un punto determinado, depende de la magnitud del sismo, la profundidad de la zona de liberación de energía, de las características físicas locales del sitio y la distancia del sitio al área epicentral.

La intensidad se puede medir utilizando la escala propuesta por Mercalli (1902), dicha intensidad se describe en el cuadro N°2. La intensidad disminuye con el aumento de la distancia al epicentro.

Cuadro N° 2: Escala Mercalli, para intensidades.

Grado	Descripción
I	No es sentido por las personas, pero es registrado por los instrumentos sismográficos.
II	Sentido sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos superiores, los objetos suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido en el interior de las edificaciones, especialmente en los pisos superiores, pero muchos pueden no reconocerlo como un sismo. Es una vibración semejante a la producida por el paso de un vehículo liviano, los objetos suspendidos oscilan.
IV	Objetos suspendidos oscilan visiblemente, la vibración es semejante a la producida por el paso de un vehículo pesado, los vehículos estacionados se bambolean, la cristalería y los vidrios suenan, las puertas y paredes de madera, crujen.
V	Sentido aún en el exterior de los edificios, permite estimar la dirección de las ondas, las personas dormidas se despiertan, el contenido líquido de recipientes y tanques es perturbado y se puede derramar; los objetos inestables son desplazados, las puertas giran y se abren o cierran, los relojes de péndulo se paran.
VI	Sentido por todas las personas, muchos sufren pánico y corren hacia el exterior, se tiene dificultad en caminar establemente, los vidrios y vajillas se quiebran, los libros y objetos son lanzados de los anaqueles y estantes, los muebles son desplazados o volcados, el revoque y enlucido de mortero de baja calidad y mampostería tipo D se fisuran, las campanas pequeñas tañen.
VII	Se tiene dificultad en mantenerse parado, es percibido por los conductores de vehículos en marcha, los muebles se rompen, daños y colapso de mampostería tipo D, algunas grietas en mampostería tipo C, las chimeneas se fracturan a nivel de techo, caída del revoque de mortero, tejas, cornisas y parapetos sin anclajes, algunas grietas en mampostería de calidad media, las campanas grandes tañen, ondas en embalses y depósitos de agua.
VIII	La conducción de vehículos se dificulta, daños de consideración y colapso parcial de mampostería tipo C, algún daño a mampostería tipo B, ningún daño en mampostería tipo A, caída del revoque de mortero y de algunas paredes de mampostería, caída de chimeneas de fábricas, monumentos y tanques elevados; algunas ramas de árboles se quiebran, cambio en el flujo o temperatura de pozos, grietas en terreno húmedo y en taludes inclinados.
IX	Pánico general, construcciones de mampostería tipo D totalmente destruidas, daño severo y aún colapso de mampostería tipo C, daño de consideración en mampostería tipo B, daño a fundaciones, daños y colapso de estructuras aporticadas, daños de embalses y depósitos de agua, ruptura de tubería enterrada, grietas significativas visibles en el terreno.
X	La mayoría de las construcciones de mampostería y a base de pórticos destruidos, algunas construcciones de madera de buena calidad dañada, puentes destruidos, daño severo a represas, diques y terraplenes, grandes deslizamientos de tierra, el agua se rebasa en los bordes de ríos, lagos y embalses, rieles de ferrocarril deformados ligeramente.
XI	Los rieles de ferrocarril deformados severamente, ruptura de tuberías enterradas que quedan fuera de servicio.
XII	Destrucción total, grandes masas de roca desplazadas, las líneas de visión óptica distorsionadas, objetos lanzados al aire.

Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico – Ing. Jaime Suarez

Agrietamiento. Los eventos sísmicos pueden producir agrietamientos, especialmente, en los materiales rígidos y frágiles. Los agrietamientos sísmicos debilitan la masa del talud y generan superficies preferenciales de falla, dicho agrietamiento es menor cuando existe un buen refuerzo subsuperficial con raíces de cobertura vegetal.

Las uniones entre partículas de suelo pueden romperse y/o las presiones de poros pueden aumentar bajo la influencia de cargas sísmicas. Los suelos frágiles se desintegran por la acción de la onda sísmica y puede perderse la cohesión del material.

Los suelos más susceptibles a la pérdida de resistencia (debido a la carga sísmica) son los suelos sueltos y los suelos con partículas muy poco cementadas. Las arenas sueltas o los limos pueden licuarse bajo la acción de ciertas cargas y pierden virtualmente, toda su resistencia.

Licuación. En los suelos saturados, el sismo genera presiones de poros instantáneas, las cuales a su vez, producen pérdida de resistencia en el suelo. La pérdida de resistencia puede ser tal, que se pierda virtualmente la totalidad de la resistencia y el suelo se comporte como un líquido. Este fenómeno conocido como “licuación” es muy común en los taludes en zonas sísmicas.

Esta licuación se produce especialmente en los suelos arenosos y limosos, incluyendo las gravas. Generalmente, en la mayoría de los grandes sismos se presentan problemas de deslizamientos por licuación, especialmente en los depósitos aluviales y en los rellenos.

3.1.1.3 Geología

La susceptibilidad a los deslizamientos está relacionada con las características geológicas del sitio. La litología, la geomorfología, la estructura y el estado de meteorización, entre otros, son factores determinantes en la ocurrencia de deslizamientos.

Cada formación geológica posee una susceptibilidad específica a los deslizamientos. Cuando un talud está formado por varios tipos de roca, el comportamiento geotécnico del conjunto es diferente al de cada material por separado.

Deben estudiarse las propiedades de cada tipo de roca, las características de sus discontinuidades y a su vez, la interacción de las propiedades y discontinuidades dentro del conjunto.

La descomposición de una roca genera una disminución en su cohesión y al mismo tiempo, en el ángulo de fricción interna (ϕ'). Por ejemplo, desde el punto de vista geológico, la hidrólisis de un Neis (roca) conduce a la destrucción progresiva de los minerales formando arcillas, las cuales tienen un menor ángulo de fricción.

Las partículas gruesas tales como bloques y cantos pueden tener un efecto estabilizante, debido a su tamaño y con frecuencia, las arenas gruesas y las gravas, son relativamente estables si no están afectadas por presiones de poros.

Por otro lado, los limos y las arcillas tienden a ser inestables en estado saturado. Las partículas de arcilla poseen una composición mineral que las hacen susceptibles a la expansión.

3.1.2 Influencia del Tipo de Suelo

a. Suelos Residuales

Es un suelo derivado de la meteorización y descomposición de la roca in situ, el cual no ha sido transportado de su localización original, y se desarrollan principalmente, en condiciones tropicales húmedas, de meteorización química intensa. Algunos autores los denominan “suelos tropicales”; sin embargo, debe tenerse en cuenta que los suelos residuales también se encuentran en zonas no tropicales, aunque en menor proporción. Los suelos residuales comúnmente, permiten la infiltración del agua y se pueden activar fácilmente, los deslizamientos.

La mayoría de deslizamientos de suelos residuales son los deslizamientos poco profundos y rápidos del suelo residual sobre el saprolito (Roca algo meteorizada) o la roca, pero cuando los perfiles de meteorización del suelo residual son muy profundos, se pueden presentar también deslizamientos rotacionales.

Meteorización Física. La meteorización física o mecánica es un proceso de fragmentación, que consiste en que se abren las discontinuidades y se desintegra la roca, formándose nuevas discontinuidades por fracturación; y las partículas se parten, aumentando la relación de vacíos y la permeabilidad y disminuyendo la cohesión. Las principales causas de este proceso son los cambios de temperatura, humedad y actividad biológica.

Meteorización Química. La descomposición puede ser ocasionada por procesos químicos o biológicos. Los procesos principales de meteorización química dependen de la disponibilidad de agua para transportar los agentes químicos de la atmósfera como el oxígeno y el dióxido de carbono. Con una disponibilidad alta de agua, las soluciones son más diluidas y pueden atacar más fácilmente los minerales.

b. Suelos Aluviales

Los suelos aluviales son depósitos transportados por el agua en movimiento y depositados cuando la velocidad del agua ha disminuido; estos materiales pueden ser de origen fluvial o lacustre y pueden incluir partículas finas, gruesas o entremezcladas.

Los depósitos aluviales generalmente, son estratificados y la permeabilidad en la dirección horizontal es mayor que en la dirección vertical. Los depósitos aluviales varían en tamaño desde grandes bloques hasta arcilla coloidal, de acuerdo con la velocidad del cuerpo del agua en que se sedimentaron.

Los depósitos formados por los ríos, se les denomina “fluviales” y los formados en lagos, se les denomina “lacustres”. Los suelos fluviales tienden a ser granulares y los suelos lacustres a ser arcillosos; igualmente, los suelos lacustres contienen comúnmente cantidades importantes de materia orgánica.

Los suelos aluviales compuestos por arcilla tienden a ser blandos y los de arena, tienden a ser sueltos. Debido a su poca cementación, los materiales aluviales son propensos a la erosión y a los deslizamientos.

c. Suelos Glaciales

Los depósitos glaciales son transportados por los glaciales, los cuales al aumentar la temperatura, se deshielan y forman estos depósitos de suelo de origen glacial. Los depósitos glaciales pueden variar en composición de tamaño de granos, desde grandes cantos hasta las arcillas.

Como los depósitos glaciales contienen gran cantidad de bloques y gravas, los valores del ensayo SPT son muy altos y no son un indicador de la densidad del depósito.

Entre mayor distancia ha recorrido el glacial desde su origen, es mayor la mezcla de bloques y materiales.

d. Suelos Eólicos (LOESS)

Los suelos eólicos son transportados por el viento y varían desde dunas de arena hasta loess, que son depósitos de arena fina y limos. Generalmente, tienen muy poca vegetación y los materiales son muy ricos en cuarzo y poco densos.

El principal problema de los depósitos eólicos es la erosión. El loess se erosiona fácilmente. Muchos deslizamientos de gran tamaño se han presentado en suelos de loess activados por sismos, los cuales han causado grandes catástrofes, debido a su gran distancia de transporte y alta velocidad.

Con frecuencia, ocurren deslizamientos en loess, debido al lavado de cementantes y formación de túneles internos. El material de cementación del loess por lo general es carbonato de calcio, que se disuelve fácilmente en agua, una vez disuelto el cementante se puede producir el flujo del material suelto.

e. Suelos Orgánicos

Son depósitos de materiales orgánicos y depósitos de turba o material orgánico que no se ha descompuesto totalmente, debido a su alto contenido de agua. Los depósitos orgánicos en ocasiones se encuentran estratificados con otros materiales tales como limos o arenas o entremezclados con arcilla.

Estos materiales son muy problemáticos para la ejecución de excavaciones por su muy baja resistencia al cortante. Es común que los materiales orgánicos fluyan al realizar excavaciones o se licúen en los eventos sísmicos. Los suelos orgánicos son muy susceptibles a los deslizamientos.

3.1.3 Clasificación y Tipo de Deslizamientos

Un deslizamiento puede clasificarse utilizando dos términos. El primer término describe el material y el segundo término describe el tipo de movimiento, ambos se encuentran referidos en el cuadro N°3.

Cuadro N° 3: Clasificación abreviada de tipos de deslizamientos

Tipo de Movimientos	Tipo de materiales			
	Lecho rocoso	Tipo de talud		
		Predominantemente grueso	Predominantemente fino	
Desprendimientos (caídos).	Caidos de roca	Desprendimiento de escombros	Desprendimiento de suelo	
Vuelcos (Topples)	Vuelco de roca	Vuelco de escombros	Vuelco de suelo	
Extensiones laterales (spread)	Extensiones de roca	Extensiones de escombros	Extensiones de suelo	
Flujos (coladas)	Flujos de roca	Flujos de escombros	Flujos de suelo	
Deslizamientos	Rotacionales	Caída repentina de rocas	Caída repentina de escombros	Caída repentina de Suelo
	Traslacionales/ en cuña	Deslizamiento de bloques de roca	Deslizamiento de bloques de escombros	Deslizamiento de bloques de suelo
		Deslizamiento de roca	Deslizamiento de escombros	Deslizamiento de suelo

Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

Los términos utilizados en la Tabla para los tipos de materiales quedan definidos de la siguiente manera:

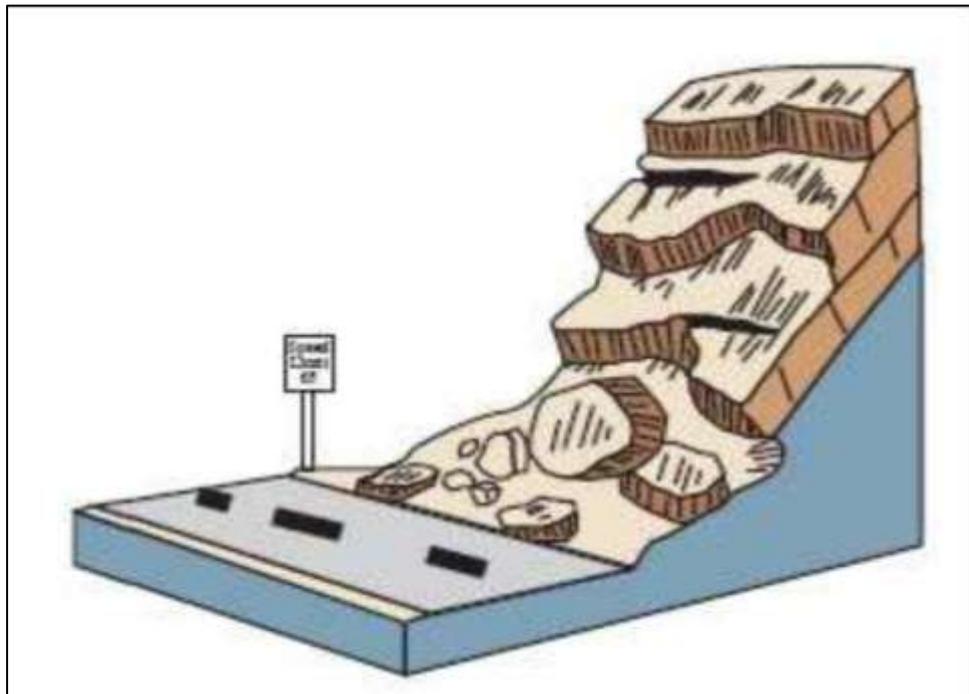
- Roca. Una masa firme y dura que antes de iniciar su movimiento se encuentra intacta, en su estado natural.

- Suelo. Agregado de partículas sólidas, producto del desgaste de rocas sanas.
- Tierra. Material con 80% o más de partículas menores a 2mm, el límite superior de tamaño de las partículas de arena.
- Escombros. Contiene una significativa proporción de materiales gruesos.

3.1.3.1 Caídos de Roca (Desprendimientos)

Se define como una masa separada de un talud sobre la superficie de un corte. El material del terreno o de la roca desciende a través del aire cayendo, rebotando, o rodando. El movimiento sucede de rápido a muy rápido. Estos fenómenos suelen producirse en zonas constituidas geológicamente por alternancias sedimentarias de capas resistentes y débiles. (Ver figura N°4 y foto N°2)

Figura N° 4: Desprendimientos



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

Foto N° 2: Desprendimientos

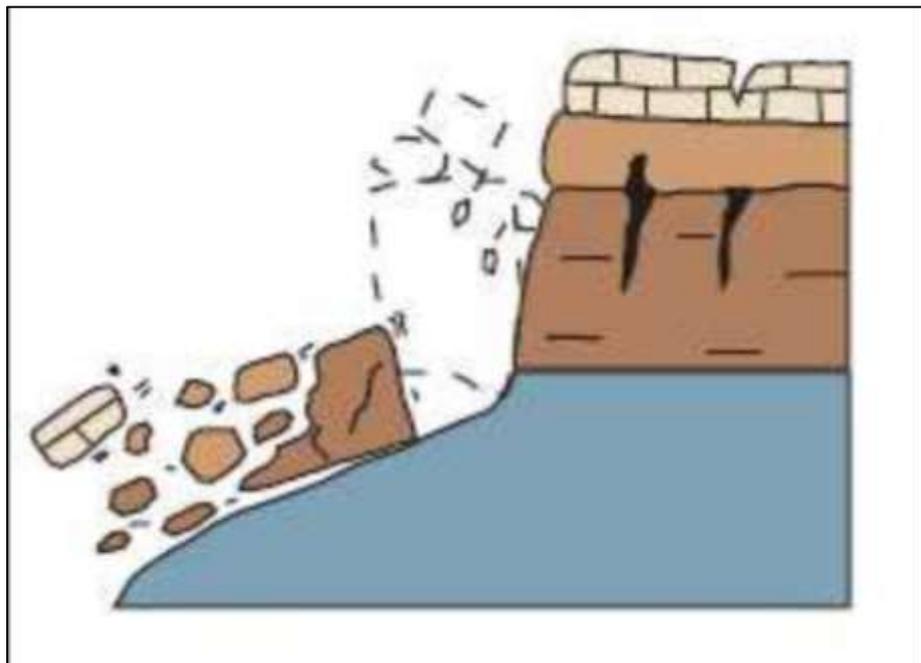


Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

3.1.3.2 Vuelcos

Estos movimientos implican una rotación de unidades con forma de columna o bloque sobre una base, bajo la acción de la gravedad y fuerzas ejercidas por unidades adyacentes o por inclusión de agua en las discontinuidades. (Ver figura N°5 y foto N°3)

Figura N° 5: Vuelcos



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

Foto N° 3: Vuelcos



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

Comúnmente las fallas por vuelco se presentan de la siguiente forma:

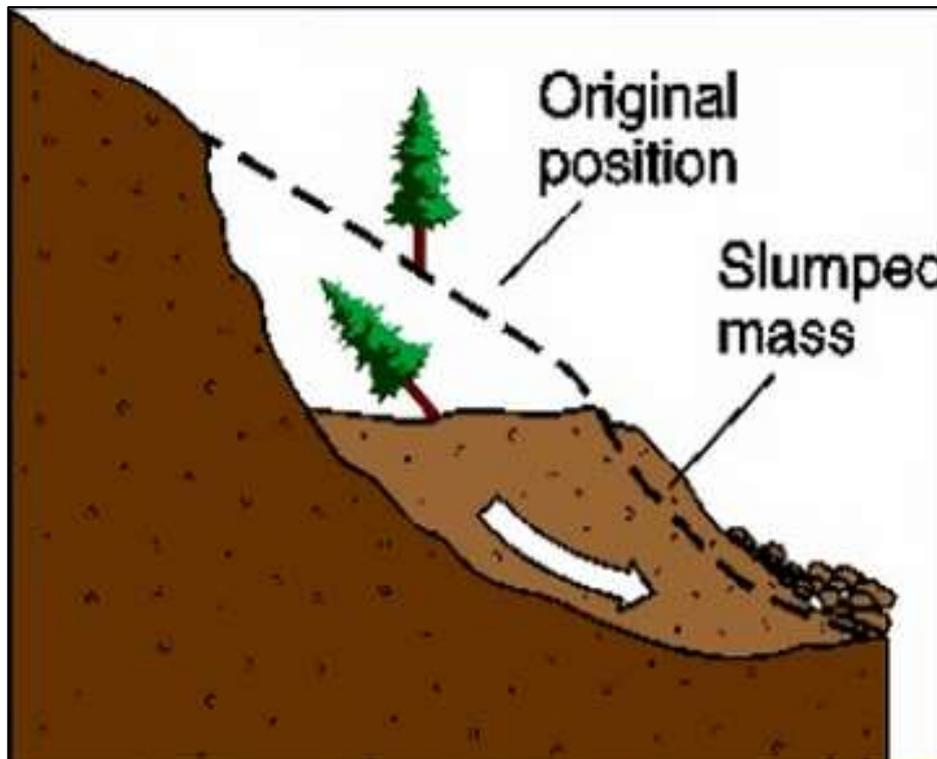
- a) *Vuelco por flexión.* Se desarrolla bajo un mecanismo compuesto por flexiones semicontinuas del material, individualizado en columnas, debido a una serie de eventos acumulados a lo largo de las discontinuidades. Cuando se desencadena el movimiento, por transmisión de la carga en el pie del talud, el mecanismo progresa hacia el interior el macizo rocoso, originando grietas de tracción con profundidad y anchura variables.
- b) *Vuelco de bloques.* Es característico de aquellos macizos rocosos que contienen sistemas de discontinuidades ortogonales, dando lugar a una geometría de columnas dividida en bloques. El empuje sobre los bloques inferiores origina su desplazamiento y una vez producido, el movimiento progresa a la parte superior del talud.
- c) *Vuelco mixto.* Es una combinación de los dos anteriores. Se produce cuando los bloques son alargados, debido a flexiones en el pie del talud e intermovimientos relativos de las distintas unidades.

3.1.3.3 Deslizamientos

Son movimientos que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies o a través de una franja relativamente estrecha del material. Sobre las superficies donde se produce el movimiento se generan estrías indicativas de la dirección del movimiento. Se distinguen dos tipos de deslizamientos:

- a) *Deslizamientos rotacionales*. Tienen lugar a lo largo de una superficie de deslizamiento interna, de forma aproximadamente circular y cóncava. El movimiento simula una naturaleza rotacional, alrededor de un eje dispuesto paralelamente al talud. (Ver figura N°6 y foto N°4)

Figura N° 6: Deslizamiento Rotacional



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

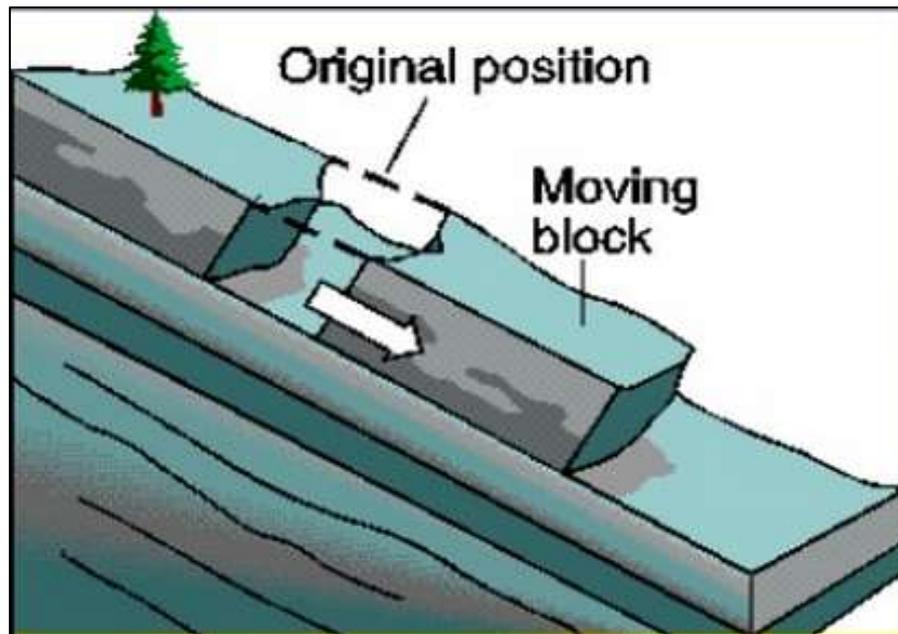
Foto N° 4: Deslizamiento Rotacional



Fuente: Foto Propia

- b) *Deslizamientos traslacionales*. En este tipo de deslizamientos la masa de terreno se desplaza hacia afuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación, comúnmente el movimiento de la masa deslizada hace que esta quede sobre la superficie original del terreno.
- c) Los deslizamientos traslacionales están condicionados por las discontinuidades, influyendo la variación de resistencia al corte entre estratos de diferente naturaleza, diferente grado de meteorización, distintos tipos de relleno en discontinuidades, etc. Generalmente se desarrollan en macizos rocosos, con discontinuidades bien marcadas. (Ver figura N°7)

Figura N° 7: Deslizamiento Traslacional



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

3.1.3.4 Extensiones Laterales

El movimiento consiste en una extensión lateral controlada por superficies de corte y/o fracturas de tensión. Pueden aparecer sobre macizos rocosos con diferente competencia o bien sobre materiales con carácter de suelo.

3.1.3.5 Flujos

La granulometría del material y el contenido de agua, son los dos factores más determinantes en el desarrollo de este tipo de procesos. Se contemplan bajo esta denominación ciertos movimientos producidos en materiales rocosos (menos frecuente) y en materiales de tipo suelo, que constituyen las coladas en sentido estricto.

- *Flujos en roca.* Son poco frecuentes y propias de macizos rocosos no muy competentes, con una estratificación definida y afectados por otros plegamientos y otras manifestaciones de comportamiento plástico. Incluyen deformaciones que se distribuyen entre fracturas grandes o pequeñas e incluso entre microfracturas sin aparente conexión entre ellas. No existe una

concentración de desplazamiento continuo sobre una superficie definida, entre unidades relativamente intactas.

- *Flujos en suelos*. Presentan una semejanza a los fluidos viscosos. Son propios de materiales tipo suelo, su característica principal es presentar grandes desplazamientos de la masa movida y el efecto fluidificante del agua como parte del proceso.

Atendiendo a la granulometría de los mismos, contenido de agua, movilidad y carácter del movimiento se mencionan los siguientes subtipos más representativos:

- ✓ *Reptaciones*. Son deformaciones continuas, generalmente superficiales y extremadamente lentas, que pueden aparecer acompañando a otros tipos de movimientos de los materiales subyacentes. (Ver figura N°8)

Figura N° 8: Reptación

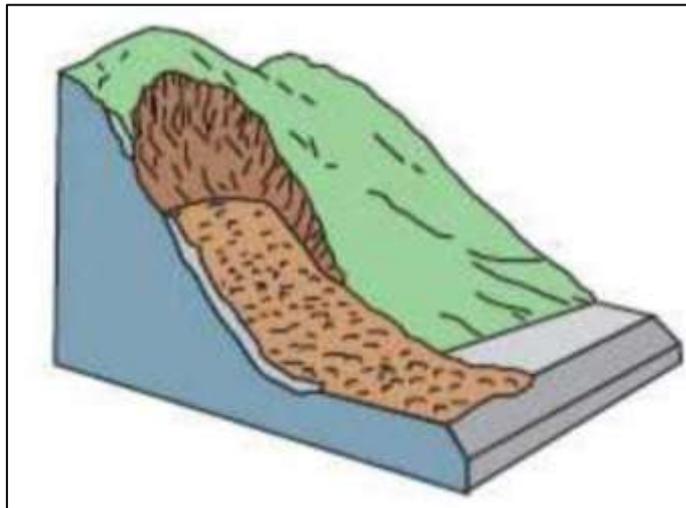


Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

- ✓ *Flujo de derrubios*. Materiales con un elevado porcentaje de fragmentos gruesos. El flujo de derrubios se puede presentar con dos velocidades posibles, un movimiento muy rápido; mecanismo catastrófico, reducción de la fricción interna en pendientes fuertes y disminución de la resistencia al

deslizamiento de los materiales sobre el sustrato rocoso. Al llegar a una superficie menos inclinada, horizontal o en contra pendiente, hay un aumento repentino de la fricción interna y disipación rápida de la energía cinética y en consecuencia una acumulación de la masa al pie de la ladera. (Ver figura N°9 y foto N°5)

✓ **Figura N° 9: Derrubios**



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

Foto N° 5: Flujo de Derrubios



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte

- ✓ Flujos de barro (mud flow). La fase principal de los flujos de barro consiste cuando la masa entra en movimiento totalmente dislocada y fluye como un cuerpo viscoso. El límite entre las masas móviles y el terreno en sitio está bien definido.

La velocidad con que ocurre el movimiento varía en función de la naturaleza del material transportado y de la topografía y pendientes del terreno. El rango de velocidad va desde un flujo plástico extremadamente lento hasta una colada catastrófica de materiales sueltos compuestos por una mezcla de rocas, árboles y suelos con humedades variables. Una de las causas pueden ser fuertes precipitaciones durante periodos prolongados.

La estabilidad de un talud depende en general de factores propios de los materiales constitutivos, tales como su naturaleza, estructura, estratigrafía, condiciones de meteorización, y de todo un conjunto de circunstancias externas al propio talud o ambientales, como la topografía de la zona, el clima, la vegetación. Las condiciones de régimen hidráulico superficial son vitales, así como la gravedad que actúa siempre como factor desequilibrante. Siempre que la gravedad esté compensada con la resistencia del terreno, el talud estará en equilibrio, por el contrario, cuando el equilibrio se rompa se producirá una inestabilidad de la masa en forma de deslizamientos, avalanchas, desprendimientos, etc.

3.1.4 Signos de Movimiento

Muchos derrumbes ocurren sin previo aviso. El personal de mantenimiento debe de tener la habilidad necesaria para poder detectar cualquier indicio. Si un deslizamiento es descubierto en su etapa de nacimiento, se podrán realizar las tareas coherentes para no llegar a un fracaso del talud así como impedir costos de reparación demasiado altos. Es importante entonces, identificar las distintas señales o signos que evidencian la existencia de deslizamientos antiguos o recientes, aunque los primeros resultan, por lo general, más

difíciles de identificar en una investigación general. Algunos de estos rasgos que pueden aparecer asociados con movimientos, se explican en esta parte de la investigación.

3.1.4.1 Grietas sobre la carretera

Los diferentes tipos de movimientos desarrollan grietas características con distintas orientaciones que las hacen muy importantes a la hora del reconocimiento de movimientos. Las grietas delinean los límites de rotura y son en la mayoría de los casos las primeras señales de movimiento que aparecen en el campo. Su aparición en la cabecera del talud y en los límites laterales del deslizamiento, pueden definir, según la forma de las mismas, el tipo de movimiento a que corresponden. Las grietas de tensión que se presentan en la carretera señalan que un movimiento ha iniciado. Estas grietas permiten que el agua penetre, suavizando el material e incrementado la presión ejercida. En la foto N°6 se aprecia una grieta.

Foto N° 6: Grieta sobre Carretera



Fuente: Foto Propia

3.1.4.2 Cambios Abruptos de Pendiente

Estos cambios indican que una masa de terreno o roca ya ha fallado o se ha movido. Algunos derrumbes presentarán más de un cambio de

pendiente pues la masa de material tiene una tendencia a moverse en bloques.

3.1.4.3 Guardavías

Los guardavías son un elemento protector en las vías carreteras, pero también pueden servir como indicador de movimientos. Cuando en la superficie de rodamiento no se presenten cambios visibles, el observar la condición de las guardavías suele ser de gran ayuda, se ve en la foto N°7. Un guardavía oblicuo, inclinado o con alguna desviación, indicará problemas con el terraplén. Al existir problemas en el terraplén se deberá observar si existe continuidad con algún corte, puesto que las deformaciones pudieran ser producto del empuje de la masa de tierra ocasionado por un deslizamiento rotacional. Un escurrimiento de material por debajo del pie del talud de corte puede modificar la estructura del guardavía.

Foto N° 7: Deformación del Guardavía



Fuente: Foto Propia

3.1.4.4 Escombros sobre las Cunetas o Sobre la Vía

Los escombros de suelo pueden indicar la existencia de un corte inestable cercano a la carretera. La presencia de escombros puede ser

el origen de los desprendimientos mayores. Un problema continuo de escombros sobre la vía requiere la atención del personal de mantenimiento con el objetivo de implementar la mejor solución.

3.1.4.5 Deficiencias en el Drenaje (Agua Superficial)

- a) Alcantarillas bloqueada.** Una alcantarilla bloqueada no permite que el agua fluya correctamente, lo cual a su vez puede causar estancamiento de agua cerca del pie del talud. Esta condición tiende a saturar el pie del talud, causando que el terreno pierda fuerza e impidiendo su habilidad para resistir su propio peso. Consecuentemente un derrumbe puede llegar a ocurrir.
- b) Cunetas recubiertas que presentan daño.** Las cunetas que presentan resquebrajaduras permiten que el agua superficial fluya hacia abajo. Esto puede erosionar el talud o permitir agua en la superficie que sature porciones del talud.
- c) Agua estancada.** El agua estancada puede ocasionar problemas de infiltración.
- d) Desagües sobre el talud.** Las tuberías, alcantarillas, cunetas, bordillos, contracunetas que permitan que el agua escurra dentro del talud pueden ser causas importantes para un deslizamiento. El agua de estos elementos puede infiltrarse hasta aumentar las fuerzas que desequilibran el talud. En la foto N°8 se aprecia un talud erosionado por causa del agua.

Foto N° 8: Talud erosionado, consecuencia de mal drenaje



Fuente: Foto Propia

3.1.4.6 Deficiencias en el Drenaje (Agua Subterránea)

- a) Agua emanada de la cara o del pie del talud.** Los emanesc indican la presencia de agua subterránea interceptando la superficie del terreno. Un emane puede señalar que el agua de una formación acuífera ha saturado una porción del corte. El área alrededor de un emane de agua es vulnerable a un derrumbe.
- b) Color en la cara del talud.** Los colores diferentes pueden indicar diferencias bien definidas en la cantidad de agua presente. Un color más oscuro será indicador de mayor cantidad de agua presente. El área que contiene mayor cantidad de agua es más sensible a los derrumbes.
- c) Vegetación.** El tipo y condición de la vegetación creciendo en los taludes puede indicar la presencia de agua subterránea. Las aneas y los sauces son plantas que indican la presencia de agua subterránea. Las áreas cubiertas de vegetación verde en estaciones temporales secas también son indicadoras de agua subterránea.

3.1.4.7 Cambios en las Características

Algunos otros signos sutiles de movimiento pueden ser los cambios de verticalidad de diferentes elementos presentes en el talud. Árboles inclinados en el pie del talud indicarán que ha existido movimiento en algún tiempo atrás, pero que actualmente ha dejado de moverse, permitiendo que los árboles sigan creciendo verticalmente. Rocas visibles cubiertas de un suelo blando, indicarán que el talud se está moviendo.

3.1.4.8 Cambios en las Estructuras

- a) Las desnivelación entre la unión de las vigas de un puente con la carretera son indicadores de que existe un movimiento dentro del talud.
- b) Muros de contención. La inclinación, grietas o los desniveles en un muro de retención muestran que la masa de suelo está en movimiento.
- c) Edificios. Los edificios localizados en las áreas de deslizamiento pueden proveer pruebas de movimientos de suelo. Las pruebas más notables son grietas en diversas partes de su estructura.

3.1.5 Análisis de estabilidad

La estabilidad de la situación actual del sector crítico es evaluado para dos condiciones: estática y pseudo estática (durante un sismo). La condición estática considera como fuerzas actuantes desestabilizadoras, solamente los esfuerzos producidos por el peso propio de los materiales. La condición pseudo estática considera los esfuerzos producidos por una fuerza horizontal adicional producida por el sismo.

La fuerza sísmica horizontal del método pseudo estático, está en función de la aceleración máxima producida por el sismo y la masa de suelo. La aceleración sísmica varía en el tiempo y está caracterizada además por movimientos con múltiples frecuencias que producen en

los materiales cambios de dirección de manera muy rápida. Debido a esto, la aceleración máxima ocurre una sola vez y en un lapso corto de tiempo durante el fenómeno sísmico.

Para el análisis de estabilidad pseudo estático se ha considerado una aceleración sísmica en función de un porcentaje (54%) de la aceleración máxima esperada, estos valores provienen del Estudio de Peligro Sísmico. Este porcentaje de la aceleración sísmica se conoce como coeficiente sísmico.

El informe de peligro sísmico concluye que la aceleración máxima para un periodo de retorno de 50 años, es de 0.28 g. La aceleración de diseño utilizada será de 0.15 g.

Para verificar la eficiencia de la implementación de las obras propuestas en cada caso, el consultor ha efectuado los análisis de estabilidad aplicando el software de la especialidad (Slide v 6.0), que utiliza los métodos Bishop Modificado.

En sus diferentes circulares. Los valores para los factores de seguridad mínimos que se deben utilizar se aprecian en el cuadro N°4.

Cuadro N° 4: Factores Mínimos de Seguridad

Condición	Factor de Seguridad mínimo
Estática	1.50
Sísmica	1.20

3.1.6 Alternativas de solución

3.1.6.1 Introducción

El objetivo principal de un estudio de estabilidad de taludes o laderas, es diseñar medidas de prevención, control, remediación y/o estabilización para reducir los niveles de amenaza y riesgo. Se han desarrollado gran cantidad de técnicas probadas para el manejo de los

taludes inestables o los deslizamientos. Generalmente los beneficios más significativos desde el punto de vista de reducción de amenazas y riesgos, se obtienen con las medidas de prevención, que consisten en eludir la amenaza, evitando que los elementos de riesgo (tales como las vidas humanas, viviendas o carreteras) estén expuestos a la amenaza de un deslizamiento, así reducir la probabilidad de riesgo, la amenaza continua existiendo, pero eludirla impide correr riesgos. Sin embargo, no es posible la eliminación total de los problemas mediante métodos preventivos en todos los casos, por eso es necesario establecer medidas de ingeniería que estabilicen los taludes.

La estabilización de taludes requiere de metodologías específicas de diseño y construcción. Cada sistema tiene su base teórica y sus procedimientos constructivos, para determinar el sistema a utilizar es preciso conocer las causas y mecanismos del problema.

Uno de los factores más importantes que define la alternativa de manejo, es la disponibilidad de recursos. Algunos proyectos disponen de grandes presupuestos, lo cual permite la construcción de obras de gran magnitud; sin embargo, es muy común que los recursos económicos sean limitados y se requiera utilizar tecnologías de bajo costo.

Debe tenerse en cuenta que en ocasiones los deslizamientos son movimientos antiguos, los cuales han estado disfrazados por procesos nuevos de meteorización, erosión o por vegetación.

Estabilización, los métodos de estabilización de taludes generalmente, están dirigidos a reducir las fuerzas actuantes, a incrementar las fuerzas resistentes o una combinación de los dos efectos. Es común que existan varios factores que determinen las fuerzas actuantes y se requieran varios métodos de estabilización para lograr un efecto combinado. Las fuerzas actuantes pueden reducirse de varias formas:

Como excavando el material de un sector vulnerable o construyendo sistemas de drenaje para reducir las presiones por causa del agua.

Y las fuerzas resistentes pueden incrementarse de varias formas:

Como reforzando el suelo, eliminando estratos débiles en zonas potenciales de falla o construyendo estructuras de contención.

Alternativas de solución existen muchas y como ya se dijo pueden utilizarse en forma simultánea, entre las usadas con mayor frecuencia tenemos:

3.1.6.2 Conformación de la Superficie

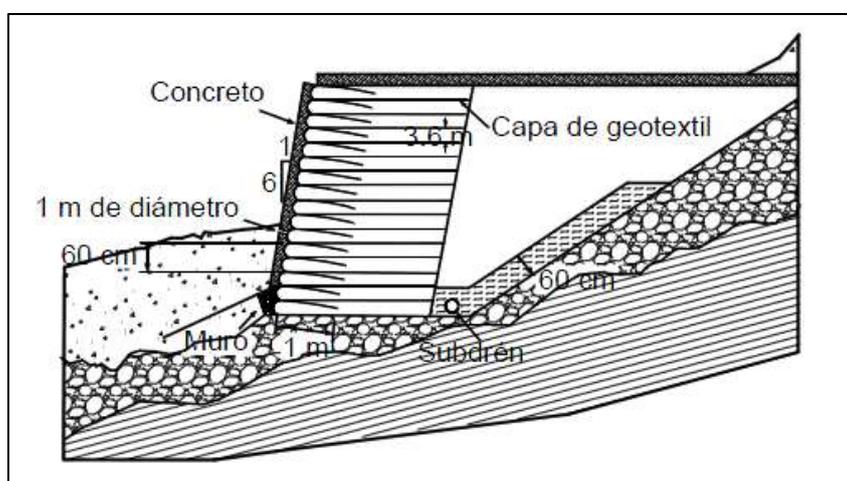
Es una de las técnicas más utilizadas para la estabilización de taludes consiste en la reconfiguración y tendido de la pendiente del talud. Al modificar la forma de la superficie del talud, se puede lograr un equilibrio de masas, que reduzca las fuerzas que producen el movimiento y que aumente la longitud del círculo crítico de falla y haciendo más profundo, lo que aumenta el factor de seguridad. Las pendientes de los taludes resultantes de la conformación, deben ser estables (estas pendientes varían según el tipo de suelo). Es común, especialmente en carreteras, debido a su bajo costo y a la disponibilidad de equipos como retroexcavadoras, otra ventaja es la facilidad de realización y la existencia de personal calificado. El abatimiento de la pendiente puede ser efectivo en deslizamientos rotacionales, pero generalmente tiene muy poco efecto o puede tener un efecto negativo en deslizamientos de traslación. Utilizando relleno en la conformación puede presentar dificultades e incluso producir inestabilidad cuando los rellenos se colocan sobre suelos blandos o de baja resistencia, para esta técnica se debe preferir los materiales granulares gruesos de drenaje libre o combinándolo con un sistema de drenaje, ya que puede producir condiciones no drenadas en suelos saturados. Los suelos orgánicos y limosos no son recomendables.

3.1.6.3 Muro de Suelo Reforzado

Los terraplenes del suelo mecánicamente estabilizado, (MSE) incluyen capas de suelo compactado con geosintéticos o mallas de refuerzo que forman una masa de gravedad la cual actúa como estructura de contención o contrapeso para la estabilización del deslizamiento. La

fachada del muro MSE puede ser vertical o inclinada y puede estar recubierta por vegetación o concreto lanzado. Los refuerzos deben diseñarse y espaciarse de forma que no fallen a tensión o no puedan ser extraídos de la masa de suelo y deben satisfacer los mismos criterios de un muro tradicional, es decir que no sufran inestabilidad por el deslizamiento o volteo. Los muros MSE deben incluir un sistema de drenaje eficiente para el control de las aguas subterráneas e infiltradas y deben estar cimentadas sobre fundaciones estables. En la figura N°10 se aprecian las partes del muro de suelo reforzado.

Figura N° 10: Muro de Suelo Reforzado



Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico – Ing. Jaime Suarez

3.1.6.4 Mejoramiento de Terraplén

Es una técnica de remediación muy sencilla que consiste en excavar el suelo suelto o removido y remplazarlo por un material granular resistente. El sistema consiste en retirar el suelo a una profundidad superior a la de la superficie de falla y remplazarlo por un material de mejor calidad. Esta técnica puede completarse con un sistema de compactación profundo como la vibro compactación y de esta forma, se densifican no solamente los materiales colocados, sino los que se mantienen en el sitio.

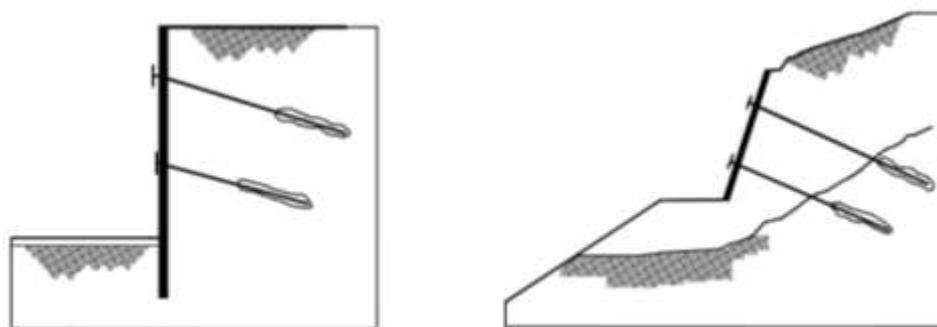
3.1.6.5 Estructuras de Contención

Las estructuras de contención de tierras tienen por objeto la colocación de fuerzas adicionales que resistan el movimiento. El objetivo es

colocar fuerzas externas que aumenten las fuerzas resistentes, sin disminuir las actuantes. Las estructuras de contención pueden ser masivas, en las cuales el peso de la estructura es un factor importante o pueden consistir en estructuras ancladas, en las cuales la fuerza se transmite al suelo profundo por medio de un cable o varilla de acero. Cada tipo de estructura tiene un sistema diferente de trabajo y se deben diseñar de acuerdo con su comportamiento particular. Entre los sistemas de contención para la remediación de deslizamientos, se encuentran los siguientes:

- **Estructuras de Gravedad.** Son muros que trabajan como un peso o contrafuerte en la parte inferior de un movimiento. Entre los tipos de muro de gravedad se encuentran los muros en concreto simple, concreto ciclópeo, gaviones, enrocado y muros MSE. El peso es un factor determinante en este tipo de estructura. Los muros de gravedad son rígidos a flexibles de acuerdo con el tipo de material utilizado para su construcción y son muy eficientes, para estabilizar los deslizamientos poco profundos se pueden requerir estructuras de gran magnitud.
- **Estructuras Ancladas.** Estas estructuras consisten en la perforación de inclusiones de acero dentro del suelo, las cuales comúnmente se inyectan para formar bulbos de anclaje (Anclajes postensionados) o se cementan en toda su longitud (Anclajes pasivos). Generalmente, se complementan con una pantalla o muro sobre la superficie del terreno en el cual se apoyan las anclas. (Ver figura N°11)

Figura N° 11: Pantallas Ancladas



Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico – Ing. Jaime Suarez

En el cuadro N°5 se presenta un resumen de las ventajas y desventajas de las diferentes estructuras de contención.

Cuadro N° 5: Ventajas y Desventajas de Estructuras de Contención

Método	Ventajas	Desventajas
Enrocado	Efectivos en deslizamientos pequeños, especialmente en los rotacionales que actúan a contrapeso, son permeables.	Se requiere una cimentación estable, se necesitan grandes volúmenes de roca
Gaviones	Son flexibles y de acomodan a los movimientos. Son permeables	Actúan por gravedad, por lo que se necesitan que tengan gran volumen
Muro de Suelo Reforzado	Utilizan el suelo del sitio, ayudan a la estabilidad interna	Son muy vulnerables a los movimientos. Requieren de un sistema de drenaje
Muros de Concreto	Poseen buena resistencia. Útiles para movimientos relativamente pequeños. Son rígidos	Se necesita buena cantidad de cimentación, son poco efectivos en taludes de gran altura
Anclajes o Pernos	Efectivos en roca, especialmente cuando esta estratificada	Se requiere de equipos costosos, pueden sufrir corrosión
Pantallas Anclados	Útiles como estructuras de contención de masas, de tamaño pequeño a mediano. Son muy efectivos cuando hay roca para el anclaje	Se ven afectadas cuando hay aguas subterráneas. Generalmente son costosas, necesitan mantenimiento permanente (tensionamiento)

Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico – Ing. Jaime Suarez

3.1.6.6 Drenaje y Subdrenaje

Los métodos de estabilización de deslizamientos que contemplan el control del agua tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y son generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, en cuanto tienden a desactivar la presión de poros, considerada como el principal elemento desestabilizante de los

taludes. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo, aumenta la resistencia del talud, al disminuir la presión de poros.

- **Drenaje Superficial.** El objetivo principal del drenaje superficial es mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración y evitando la erosión. El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía antes que se infiltre en el área del deslizamiento y llevar el agua a un sitio seguro, lejos del talud que se va a proteger.
- **Drenaje Subterráneo.** Tiene por objeto disminuir las presiones en los vacíos y mantener la resistencia del suelo. El diseño de estos sistemas es complejo debido a que la mayoría de los taludes no son homogéneos y el movimiento de los flujos de agua por lo general es irregular.

CAPÍTULO 4 : APLICACIÓN EN CASO CARRETERA IIRSA NORTE

4.1. INTRODUCCION

Los Tramos Viales de la Concesión IIRSA NORTE, se han venido ejecutando las actividades de Conservación, Operación y Mejoramientos establecidos en el Contrato de Concesión, a lo largo de los 955 Km (desde Paita, departamento de Piura, hasta la Provincia de Yurimaguas, Departamento de Loreto). En la actualidad vienen siendo afectados por las intensas lluvias ocurridas en diferentes periodos, los que ocasionan la presencia de avenidas extraordinarias en los cursos de los ríos y quebradas de la zona del proyecto y que afectan con el fenómeno de erosión fluvial un número determinado de taludes inferiores de las plataformas de las carreteras. Dicha erosión fluvial fue el inicio del proceso de desestabilización del talud y de la carretera, que ha ocasionado el colapso del pavimento y de estructuras de drenaje de aguas superficiales, tales como alcantarillas, cunetas y obras de sostenimiento.

Considerando que el tramo en estudio, constituye la principal vía de acceso de la Costa Norte hacia las principales ciudades de la Selva Norte del Perú; es de singular importancia, ejecutar las obras de protección ribereñas definitivas, reconstrucción de la plataforma y estabilización de taludes, los cuales permitan asegurar la estabilidad de la plataforma de la carretera, contra la ocurrencia de los fenómenos de erosión fluvial y deslizamientos de los taludes inferiores, asegurando la transitabilidad y permitiendo el paso vehicular durante toda la época del año, de acuerdo a los niveles de servicio.

Los Estudios realizados para el área de estudio comprendieron en la caracterización y evaluación geológica-geotécnica de los materiales existentes en cada zona.

Con la finalidad de efectuar la investigación para la rehabilitación de la vía entre el sector de Tarapoto-Yurimaguas, se consideró una etapa inicial en la programación de los trabajos que comprende las siguientes actividades:

- Identificación de los sectores mediante reconocimiento de campo
- Cartografiado geológico y geotécnico de los sectores identificados
- Realizar exploraciones geotécnicas
- Análisis de ensayos de laboratorio

El conocimiento de estos temas permitirá determinar el origen de los problemas que se presentaron, los tipos de procesos predominantes, y su influencia en la carretera proyectada. Sobre esta información se definen las alternativas de solución más adecuadas.

Esta condición de inestabilidad afecta y distorsiona el Programa de Conservación que viene ejecutando la Concesionaria, ya que a consecuencia de estos problemas, la vida útil de la infraestructura, que es renovada con el Mantenimiento Periódico, se encuentra comprometida, y las labores de Mantenimiento Rutinario y de Emergencia están teniendo una recurrencia fuera de la normalidad, además de no ser eficaces bajo estas condiciones, en proteger y asegurar el deterioro normal de la vida útil de la infraestructura.

4.2. GENERALIDADES

A partir del 12 de abril del año 2006, fecha en la cual se realizó la Toma de Posesión por parte de la Concesionaria IIRSA NORTE, y se dio vigencia a las obligaciones contractuales del Contrato de Concesión, se han venido ejecutando las actividades de Conservación, Operación y Mejoramientos establecidos en el Contrato de Concesión, a lo largo de los 955 Km (desde Paita, departamento de Piura, hasta la Provincia de Yurimaguas, Departamento de Loreto).

Las actividades de Conservación que se vienen ejecutando desde la Toma de Posesión tienen los alcances establecidos en el Contrato de Concesión, más específicamente Sección VII y Anexo I. Dichas actividades son realizadas en estricto cumplimiento al Plan de Conservación y Mantenimiento elaborado por el Concesionario según lo determina la cláusula 3.1 del Anexo 1, y se originan de evaluaciones visuales continuas que se hacen a lo largo de toda la carretera; identificando el estado en que se encuentran los diferentes componentes de su infraestructura, con el objetivo de actuar de manera preventiva a posibles fallas que esta puede tener en sus Niveles Individuales

de Servicio, parámetros que nunca pueden estar por debajo de los mínimos establecidos en el Anexo I del Contrato de Concesión.

En cuanto a las principales actividades de ocurrencias en el sector en estudio se tienen los siguientes reportes:

- Mediante la Ficha N° 2010003692 (04 de Diciembre del 2010), se reportó a la Central de Operación de Transito (COT), un deslizamiento de material que afecto media vía en sentido descendente. Se realizó la limpieza del tramo.
- Mediante Ficha N° 2011000796 (02 de Marzo del 2011), se reportó deslizamiento de material de 375 m3 de volumen, afectando la vía completa en ambos sentidos. Se realizó la limpieza del tramo.
- Mediante la ficha N° 2011000935 (11 de Marzo del 2011), se reportó la existencia de fisuras en carpeta que afectan el lado derecho de la vía en sentido descendente. Se realizó el sellado de las fisuras existentes.
- Mediante la Ficha N° 2011004010 (24 de Noviembre del 2011), se reportó un deslizamiento de material que afecto la vía completa en ambos sentidos. Se realizó la limpieza del sector.
- Mediante la Ficha N° 2011004015 el (24 de Noviembre del 2011), se reportó un deslizamiento de material que afecto la vía completa en ambos sentidos. Se realizó la limpieza del sector.

4.2.1 Ubicación

El sector afectado se encuentra en el Tramo 1 del Corredor Interoceánico Norte: Tarapoto - Yurimaguas el cual se extiende entre las siguientes progresivas, que muestra el cuadro N°6.

Cuadro N° 6: Límites del sector crítico Km 45+690 – Km 45+830

Punto	Progresiva Hito (km)	Coordenadas	
		Norte	Este
Inicio	45+690	9294284	358331
Fin	45+830	9294175	358357

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

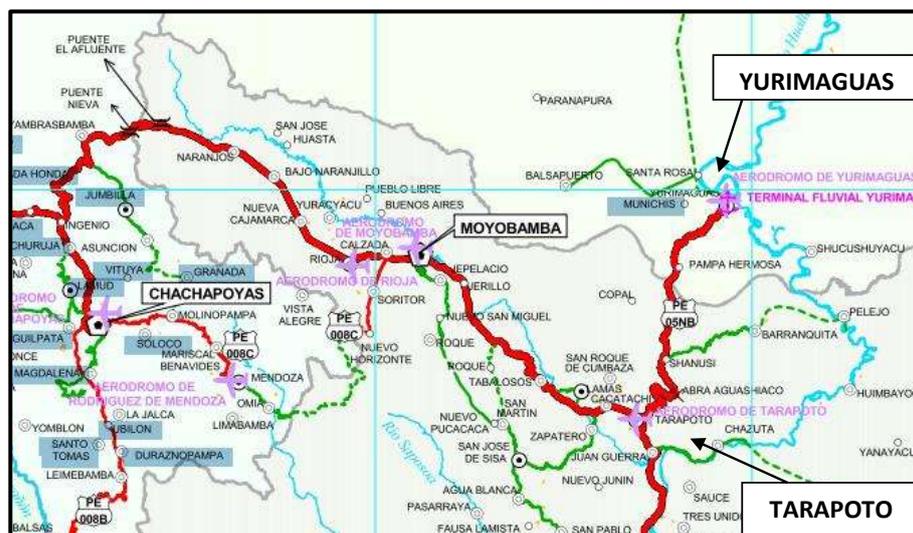
4.2.2 Accesibilidad

La zona de trabajo se llega por vía terrestre tomando dos rutas:

La 1° Ruta: Por la carretera panamericana norte desde Lima hasta Chiclayo (780 Km.), desde ahí por vía asfaltada hasta el distrito de Olmos (100Km.), luego se continua por una carretera asfaltada que pasa la localidad de corral quemado (100Km.), Moyobamba (495 Km.), Tarapoto (605 Km.) y Yurimaguas como destino final.

La 2° Ruta: Desde Lima por la carretera central hasta las localidades de la Oroya, Cerro de Pasco, Huánuco, Tingo María, Tocache, Juanjuí, y Tarapoto. Por vía aérea en vuelos nacionales de Lima Tarapoto. Se ubica en el tramo individual N° I Tarapoto - Yurimaguas, está comprendido entre las siguientes progresivas: Km. 45+690 al Km. 45+830. Políticamente está ubicado entre el Departamento de San Martín y Loreto. Como se aprecia en la figura N° 12.

Figura N° 12: Mapa vial de accesibilidad



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

4.3 SITUACION ACTUAL DE LA ZONA

El problema de la zona es el deslizamiento rotacional de masas de suelo en el talud inferior, este deslizamiento afecta todo el ancho de la vía, en consecuencia se producen fisuras en media luna hacia el talud inferior, también se producen caídas de bloques que dañan el pavimento.

El sector está conformado por suelo coluvial gravo limo arcilloso no consolidado y bloques de arenisca meteorizada. Y se encuentra cubierto de vegetación.

Los depósitos coluviales superficiales contienen partículas poco pesadas no muy resistente y es susceptible al movimiento. El talud inferior es el más afectado por las precipitaciones pluviales que producen sobrecarga, de esta manera el peso en la dirección pendiente abajo es incrementado, produciendo esfuerzos adicionales en el terreno, todo esto influenciado por la pendiente del talud. Se reduce el índice de vacíos e incrementa la presión en los poros del material reduciendo la resistencia al corte del material.

La zona se caracteriza por las constantes precipitaciones pluviales generadas por factores locales, tales como la presión atmosférica, la temperatura y la humedad atmosférica.

4.4 TOPOGRAFÍA

4.4.1 Generalidades

Cualquier estudio que se ocupe de la revisión y/o evaluación de las obras, requiere una cantidad de datos, siendo una parte de ellos de carácter topográfico.

La gama de informaciones necesarias de los trabajos topográficos consiste en identificar un gran número de datos geológicos a fin de disponer, comprobar y/o complementar los datos existentes. Con este fin se procedió a levantamientos detallados de las zonas afectadas a lo largo de la carretera.

4.4.2 Definición de las Áreas que serán Levantadas

A partir de los marcos del kilometraje existentes fueron determinadas las progresivas en campo para la localización de cada una de las áreas. Paralelamente se buscaron detalles planimétricos existentes en campo con indicación de las progresivas instaladas. En cada tramo fue ejecutado el levantamiento topográfico con toma de detalles de los puntos planimétricos tales como cunetas, bermas, etc.

4.4.3 Procesamiento y Plano en Computadora

Las poligonales e irradiaciones fueron procesadas en ambiente digital, de modo que permita generar las coordenadas N, E y H.

El plano topográfico representa con fidelidad los detalles existentes. Las informaciones gráficas y textos están separados en estratos (“layers”) por temas, identificadas por nombres, colores y tipos de línea diversos, de forma a permitir la lectura, con claridad, de las informaciones representadas. Las alturas de textos y escalas de las polilíneas deberán ser compatibles con el ploteo en la escala indicada.

El modelo representa el relieve del terreno, y las curvas de nivel están interpoladas con equidistancia vertical de uno o medio metro, dependiendo del movimiento del relieve, y fueron analizadas por verificación y consecuente corrección del modelo hasta que las curvas de nivel estuvieron consideradas definitivas.

4.4.4 Presentación de los Trabajos

Son presentados todos los archivos digitales generados por el programa de procesamiento topográfico, incluyendo las lecturas de campo que alimentaron los cálculos, el modelo digital y un listado general de coordenadas (N, E y H) en formato texto ordenado.

El archivo digital del plano final, estándar AutoCAD (dwg), es presentado incluyendo en este la triangulación del modelo y las curvas de nivel. Cabe indicar que los sectores se encuentran dentro del huso 18M.

4.5 ESTUDIO HIDROLÓGICO

El objetivo principal del este capítulo es evaluar las condiciones hidrológicas del sector y establecer los criterios que permitan determinar parámetros hidrológicos para los diseños de obras hidráulicas, a partir de la información obtenida en el reconocimiento de campo de la zona del estudio y la información meteorológica recopilada.

4.5.1 Información Utilizada

Para la ubicación de los sectores críticos se ha realizado levantamientos topográficos de cada sector en estudio. En el caso de cuencas pequeñas se ha recurrido al Google Earth para estimar las cuencas tributarias para alcantarillas pluviales.

Cartografía: La información cartográfica básica para el desarrollo del estudio corresponde a las cartas nacionales editadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), a escalas 1:100,000 se detalla en cuadro N°7.

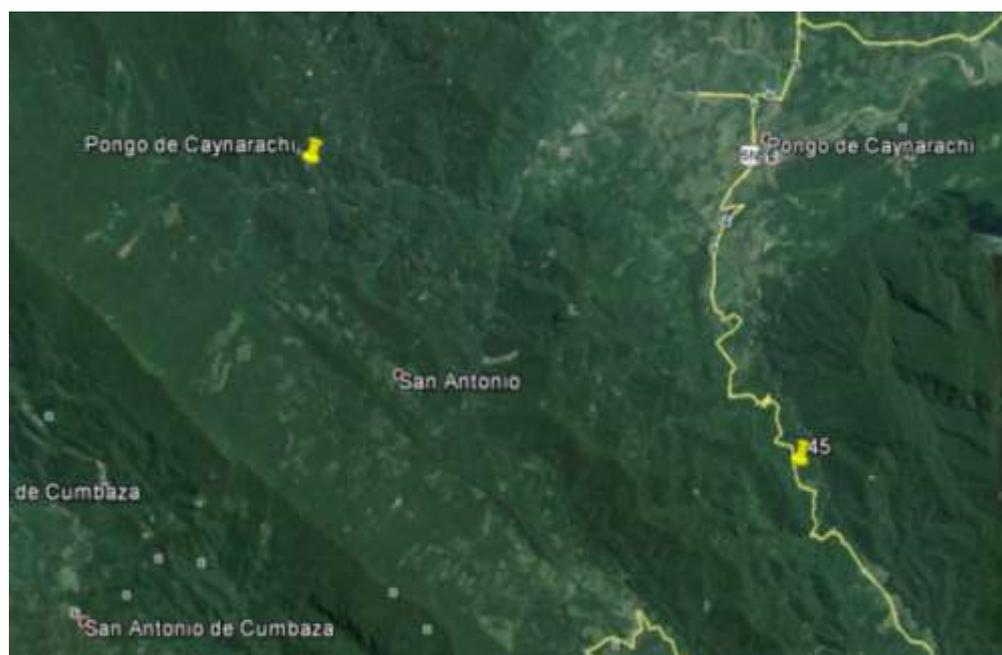
Cuadro N° 7: Información Cartográfica Utilizada

Denominación	Hoja	Escala	Entidad
13-k	Tarapoto	1: 100 000	IGN

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Pluviometría: Las estaciones pluviométricas localizadas en la zona de estudio o cercana a ella son administrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). En la figura N° 13 se muestra la ubicación de la estación encontrada.

Figura N° 13: Ubicación de la Estación Pluviométrica Pongo de Caynarachi



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

El cuadro N°8 se muestra las características de la estación del sector.

Cuadro N° 8: Estación Pluviométrica

Estación	Altitud msnm	Latitud	longitud	Periodo de registro
Pongo de Caynarachi	240	6°20	76°22	1951-1996, 1999-2003, 2005-2013

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

4.5.2 Análisis de la Información

Análisis de la Información Pluviométrica

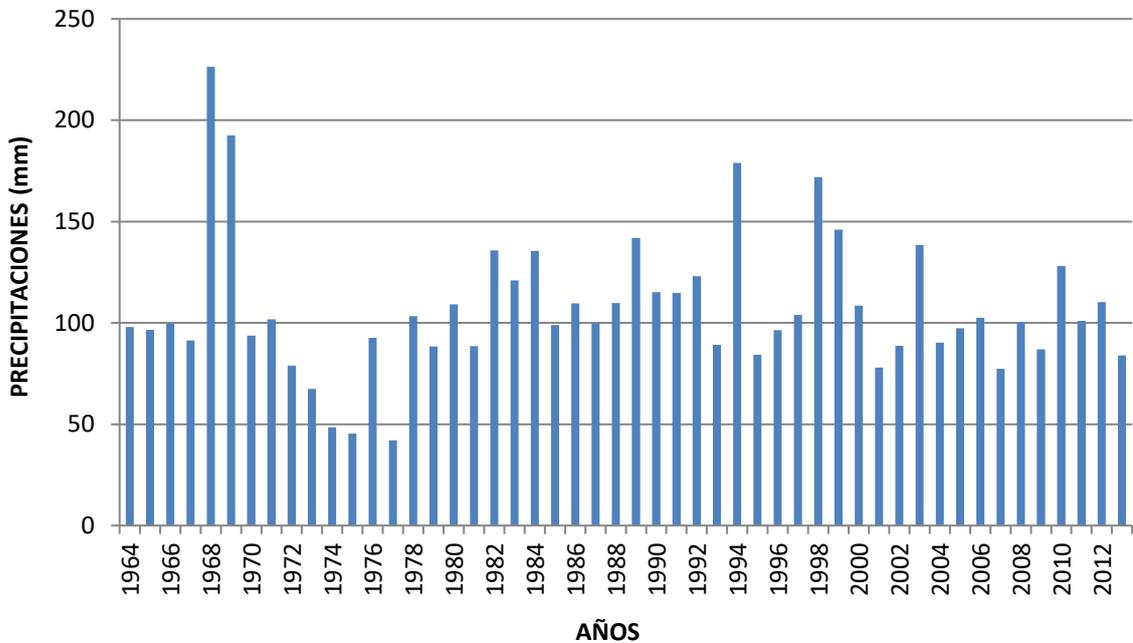
Para este estudio, se consideró el uso de la estación Pongo de Caynarachi cuyos registros se presentan en el cuadro N°9.

Cuadro N° 9: Información de las estación Pongo de Caynarachi en mm

Años	Pmax 24h	Años	Pmax 24h
1964	98.00	1989	141.90
1965	96.50	1990	115.10
1966	99.90	1991	114.80
1967	91.40	1992	123.00
1968	226.30	1993	89.10
1969	192.50	1994	179.00
1970	93.70	1995	84.20
1971	101.70	1996	96.40
1972	78.90	1997	103.90
1973	67.40	1998	171.80
1974	48.50	1999	146.00
1975	45.40	2000	108.50
1976	92.60	2001	78.00
1977	42.00	2002	88.70
1978	103.40	2003	138.50
1979	88.30	2004	90.20
1980	109.10	2005	97.30
1981	88.50	2006	102.50
1982	135.80	2007	77.30
1983	121.00	2008	100.40
1984	135.50	2009	87.00
1985	98.90	2010	128.00
1986	109.70	2011	101.00
1987	99.80	2012	110.20
1988	109.80	2013	84.00

En la Figura N° 14, se muestran los Histogramas de Precipitaciones Máximas en 24 horas anuales.

Figura N° 14: Histograma de Precipitaciones



Análisis de Frecuencia de la Precipitación Máxima

Con la precipitación máxima anual correspondiente a la estación Pacayzapa, se efectuó el análisis de frecuencia con el software Hydrognomon versión 4 para las funciones de distribución Normal, Log Normal, Pearson III, Log Pearson III y Gumbel. Se realizó la prueba de bondad de Kolgomorov-Smirnov, para seleccionar la distribución de mejor ajuste a la distribución teórica, dando como resultado la más apropiada la distribución "EV1-Max (Gumbel)". Los resultados se observan en los Cuadro N° 10.

Cuadro N° 10: Datos de Análisis de Frecuencia

Metodo	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	13.45%	0.1643
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	51.84%	0.1154
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	35.56%	0.1312
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.57%	0.1301
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	53.82%	0.1137

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Corrección por intervalo fijo de observación

L.L. Weiss en base a un estudio de miles de estaciones-año de datos de lluvia encontró que los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, para cualquier duración comprendida entre 1 y 24 horas, al ser incrementadas en un 13% conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis basado en lluvias verdaderas. De acuerdo a lo anterior, el valor de las lluvias máximas es multiplicado por 1.13 para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación. Este análisis se muestra en el Cuadro N° 11.

Cuadro N° 11: Correcciones aplicadas

Tr	Pmax en (mm)	
	(1)	(2)
500	256.95	290.36
140	222.93	251.92
100	213.92	241.73
71	204.73	231.35
50	195.30	220.69
35	185.67	209.81
25	176.54	199.49
10	151.25	170.91
5	131.24	148.30
3	115.31	130.30
2	101.01	114.14

Nota: (1)= Sin corrección, (2) = Con corrección.

Intensidades de lluvia

La estación de lluvia ubicada en la zona, no cuentan con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas. Para poder estimarlas se recurrió al principio conceptual, referente a que los valores extremos de lluvias de alta intensidad y corta duración aparecen, en el mayor de los casos, marginalmente dependientes de la localización geográfica, con base en el hecho de que estos eventos de lluvia están asociados con celdas atmosféricas las cuales tienen propiedades físicas similares en la mayor parte del mundo.

Existen varios modelos para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas. Uno de ellos es el modelo de Frederich Bell que permite calcular la lluvia máxima en función del período de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años. La expresión es la siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54 t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Dónde:

t = duración en minutos

T = periodo de retorno en años

P_t^T =precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años

P_{60}^{10} =precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años

El valor de P_{60}^{10} , puede ser calculado a partir del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

$$I = aP_{24}^b$$

I= intensidad máxima en mm/h

a, b= parámetros del modelo; 0.4602, 0.876, respectivamente.

P_{24} = precipitación máxima en 24 horas

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Dónde:

I = Intensidad máxima (mm/min)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log (I)} = \text{Log (K)} + m \text{Log (T)} - n \text{Log (t)}$$

$$\text{O bien: } Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Dónde:

$$Y = \text{Log (I)}, \quad a_0 = \text{Log K}$$

$$X_1 = \text{Log (T)} \quad a_1 = m$$

$$X_2 = \text{Log (t)} \quad a_2 = -n$$

Los factores de K, m, n, se obtienen a partir de las intensidades máximas calculadas anteriormente, mediante regresión múltiple.

Se tiene la siguiente ecuación IDF.

$$I = \frac{228.31 T^{0.203}}{t^{0.527}}$$

Los resultados se muestran en el cuadro N°12.

Cuadro N° 12: Intensidades máximas (mm/hora)

T años	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
100	241.7	228.1	170.8	139.2	119.1	94.4	62.0
71	231.3	217.1	162.5	132.4	113.3	89.9	59.0
50	220.7	205.8	154.0	125.5	107.4	85.2	55.9
35	209.8	194.3	145.4	118.5	101.4	80.4	52.8
25	199.5	183.5	137.3	111.9	95.8	76.0	49.9
10	170.9	154.0	115.2	93.9	80.4	63.7	41.6
5	148.3	131.6	98.5	80.3	68.7	54.5	35.8
3	130.3	115.2	86.2	70.3	60.1	47.7	31.3
2	114.1	102.1	76.4	62.3	53.3	42.3	27.8

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Características de las Cuencas

Para verificar la capacidad hidráulica de la alcantarilla comprendida en cada sector crítico en estudio se ha determinado sus área tributaria y su tiempo de concentración.

Para calcular el tiempo de concentración de la cuenca, (que está definido como el tiempo que una gota de agua, caída en el punto más lejano), existen varias fórmulas para calcular este parámetro, en el presente estudio se ha empleado dos fórmulas ampliamente utilizadas: Temes y Bransby Williams, que se muestran a continuación:

Fórmula de Temes:
$$T_c = 0.30 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en kilómetros.

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

Fórmula de Bransby Williams:
$$T_c = 0.2433 \frac{L}{A^{0.1} S^{0.2}}$$

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en kilómetros.

A = Area de cuenca en Km².

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

Fórmula de Kirpich:
$$T_c = 0,06628 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en kilómetros.

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

Fórmula de SCS:

$$T_c = \frac{4.3611 L^{0.80} \left[\frac{1000}{CN} - 0.9 \right]^{0.70}}{1900 S^{0.50}}$$

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en metros.

CN = Numero de curva del SCS

S = Pendiente a lo largo del cauce en porcentaje

El cuadro N° 13 muestra las características de la cuenca de drenaje, como área, longitud, cota, desnivel, pendiente y tiempo de concentración calculada por los métodos antes presentados.

Cuadro N° 13: Características de la cuenca

N°	Cuencas	Área (Km2)	Tiempo de concentración (horas)				
			Kirpich	SCS	Temes	Bransby Willimas	Selección
C - 1	45+785	0.02	0.03	0.11	0.14	0.13	0.14

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Calculo de Caudales

La cuenca que se presenta en este sector es pequeña, es decir su área es menor a 2.5 km², para obtener los caudales para distintos periodos de retorno se empleó el Método Racional ampliamente utilizado en estos casos en el cual se relaciona linealmente la intensidad de lluvia con el caudal:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad en mm/h

A = Área de la cuenca en km²

Para efectos de la aplicabilidad de ésta fórmula, el coeficiente de escorrentía "C" varía de acuerdo a las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca, ver cuadro N°4.

Cuadro N° 14: Valores para la determinación del Coeficiente de Escorrentía

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje, MTC

En el Cuadro N° 15 se muestra los resultados de los caudales máximos estimados por este método.

Cuadro N° 15: Caudales Máximos Método Racional

N°	Cuenc a	Progresiv a Km	Área (Km ²)	Tiempo de concentración Tc		Intensidad mm/hora				Caudal Máximo (m ³ /s)			
				Hora s	Minuto s	10	25	50	100	10	25	50	100
1	C - 1	45+785	0.02	0.14	8.31	119.37	143.77	165.50	190.50	0.3	0.4	0.5	0.7

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

4.6 ESTUDIO GEOLÓGICO

El principal objetivo del Estudio Geológico es identificar el origen del problema y determinar las características de los procesos y eventos geológicos presentes en el Sector. Para esto es esencial realizar el reconocimiento geológico, identificar la estratigrafía, geología estructural, morfología y la geodinámica externa. Se ha tomado como base el Boletín N° 94 Geología de los cuadrángulos de Tarapoto, Papa Playa, Utcuarca y Yanayacu, del INGEMMET, Hoja 13-k; a escala 1:100,000, publicado en 1997 y de acuerdo a

la revisión del estudio se observa las condiciones geomorfológicas, características de las unidades litológicas, característica estructural y geodinámica las que se describen a continuación:

4.6.1 Geomorfología

El área de estudio se encuentra formando parte de la Faja Subandina y la Llanura Amazónica, siendo ambas el resultado de los procesos de deformación tectónica intensificados durante el Mio-Plioceno, los que han ocasionado el plegamiento y levantamiento de bloques por la acción de fallas asociadas con fallas y bloques en el basamento Pre-Mesozoico.

Se encuentran pongos, malos pasos, valles estrechos, cumbres escarpadas, llanuras aluviales locales y el llano amazónico entre la cordillera oriental, se aprecia tres unidades claramente definidas como son:

- **Cadena Montañosa:** Se encuentra al Este de Tarapoto, sus cumbres están formadas por areniscas de la Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente, la que al ser cortada por cursos de agua longitudinales o transversales forman paredes escarpadas

4.6.2 Estratigrafía

En la región se exponen rocas mesozoicas en la cadena Longitudinal Subandina, que conforma una gran estructura a manera de anticlinal que atraviesa la zona de estudio con una orientación NO-SE; a ambos flancos de la cadena afloran rocas cenozoicas, manifestándose en un relieve suave y ondulado, en la figura N°15 se describe la geología regional, a continuación se describen:

- **Formación Sarayaquillo (Ji-s):** Consiste mayormente de areniscas en estratos gruesos con intercalaciones de limolitas, lodolitas rojas tenues a marrón rojizas las que más frecuentes

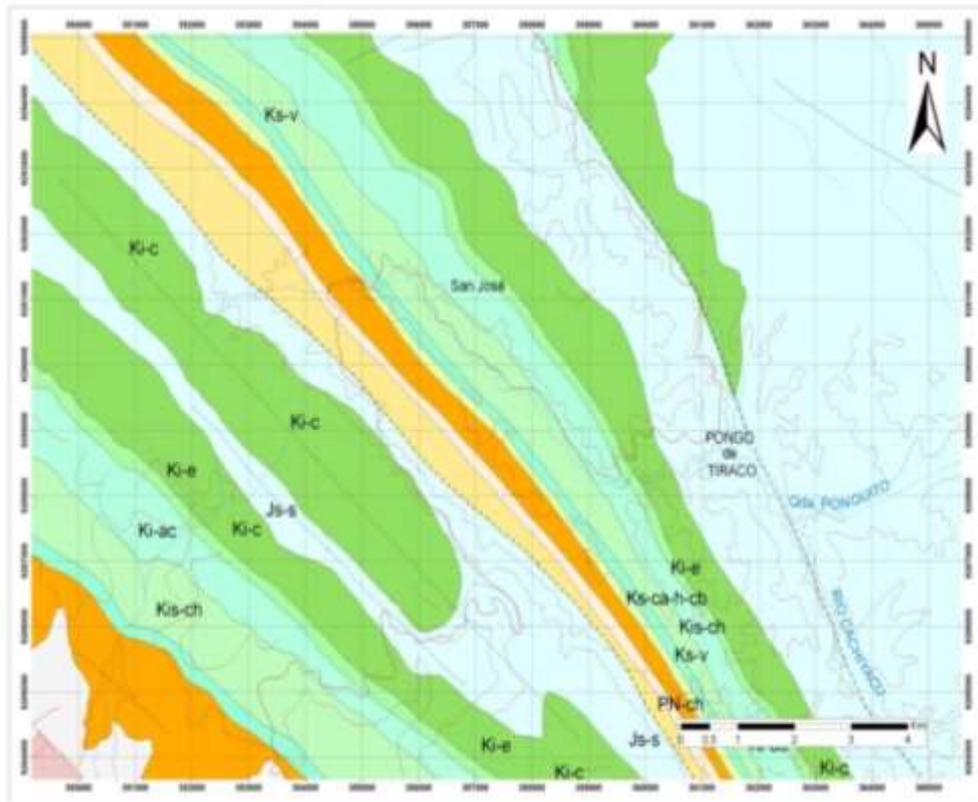
hacia el techo. Se caracterizan por la estratificación y laminación sesgada así como por la forma y grosor variable de los estratos.

- **Grupo oriente:** Secuencias de areniscas que se encuentran formando fajas delgadas que bordean las estructuras principales que constituyen la Cadena Subandina. Conjuntamente con la Formación Sarayaquillo constituye las cumbres más elevadas e inaccesibles. Está compuesta por:
 - **Formación Cushabatay (Ki-c)**
 - **Formación Esperanza (Ki-e)**
 - **Formación Aguas Caliente (Ki-ac)**

- **Formación Chota (Kis-ch):** Consiste predominantemente de lutitas y lodolitas gris claras a gris oscuras en la parte media superior, mientras que en la secuencias inferior se notan limoarcillitas, margas y calizas grises claras a oscuras y algunas gris verdosas en estratos de 30-70 cm de espesor, intercaladas con margas y limoarcillitas.

- **Formación Vivian:** Se compone de areniscas cuarzosas blancas de granos finos a grueso, bien seleccionados, friables, con poca matriz arcillosa, en estratos medianos a gruesos que tienen estratificación sesgada; hacia la parte superior pueden encontrarse lutitas y limolitas negras a grises, algo carbonoso y estratos delgados.

Figura N° 15: Geología Regional

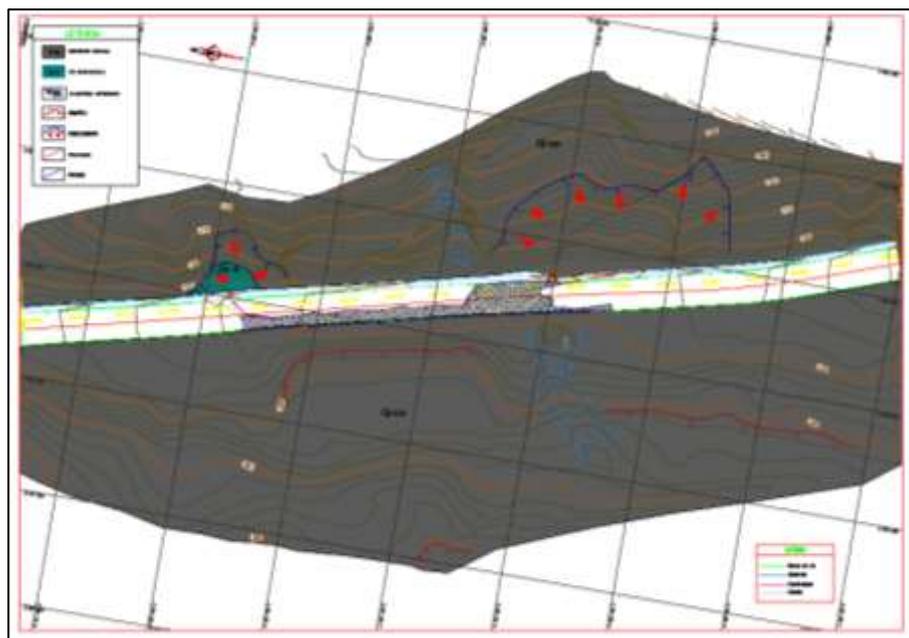


(Fuente: INGEMMET - Hoja 13-j)

4.6.3 Geología Local del sector Km 45+690 – Km 45+830

El sector comprende una topografía fuerte de 60° a moderada de 35°, su morfología comprende a un valle maduro en forma de V. su litología comprende de rocas de la formación Sarayaquillo compuesta de limolitas de tonalidades rojizas a pardas dispuestas en capas delgadas, y material de cobertura conformadas de depósitos coluviales compuesta de conglomerados, gravas y arenas con matriz de areno limoso. (Ver figura N°16 la geología local)

Figura N° 16: Geología Local del sector crítico



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

4.6.4 Litoestratigrafía Local del Sector KM 45+690 – Km 45+830

La Litoestratigrafía del sector en estudio está compuesta por los siguientes materiales, como se ve en la foto N°9.

<i>Depositos Coluviales</i>	Q-co	Conglomerados, gravas, arenas con matriz de arena limosa pardo rojiso inconsolidado, fragmentos heterogéneos de roca alterada, de diámetro promedio de 3-8 cm, sub angulosos y caídos de diámetro promedio de 0.5 a 1 metro de la formación sarayaquillo.
<i>Formación Sarayaquillo</i>	Js-s	Compuesta de limolitas de tonalidades rojizas a pardas, dispuestas en capas delgadas de espesor promedio 5 cm. presentan sectores algo alteradas.

Foto N° 9: Depósitos aluviales cubiertos por extensa vegetación



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

4.6.5 Geodinámica Local del Sector KM 45+690 – KM 45+830

Se observa levantamiento y desplazamiento de la plataforma con fisuramiento semicircular, con la formación de falla de media luna, con un asentamiento de 10cm y, fracturamiento de la cuneta.

Deslizamientos de flujo de detritos con débil flujo de agua en el talud superior.

El problema geodinámico se debe a la erosión del talud superior, originando arrastre de bloques y bolones de arenisca debido a los flujos de agua superficial en temporadas de lluvias, debido al tipo de material de cobertura compuesto de arena limosa, que al saturarse genera sobrecarga en donde reduce a la resistencia cortante originando deslizamientos. En el talud inferior se observa la formación de falla progresiva, como evidencia fisuras semicirculares en la plataforma (Ver foto N°10)

Foto N° 10: Vista donde se aprecia el desplazamiento y hundimiento de la plataforma y el grado de fracturamiento y desplazamiento de la cuneta



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

En el km 45+800 se observa deslizamiento del talud superior originando fracturamiento de las cunetas, se tiene plataforma erosionado producto de la formación de falla de media luna pendiente abajo. Como soporte para mantener el talud inferior se hizo un muro provisional con bloques de rocas. En la foto N°11 y 12 se aprecian las fallas que afectan el talud.

Foto N° 11: Vista de la formación de una falla de media luna y el flujo de detritos del talud superior



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Foto N° 12: Vista del empuje de masa de suelo del talud superior



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

4.7 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los objetivos principales del Estudio Geotécnico son:

- Realizar las investigaciones y ensayos necesarios para definir, de ser necesario, los fenómenos geológicos/geotécnicos que afectan el sector en estudio.
- Alcanzar las recomendaciones pertinentes para la mitigación de los efectos de los fenómenos geodinámicos mediante obras de estabilización.

4.7.1 Investigaciones Geotécnicas de Campo

4.7.1.1 Exploraciones Mediante Calicatas

Para la etapa de investigación en campo se realizaron exploraciones mediante excavación de calicatas y/o trincheras en las áreas de interés y en las afectadas por los fenómenos geodinámicos.

En el cuadro N°16 se presentan, las características de las calicatas efectuadas.

Cuadro N° 16: Exploraciones Realizadas

Exploración	Prof. (m)	NF (m)	Referencia
C-1	2.00	NP	Talud Inferior
C-2	2.00	NP	Talud Inferior
C-3	3.00	3.00	Talud Inferior
C-4	2.00	2.00	Talud Inferior
C-5	2.00	NP	Talud Inferior
T-1	3.00	NP	Talud Superior
T-2	3.00	2.90	Talud Superior
T-3	3.00	NP	Talud Superior

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

4.7.1.2 Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

Con la finalidad de conocer el perfil estratigráfico y las características geotécnicas del terreno, determinando las propiedades de resistencia de los suelos atravesados durante la perforación.

Para el desarrollo de los trabajos se utilizó una perforadora portátil, el personal por guardia de perforación estuvo conformado por: un (1) técnico de perforación, tres (4) ayudantes y un (1) supervisor de los ensayos. En el cuadro N°17 se establecen las coordenadas.

Cuadro N° 17: Resumen de Ensayo

Sondeo	Profundidad (m)	Coordenadas	
		Norte	Este
SPT - 01	5.45	9294247	0358367

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

El ensayo de penetración estándar (SPT) es el método de ensayo in-situ ampliamente usado para determinar las condiciones de compresibilidad y resistencia de los suelos. Este ensayo permite medir la resistencia a la penetración de un muestreador y al mismo tiempo permite obtener muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

El procedimiento del SPT está indicado en la norma ASTM D-1586. Este ensayo consiste en hincar sobre el suelo un muestreador de caña partida cuya parte inferior está unida a un anillo cortante o zapata, y la parte superior a una válvula y pieza de conexión a la línea de perforación. El muestreador tiene un diámetro externo de 51 mm y un diámetro interno de 35 mm. Para el hincado se utiliza un martillo de 63,50 kg de peso que se deja caer libremente desde una altura de 76 mm. La longitud de hincado es de 450 mm en tres intervalos de 150 mm. Se cuenta el número de golpes “N” necesarios para penetrar cada 150 mm y se descarta el primer tramo por encontrarse en material disturbado.

El valor de N es un número adimensional que indica el número de golpes por pie de penetración, es un indicativo, que usando tablas

predeterminadas por experiencia se asocian con los valores de consistencia y densidades, ángulo de fricción interna entre partículas, factores de carga y presiones necesarias para producir asentamientos.

En el cuadro N°18 se presenta un resumen del ensayo realizado.

Cuadro N° 18: Resumen de Ensayo en el Sondeo SPT-01

Profundidad del ensayo (m)	Nº de golpes por cada 6"	Valor de "N"
1,00 – 1,45	10 – 10 – 10	10
2,00 – 2,45	4 – 4 – 4	4
3,00 – 3,45	4 – 4 – 4	4
4,00 – 4,45	4 – 4 – 4	4
5,00 – 5,45	23 – 23 – 23	23

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

4.7.2 Ensayos de Laboratorio

Con las muestras alteradas obtenidas de las exploraciones, se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos y de propiedades físicas consistentes en: análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg (líquido y plástico), contenido de humedad. Los ensayos se ejecutaran siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- Límites de Atterberg ASTM D-4318
- Contenido de Humedad ASTM D-2216
- Clasificación SUCS. ASTM D-2487
- Corte directo ASTM D 3080-04

Cuadro N° 19: Ensayos de Laboratorio

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	MATERIAL QUE PASA				LL	IP	CLASIFICACIÓN		%W
			N°4	N°10	N°40	N°200			SUCS	AASHTO	
C - 1	M-1	0.00-2.00	92.2	82.7	61.7	33.0	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	11.9
C - 2	M-1	0.00-2.00	92.6	80.3	53.6	39.6	33.25	12.14	SC	A-6 (1)	21.4
C - 3	M-1	0.00-0.90	95.0	91.0	38.5	17.0	NP	NP	SM	A-1 (0)	8.2
	M-2	0.90-3.00	87.0	76.0	52.2	36.1	34.03	5.08	SC-SM	A-4 (0)	15.9
C - 4	M-1	0.00-2.00	88.7	72.6	49.6	35.2	30.46	4.92	SC-CM	A-2-4 (0)	14.7
C - 5	M-1	0.00-2.00	91.1	77.2	54.4	40.2	29.40	5.79	SC-SM	A-4 (1)	16.0
T - 1	M-1	0.00-3.00	79.6	71.2	48.5	32.3	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	15.2
T - 2	M-1	0.00-3.00	73.3	64.1	45.7	34.8	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	18.1
T - 3	M-1	0.00-3.00	68.9	59.1	44.7	36.9	NP	NP	SM	A-4 (0)	16.3

Cuadro N° 20: Resumen de ensayos estándar de clasificación de suelos

SPT	MUESTRA	PROF. (m)	% HUMEDAD NATURAL	% DE MATERIAL QUE PASA				LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	CLASIFICACION		
				N°4	N°10	N°40	N°200				SUCS	AASHTO	
SPT-01	M-1	1.00 - 5.45	15.80	89.4	82.4	67.3	41.2	38.84	21.44	17.40	SC	A-6	3

Cuadro N° 21: Ensayo de Laboratorio Especial (Corte Directo)

CALICATA / TRINCHERA	MUESTRA	PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	ANGULO DE FRICCION ϕ (°)	COHESION C (Kg/cm ²)
T-1	M-1	0.00-3.00	SM	18.02	0.0439
C - 2	M-1	0.00-2.00	SC	17.09	0.0439

En los cuadros N°19, 20 y 21 se resumen las propiedades físicas de los suelos encontrados mediante los testigos en campo.

4.7.3 Sismicidad

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos, Según el mapa de zonificación sísmica.

En el Perú se utilizan los mapas de isoaceleraciones sísmicas publicados por Alva y Castillo en 1985, las cuales varían entre valores de 0.26 y 0.28 en la zona del proyecto, disminuyendo conforme se avanza hacia el Este.

Para el presente informe se opta por utilizar un coeficiente de aceleración sísmica de 0.15 g correspondiente al 54% de la aceleración de la zona de estudio (0.28g).

CAPÍTULO 5 : ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el sector KM 45+690-KM 45+830, se observa hundimiento en la plataforma, fisuras y grietas en media luna hacia el talud inferior (lado derecho). La forma y orientación de las grietas advierte el desarrollo de una superficie de falla donde se producen sistemas de esfuerzos internos. Sobre las superficies se producen deslizamiento de masa de suelo pendiente abajo. Se aprecia en la foto N°13. El escarpe ha producido rotura de la carpeta asfáltica, se produce hundimiento en el carril derecho. Las grietas y escarpe tienen forma de media luna hacia el talud inferior. La acción de las lluvias sobre el material del talud inferior produce el aumento en el peso debido a la porosidad del material, cuando los vacíos se llenan de agua el peso unitario aumenta considerablemente, el material absorbe el agua causando la disminución de la resistencia.

Foto N° 13: Asentamiento carril derecho



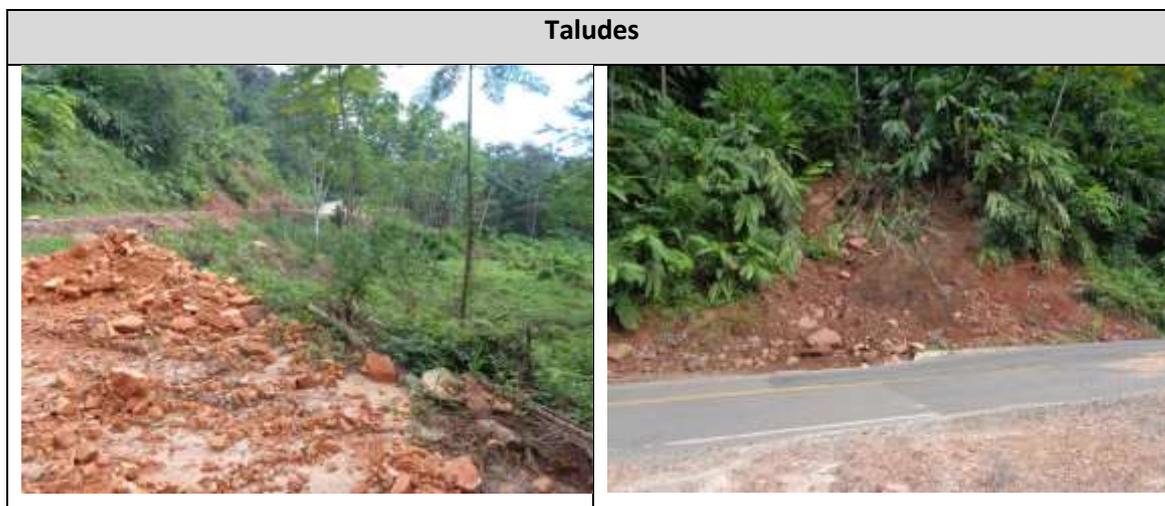
Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

5.2 CONDICIONES ACTUALES DEL SECTOR

Talud Inferior: El talud inferior está conformado por suelo natural de naturaleza coluvial gravo limoso arcilloso no consolidado con bloques de arenisca y está cubierto de vegetación. En la cara de cobertura del talud contiene partículas poco pesadas no muy resistente. El incremento de presiones más el incremento de carga, esfuerzos transitorios y su misma pendiente hacen posible el mecanismo de movimiento pendiente abajo progresivo en donde se incrementa el esfuerzo de corte y a la vez se reduce la resistencia del material. (Ver foto N°14)

Talud Superior: El talud superior está conformado por suelo natural de naturaleza coluvial gravo limoso arcilloso no consolidado y presenta signos de arrastre de material y pérdida de vegetación producto de la erosión. (Ver foto N°15)

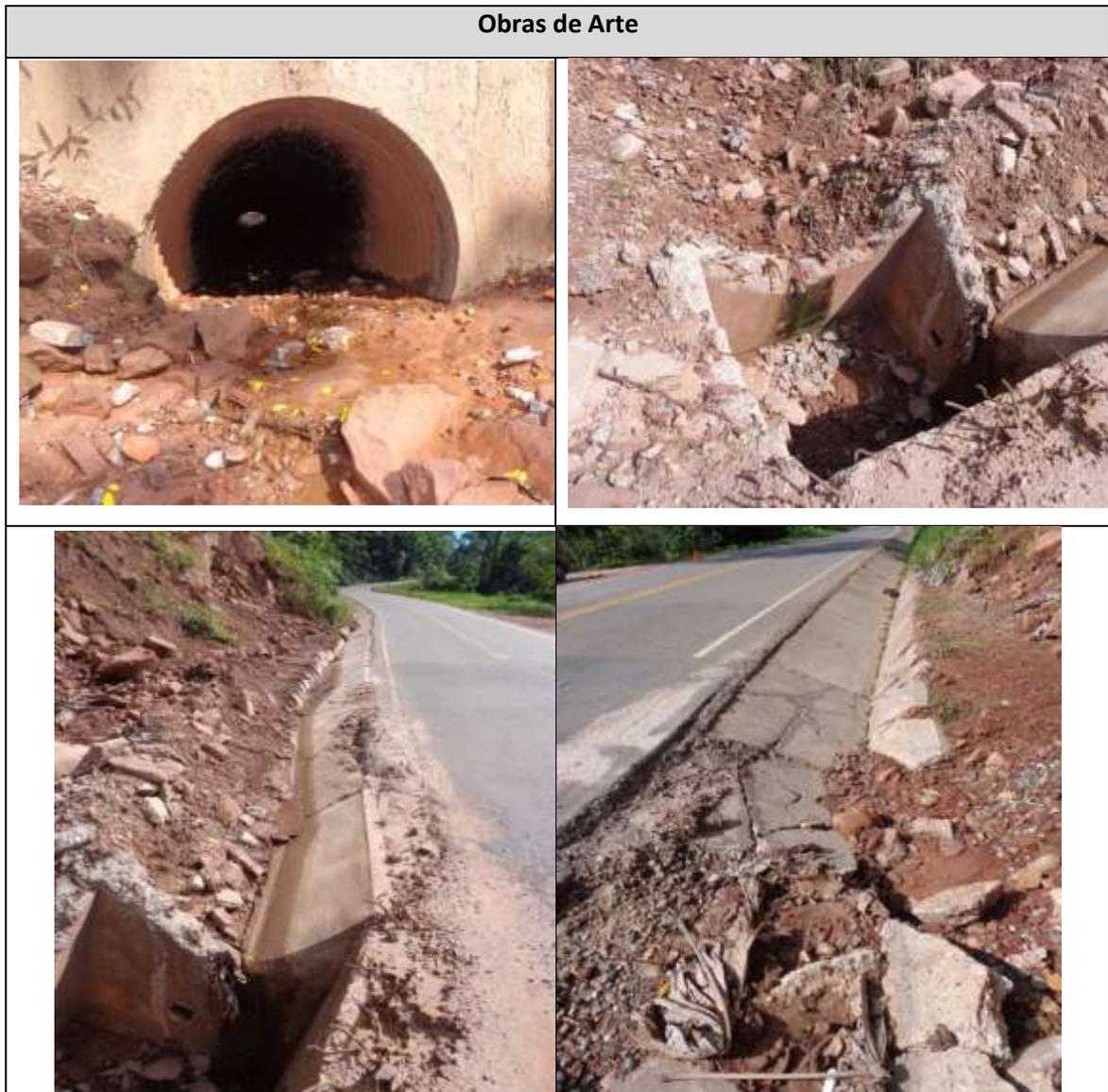
Foto N° 14 y Foto N° 15: Vista de talud inferior y superior. Dónde se aprecia el material coluvial y su desprendimiento



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Obras de Arte: Con respecto a las obras de arte y drenaje en el sector cuenta con una alcantarilla TMC de 36" de diámetro, la cual se encuentra colmatada, por lo que requiere de forma urgente trabajos de mantenimiento y reemplazo, a su vez presenta una cajatoma destruida y requiere ser reconstruida. (Ver foto N°16 y 17).

Foto N° 16 y Foto N° 17: Vista de alcantarilla colmatada y la cajatoma afectada, cunetas deterioradas.



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

5.3 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

5.3.1 Descripción de las Propiedades de los Suelos Encontrados

De acuerdo a la geotecnia, las exploraciones realizadas, calicatas, SPT y ensayos de laboratorio se busca identificar la composición del material del cual está conformado el terreno natural del sector crítico en estudio y describir las características físico-mecánicas del perfil estratigráfico del terreno.

Perfil Estratigráfico:

- **Calicata C-1**, consta de 1 muestra:
La muestra M-1 (0.00-2.00) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color marrón grisáceo, media humedad y finos limosos. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 11.9%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP.
- **Calicata C-2**, consta de 1 muestra:
La muestra M-1 (0.00-2.00) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color marrón grisáceo, alta humedad y finos arcillosos. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 21.4%, con Limite Liquido (LL) de 33.25%, Limite Plástico (LP) de 21.11% y Índice Plástico (IP) de 12.14%.
- **Calicata C-3**, consta de 3 muestras:
La muestra M-1 (0.00-0.90) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color amarillo, baja humedad y finos limosos. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 8.2%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP.
La muestra M-2 (0.90-3.00) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color marrón, humedad media y finos limo arcillosos. Está clasificada como un SC-SM y su contenido de humedad es de 15.9%, con Limite Liquido (LL) de 34.03%, Limite Plástico (LP) de 28.95% y Índice Plástico (IP) de 5.08%.
- **Calicata C-4**, consta de 1 muestra:
La muestra M-1 (0.00-2.00) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color marrón grisáceo, humedad media y finos limo arcillosos. Está clasificada como un SC-SM y su contenido de humedad es de 14.7%, con Limite Liquido (LL) de 30.46%, Limite Plástico (LP) de 25.54% y Índice Plástico (IP) de 4.92%.
- **Calicata C-5**, consta de 1 muestra:

La muestra M-1 (0.00-2.00) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color marrón, humedad media y finos limo arcillosos. Está clasificada como un SC-SM y su contenido de humedad es de 16.0%, con Limite Liquido (LL) de 20.4%, Limite Plástico (LP) de 23.61% y Índice Plástico (IP) de 5.79%.

- **Trinchera T-1**, consta de 1 muestra:

La muestra M-1 (0.00-3.00) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color marrón claro, humedad media y finos limosos con grava sub redondeada, color gris. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 15.2%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP.

- **Trinchera T-2**, consta de 1 muestra:

La muestra M-1 (0.00-3.00) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color marrón, alta humedad y finos limosos con grava sub redondeada, color gris. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 18.1%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP.

- **Trinchera T-3**, consta de 1 muestra:

La muestra M-1 (0.00-3.00) presenta un estrato de material tipo arena de media fina, de color marrón grisáceo, humedad media y finos limosos con grava sub redondeada, color gris. Está clasificada como un SM y su contenido de humedad es de 16.3%, con Limite Liquido (LL) de NP, Limite Plástico (LP) de NP y Índice Plástico (IP) de NP.

- **Ensayo SPT-01**, consta de 1 muestra:

La muestra M-1 (1.00-5.45) presenta un estrato de material tipo arena arcillosa, color marrón, humedad media, plástica. Está clasificada como un SC y su contenido de humedad es de 15.8%, con Limite Liquido (LL) de 38.84%, Limite Plástico (LP) de 21.44% y Índice Plástico (IP) de 17.40%.

Viendo estas descripciones de los materiales encontrados en las diferentes exploraciones se puede deducir que, en general, el material presente en el sector corresponde a material de suelo blando tipo coluvial mayormente compuesta de arenas limosa.

5.3.2 Parámetros de Resistencia del Suelo

De las prospecciones realizadas se tiene que el terreno natural está compuesto por un suelo tipo coluvial compuesto por arenas envueltos en matriz limosa.

Para ello se realizaron ensayos especiales con la finalidad de evaluar los parámetros de resistencia del material del sector a fin de utilizarlas en la verificación de la estabilidad para el análisis de la situación actual. Los resultados de los ensayos de corte directo realizados se muestran en el cuadro N°22:

Cuadro N° 22: Ensayo de Laboratorio Especial (Corte Directo)

CALICATA / TRINCHERA	MUESTRA	PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	ANGULO DE FRICCION ϕ (°)	COHESION C (Kg/cm ²)
T-1	M-1	0.00-3.00	SM	18.02	0.0439
C - 2	M-1	0.00-2.00	SC	17.09	0.0439

Correlación de parámetros de resistencia del suelo:

Los ensayos especiales tienen por finalidad evaluar los parámetros de resistencia a utilizar en la verificación de la estabilidad mediante el análisis de la situación actual y del diseño a proponer. De las prospecciones realizadas se tiene que el terreno natural está compuesto por un suelo areno arcilloso y arcillas de baja plasticidad, si bien se ha encontrado material que puede calificar como arena arcillosa.

Sin embargo, para una verificación del valor obtenido por ensayo de laboratorio (mencionado en el cuadro N° 22) esta se compara con los

valores de ángulo de fricción obtenidos con las exploraciones SPT (01 y 02) realizadas.

Para la determinación de los valores de ángulo de fricción en función al SPT se utilizaron las siguientes fórmulas:

Peck	F=	28.5 + 0.25xN1
Peck, Hanson y Thornburn	F=	26.25x (2 - exp(-N1 / 62))
Schmertmann	F=	arctan((N1 / 43.3) ^{.34})
Kishida	F=	15 +(20x N1) ^{0.5}
Japan National Railway	F=	27 +0.30x N1
Jap an Road Bureau	F=	15 +(15x N1) ^{0.5}

Aplicando la fórmula propuesta por Kishida, ya que dicha fórmula se ajusta más al promedio (usando las diferentes fórmulas y al valor obtenido por el corte directo).

Se correlacionaron los parámetros obtenidos mediante el ensayo de corte directo con los obtenidos aplicando las formulas descritas líneas arriba, el método más cercano es el obtenido

En todo el mundo se hacen ensayos de SPT y se utilizan distintas metodologías para su ejecución. Por lo tanto para comparar sus resultados se deben reducir los valores teniendo en cuenta las energías utilizadas.

Los números "N" del SPT, fueron corregidos por un factor de corrección (C60), mediante la siguientes formulas se obtienen el CN:

$$C_{60}=C_{HT}X C_{HW}X C_{SS}X C_{RL}X C_{BD}$$

$$N_{60}=C_{60}X N$$

N60: Valor del SPT corregido por profundidad

N: Valor del SPT sin Corregir

CN= Factor de Corrección

Formula que está en función a la relación energía o el peso y altura del martillo, datos que se extraen de la figura N°17.

Figura N° 17: Correcciones para el número de golpes “N”, obtenidos del ensayo SPT

Corrección por	Factor de corrección	Referencia
Martillo no estandard DH = Martillo de forma anular ER = Relación de energía	$C_{HT} = 0,75$ para DH con sogá y polea $C_{HT} = 1,33$ para DH con disparador automático y ER = 80 %	Seed et al (1985)
Martillo no standard en el peso o en la altura de caída W = Peso H = Altura de caída	$C_{HW} = \frac{HxW}{63,5x762}$	Seed et al (1985)
Sacamuestras no standard (sacamuestras para usar con tubos en su interior pero usado sin tubos)	$C_{SS} = 1,10$ para arenas sueltas $C_{SS} = 1,20$ para arenas densas	Seed et al (1983)
Sacamuestras no standard sacamuestras no standard con tubos en su interior	$C_{SS} = 0,90$ para arenas sueltas $C_{SS} = 0,80$ para arenas densas	Skempton (1986)
Barras de perforación cortas	$C_{RL} = 0,75$ para barras de 0 a 3 m de largo	Seed et al (1983)
Diámetro de la perforación no standard	$C_{BD} = 1,05$ para un diámetro de 150 mm $C_{BD} = 1,15$ para un diámetro de 200 mm	Skempton (1986)

Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

A continuación se muestra el cuadro N°23, resumen de valores obtenidos en función a los cálculos realizados con los valores de “N” corregidos:

Cuadro N° 23: SPT – RESISTENCIAS SPT-01

PROFUNDIDAD (m)	NSPT ₍₆₀₎	SUCS	Φ (°)	c (Kg/cm ²)
1.00-1.45	10	SC	28.82	0.36
2.00-2.45	4	SC	24.44	0.17
3.00-3.45	4	SC	23.74	0.14
4.00-4.45	4	SC	24.44	0.17
5.00-5.45	23	SC	36.41	0.86

5.3.3 Análisis de Estabilidad del Sector

Para el análisis de estabilidad actual es necesario considerar que el talud cuenta con un material de cobertura tipo coluvial y que bajo esta cobertura se encuentra el macizo rocoso. Los análisis de estabilidad deben realizarse para las condiciones estáticas y pseudoestáticas (con coeficiente de aceleración de 0.15).

Para los parámetros de resistencia seleccionados se ha considerado los valores determinados de los ensayos de laboratorio (para el caso del material de cobertura) y de la evaluación geomecánica (para el caso del macizo rocoso).

Así los materiales del sector y los parámetros de resistencia utilizados se muestran en el cuadro N°24.

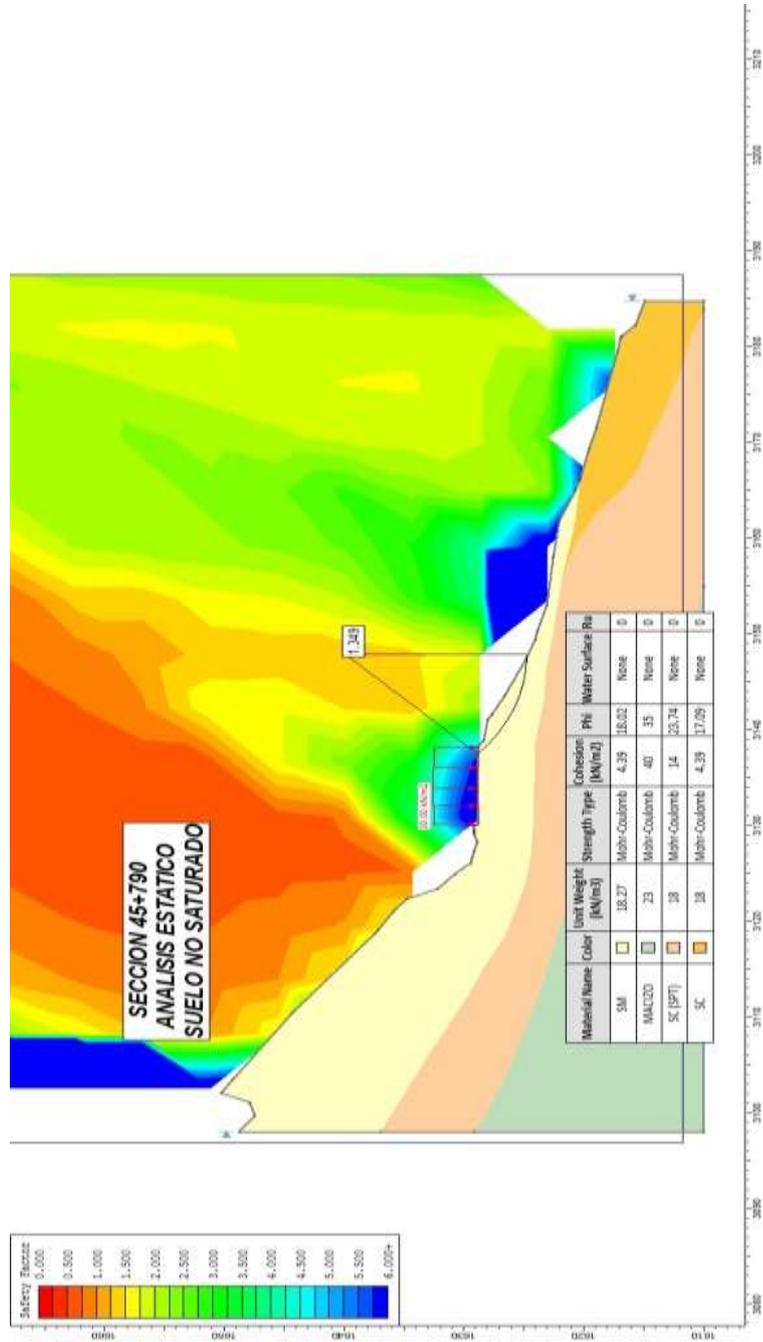
Cuadro N° 24: Parámetros de Resistencia del Suelo

Material	Descripción	Peso Unitario (Kg/m3)	Cohesión (KN/m2)	Ángulo de fricción (°)
SM	Arena Limosa	18.27	4.39	18.02
SC	Arena Arcillosa	18.0	4.39	17.09
SC	Arena Arcillosa (SPT)	18.0	14	23.74
Ki-Ch	Formación Chonta	23.0	40	35

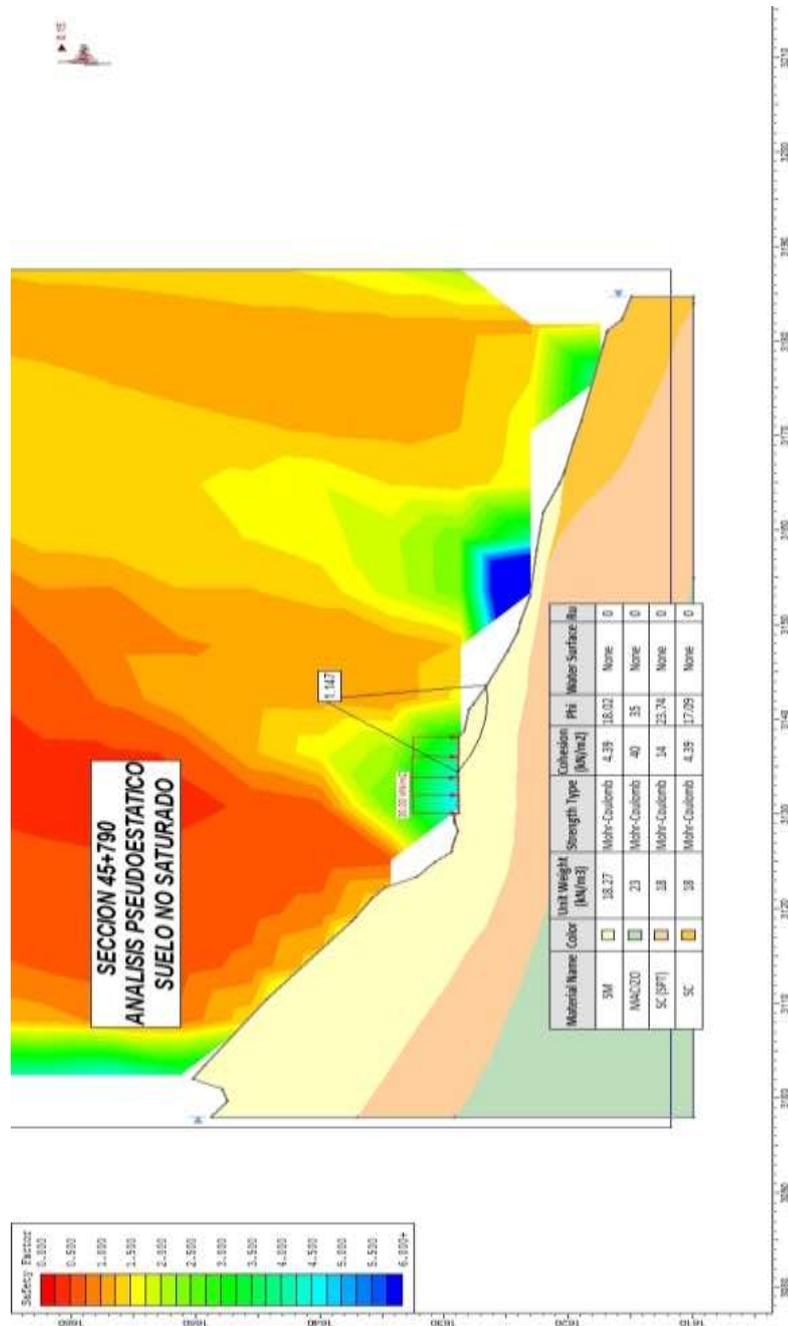
a. Análisis de Estabilidad en Condiciones Secas

El primer análisis se realiza considerando la temporada más seca de la zona donde la presencia de aguas es menor. Bajo esta condición se realizaron los análisis de condiciones estáticas y pseudoestáticas obteniéndose los siguientes resultados.

Condición Estática (F.S. Estático = 1.349)



Condición Pseudoestática (F.S. Pseudoestático = 1.147)

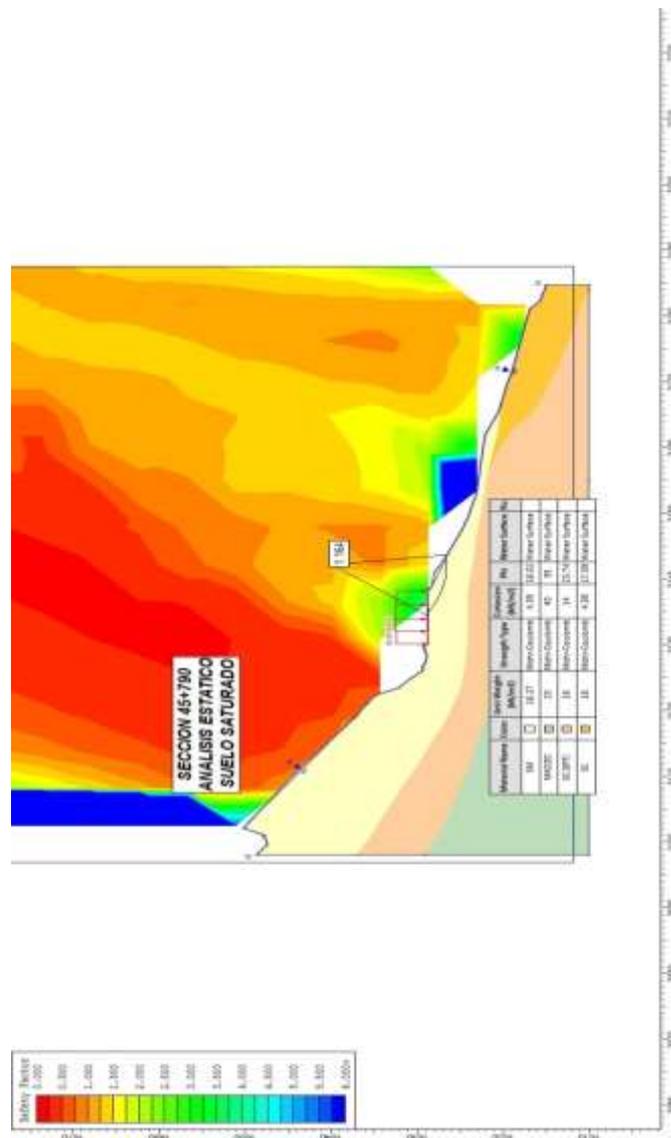


Bajo estas condiciones (temporada seca) se realizaron los análisis de estabilidad obteniéndose valores por debajo del factor de seguridad. Esto demuestra la inestabilidad del talud.

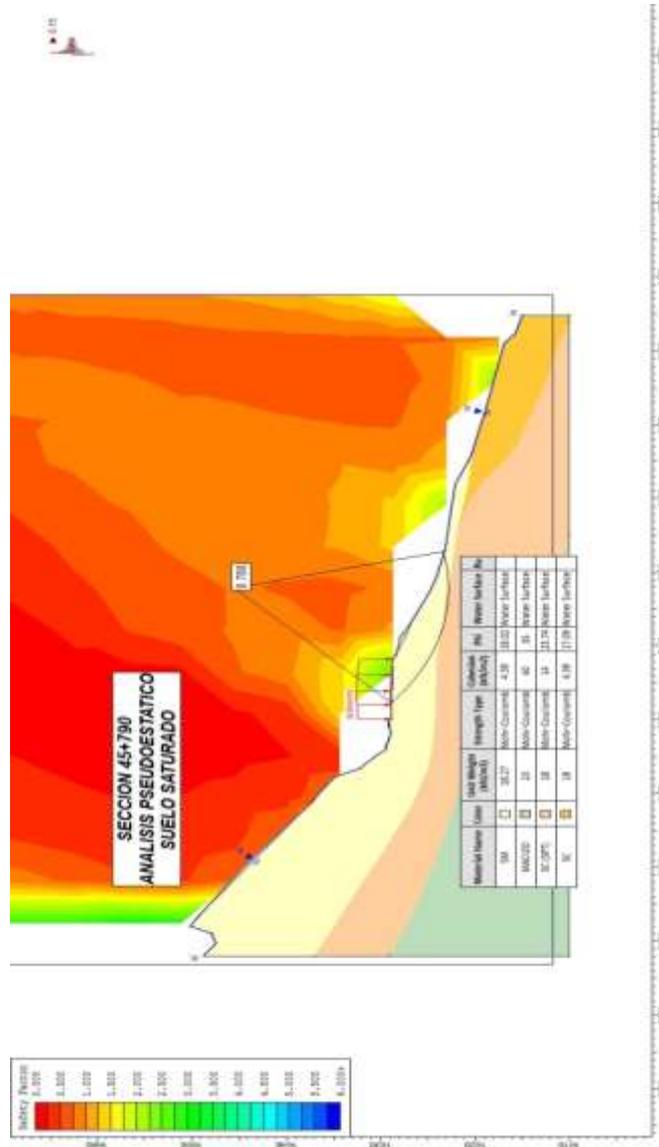
b. Análisis de Estabilidad en Condiciones Húmedas

El segundo análisis se realiza considerando la temporada más húmeda en el sector donde la presencia de aguas es mayor (considerando presencia de aguas). Bajo esta condición se realizaron los análisis de condiciones estáticas y pseudoestáticas obteniéndose los siguientes resultados.

Condición Estática (F.S. Estático = 1.164)



Condición Pseudoestática (F.S. Pseudoestático = 0.780)



Bajo estas condiciones (temporada húmeda y de saturación) se realizaron los análisis de estabilidad obteniéndose valores de factor de seguridad por debajo del mínimo establecido en condiciones estáticas y pseudoestáticas, valores que pueden considerarse precarias o de incertidumbre, valores que se presentan en el cuadro N°25. Esto concluye que el sector crítico se encuentra en el rango de inestabilidad durante la temporada de lluvias poniendo en riesgo la integridad de la vía, por lo que

se recomienda realizar labores de desquinche del material suelto propenso a deslizarse y proyectar obras hidráulicas menores que generen un mejor control de las aguas superficiales provenientes de las lluvias.

Cuadro N° 25: Factores de Seguridad Obtenidos

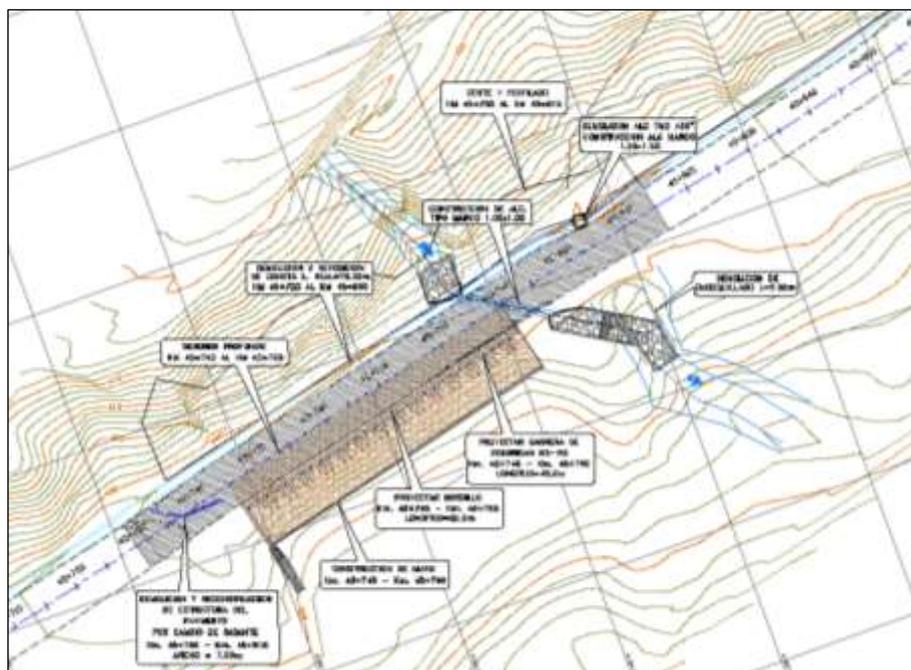
Progresiva 45+790	F.S. Estático	F.S. Pseudo Estático
Condición Seca	1.349	1.147
Condición Saturada	1.164	0.780

5.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS A REALIZAR

El problema identificado entre las progresivas KM 45+690 – KM 45+830 se refiere a los desplazamientos verticales en el terreno de fundación los cuales se reflejan mediante fisuras de media luna y longitudinales a lo largo de la plataforma, así como también al asentamiento de la plataforma, y deslizamientos de material de cobertura compuesto por arenas limosas en el talud superior, debido a los flujos de agua superficial durante las lluvias, esto nos obliga a la proyección de obras de remediación. Las obras a proyectar se detallan en la figura N°18.

- A. Demolición y reconstrucción de la estructura de pavimento km 45+730 al km 45+815
- B. Reconformación de terraplén km 45+745 al km 45+790
- C. Bordillo de descarga km 45+745 al km 45+790
- D. Demolición y reconstrucción de cuenta km 45+720 al km 45+860
- E. Subdren Profundo km 45+745 al km 45+790
- F. Muro de Concreto Armado km 45+745 – km 45+790
- G. Barrera de seguridad H2-W3 L=45.0m
- H. Demolición y construcción de emboquillado ingreso y salida de alcantarilla
- I. Demolición de Alcantarilla TMC D=36" y construcción de Alc. Marco 1.00 x 1.00
- J. Corte y Perfilado

Figura N° 18: Disposición de obras



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

A. Demolición y reconstrucción de la estructura de pavimento km 45+730 al km 45+815

En las zonas donde las obras a proyectar involucren la zona del pavimento, se deberá reconstruir la estructura con los espesores con las cuales fue diseñada ya que los problemas presentados se deben a condiciones ajenas al diseño estructural. Desde Km 45+720 al Km 45+860, ancho de 7.00m. De esta forma se eliminará las fisuras y el asentamiento. EN la figura N°19 se detallan los espesores.

Figura N° 19: Detalle de la estructura del pavimento



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

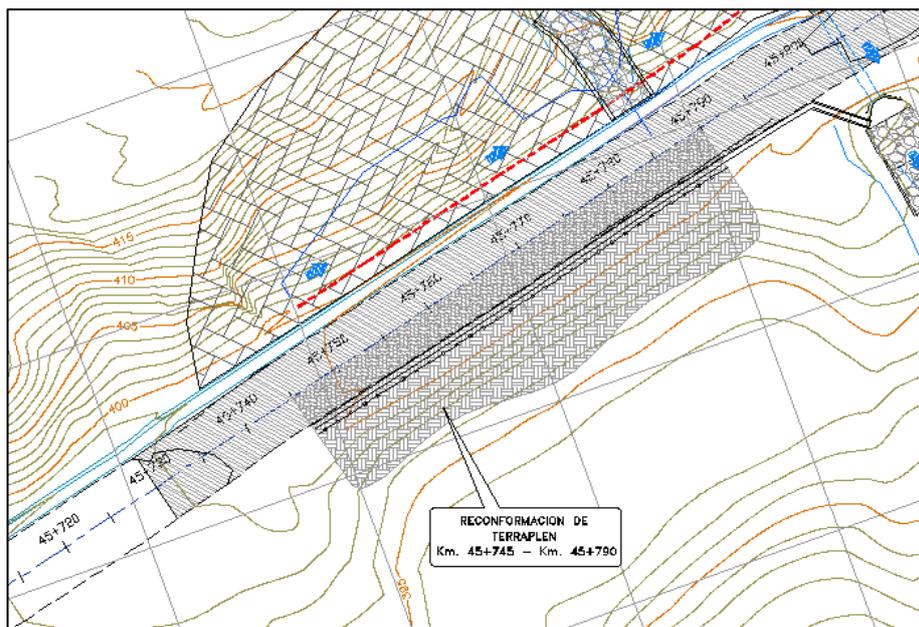
Los espesores de la estructura del pavimento a utilizar serán los siguientes:

Carpeta asfáltica	:	5.00 cm
Base granular	:	15.00 cm
Sub base granular	:	15.00 cm

B. Reconformación de terraplén km 45+745 al km 45+790

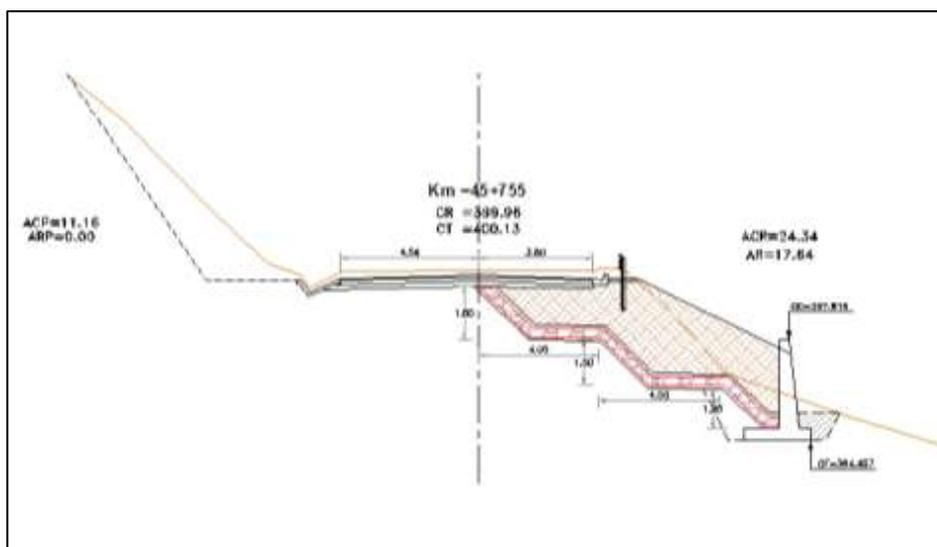
Reconformación de terraplén de la progresiva km 45+745 y km 45+790, ya que dicho sector se observa el fenómeno de deslizamiento y hundimiento de plataforma en forma de media luna, el desplazamiento genera una tracción que no es soportada por el talud produciendo fisuras y grietas en el pavimento: La inestabilidad está asociada a la presencia del agua de escorrentía superficial que satura al suelo residual; la falla se presenta de manera progresiva. (Ver figura N°20 y 21).

Figura N° 20: Disposición de Reconformación de terraplén



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Figura N° 21: Sección Típica

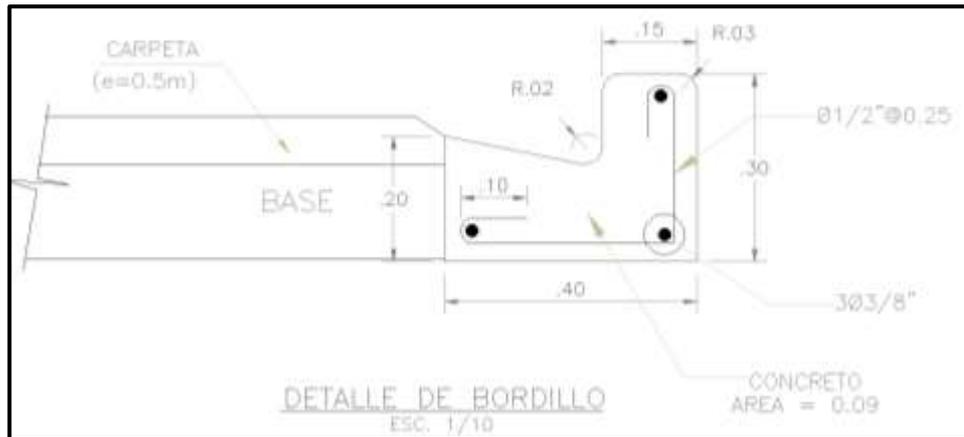


Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

C. Bordillo de descarga km 45+745 al km 45+790

Se proyecta bordillo lado derecho de la vía desde la progresiva 45+745 hasta 45+790, con una longitud de 50.00m incluido su descarga, con el fin de captar las aguas superficiales de la vía, para poder descargarlas en la alcantarilla próxima. (Ver figura N°22)

Figura N° 22: Sección típica bordillo de descarga

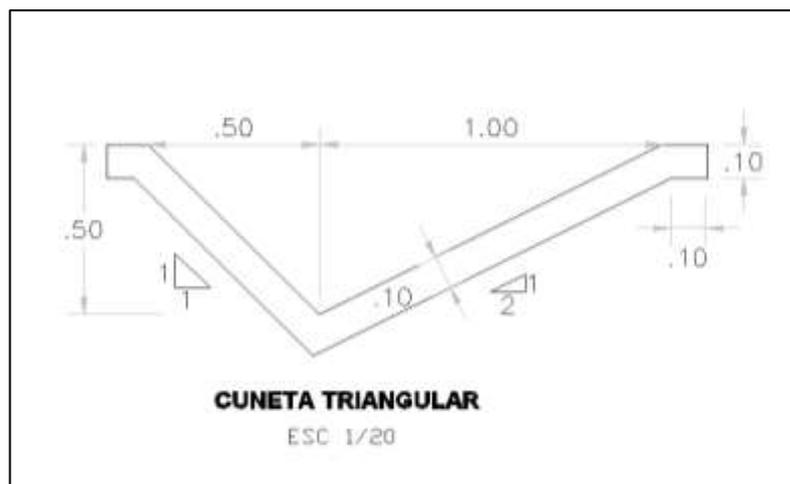


Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

D. Demolición y reconstrucción de cuenta km 45+720 al km 45+860

En el presente sector crítico se han encontrado cunetas en mal estado presentando fisuras y colapso. Es por ello que deberán realizarse trabajos de reemplazo de cunetas afectadas y proyección de cunetas, manteniendo su sección hidráulica actual. Desde Km 45+720 a Km 45+860, una longitud de 140.0 m. (Ver figura N°23)

Figura N° 23: Sección típica cuneta triangular

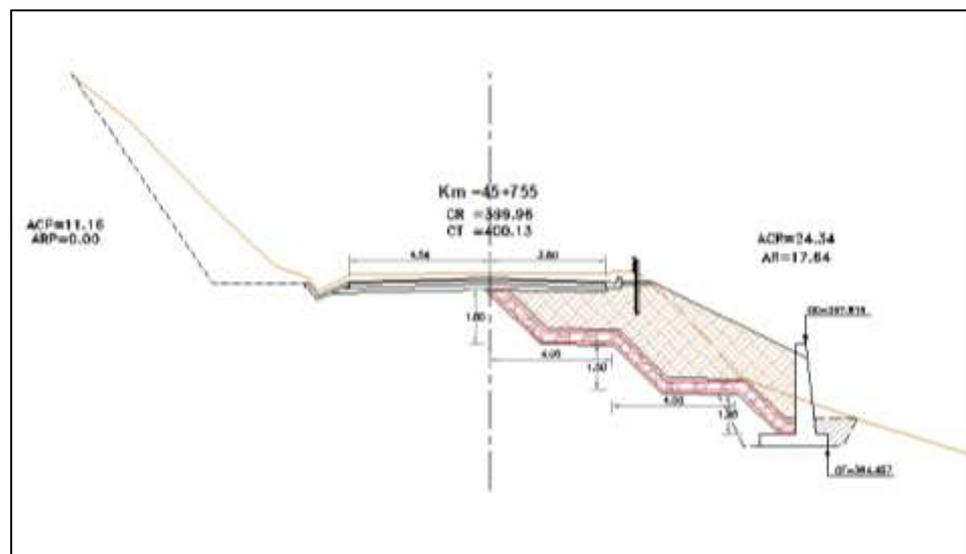


Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

E. Subdren Profundo km 45+745 al km 45+790

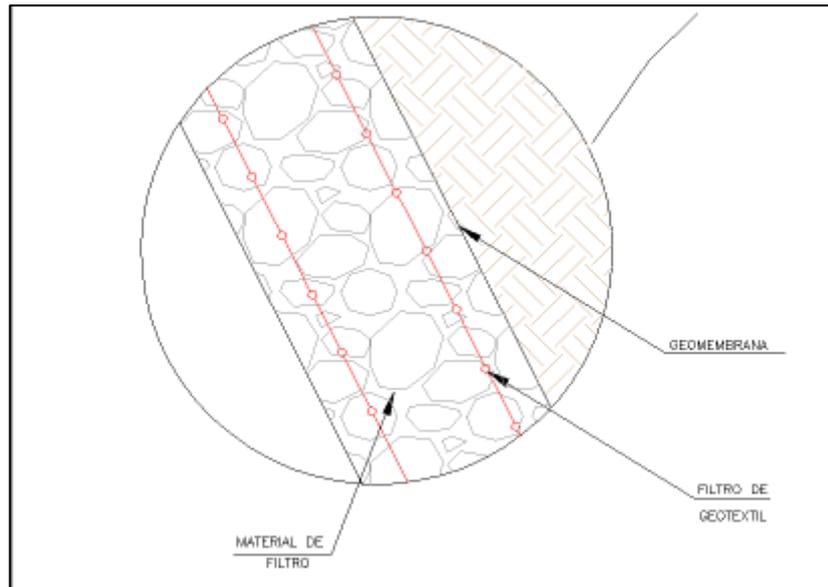
En la parte superior del talud es necesario la presencia de estos sistemas de captación para desaguar las aguas que se empozan sobre una depresión en lo alto del talud. La función de estos subdrenes es la captación de las aguas que se infiltran en el talud superior y escurren por debajo de la plataforma afectando el talud inferior y a la vez la impermeabilización del material del terraplén reconformado. Se proyecta colocar un Subdren profundo debajo de la vía, entre el Km 45+745 y el Km 45+790 (longitud de 45 metros). El diámetro mínimo del material drenante es de 50mm (2"). Ver figura N°23 y 24)

Figura N° 24: Sección típica de Subdren profundo



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Figura N° 25: Detalle de Subdren profundo

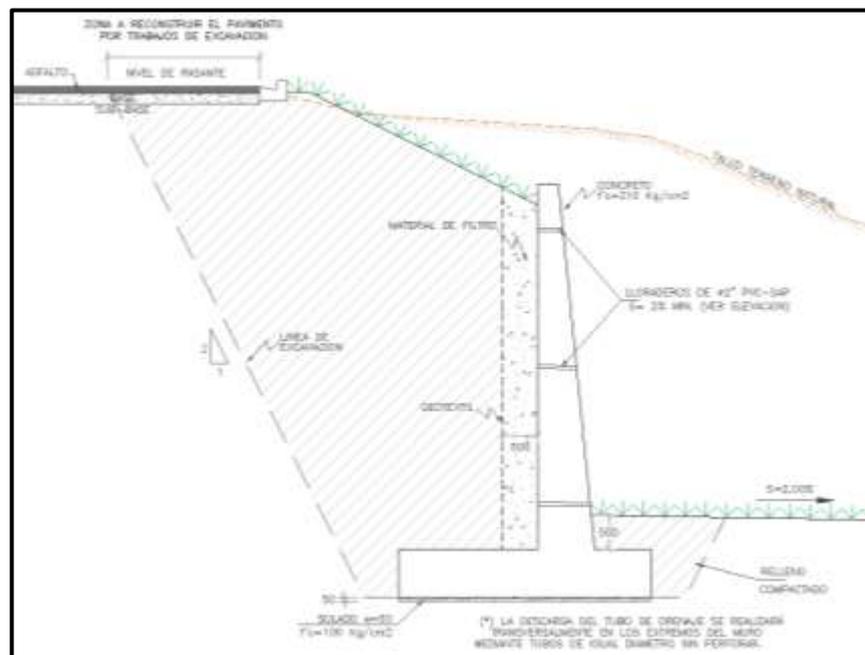


Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

F. Muro de Concreto Armado km 45+745 – km 45+790

Para el diseño del muro de contención se procederá primero a determinar cuáles son los valores de capacidad admisible del terreno para luego continuar con el diseño estructural. (Ver figura N°26)

Figura N° 26: Sección típica de Muro



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

a. Capacidad admisible por resistencia

La capacidad de carga se ha analizado usando la fórmula de Terzaghi y Peck (1967) con los parámetros de Vesic (1973):

$$q_u = S_c C N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q \gamma D_f N_q \quad ; \quad q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Dónde:

q_u = capacidad última de carga

q_{ad} = capacidad admisible de carga

FS = factor de seguridad = 3

γ = peso unitario del suelo

B = Ancho de la cimentación,

D_f = profundidad de cimentación

N_c, N_γ, N_q = parámetros de capacidad portante en

función de ϕ

S_c, S_γ, S_q = factores de forma (Vesic, 1979),

$$S_\gamma = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L} \right); \quad S_q = 1 + tg \phi \left(\frac{B}{L} \right);$$

$$S_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \times \left(\frac{B}{L} \right)$$

Para la determinación de las capacidades portantes se considera los valores obtenidos mediante el ensayo de corte directo los cuales se muestran en el cuadro N°26.

Cuadro N° 26: Parámetros de Resistencia del Suelo

SPT	MUESTRA	PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	ANGULO DE FRICCION ϕ (°)	COHESION C (Kg/cm2)
T-1	M-1	0.00 – 3.00	SM	18.02	0.0439
C - 2	M-1	0.00-2.00	SC	17.09	0.0439

Tomando en cuenta estos criterios se obtienen los siguientes resultados en el cuadro N°27.

Cuadro N° 27: Cálculo de la capacidad admisible por resistencia

Altura de Muro(*)	D _f (m)	γ (g/cm ³)	C (Kg/cm ²)	φ (°)	Q _{ult} (Kg/cm ²)	Q _{ad final} (Kg/cm ²)
H=3.20 m	0.50	1.80	0.0439	18.02	1.7	0.6

*H=altura total del muro

b. Diseño Estructural del Muro de Contención

El dimensionamiento y análisis estructural de las estructuras de concreto son determinadas siguiendo como base la Norma AASHTO – LRFD versión 2007 y el Manual de Diseño de Puentes del 2003, las losas de alcantarillas han sido diseñadas para la carga HL-93.

Características de los materiales

Concreto

- Concreto de Nivelación (no estructural) f'c= 100 Kg/cm²
- Concreto en muros f'c= 210 Kg/cm²

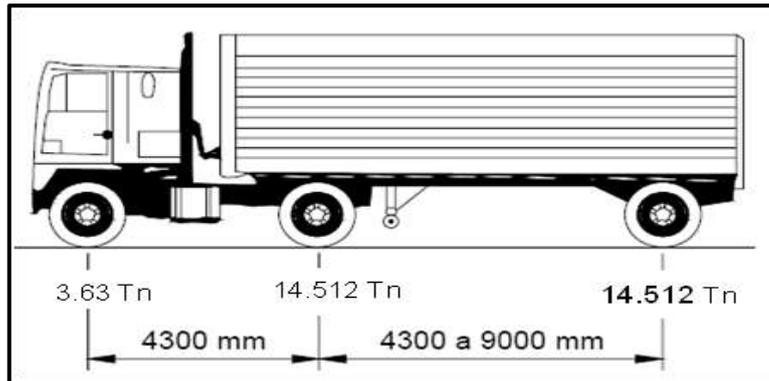
Acero en armaduras

- Armadura de refuerzo fy=4200 Kg/cm²

Carga viva para Muros de Contención de Concreto Armado.

Para la determinación de la Carga Viva se usara la Norma ASSHTO-LRFD 2007, donde se utiliza el camión de diseño HL-93. La distribución de la carga de diseño se obtendrá basada en el artículo 3.6.1.2.6

P: Peso de eje posterior de camión de diseño/Peso de rueda posterior de camión de diseño (Tn)



LL: Carga Viva debido al Camión de Diseño (Tn/m).

Descripción de los programas utilizados

En todos los casos el tipo de análisis efectuado es estático y lineal. Para su resolución se hace uso de programas de ordenador u hojas de cálculo.

Los programas utilizados son:

Diversas hojas de cálculo en MathCad y programas propios para las aplicaciones específicas para las que se emplean.

Características de los muros a proyectar

La zona afectada por los problemas presentados se encuentra entre las siguientes progresivas:

- Km 45+745 – Km 45+790 (longitud 45.0 m y muro de 3.20 m)

Se ha diseñado muro de contención de acuerdo al nivel de afectación, teniéndose un muro de contención de altura de pantalla de $H_m = 2.80$ con una longitud de 45m.

G. Barrera de Seguridad H2-W3 L=45.0m

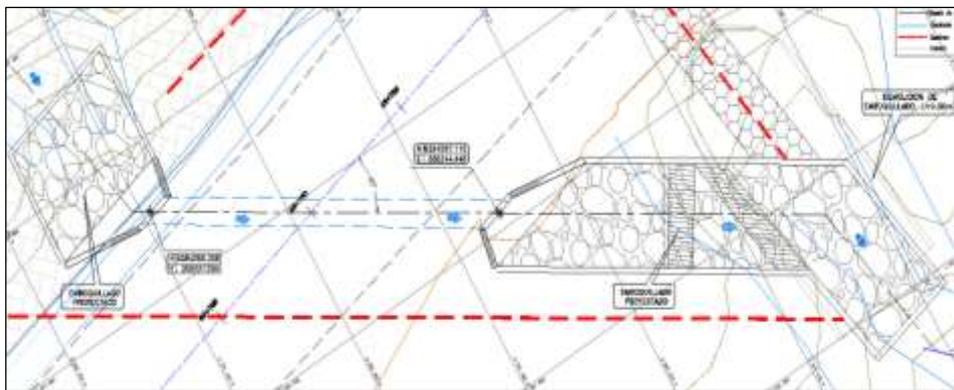
Se proyecta guardavías al lado izquierdo de la vía, aumentando su nivel de seguridad ya que a un costo reducido disminuye la cantidad de vehículos que se salen de la vía, la longitud es 45 metros, entre las progresivas km 45+745 al km 45+790.

H. Demolición y construcción de emboquillado ingreso y salida de alcantarilla

Para un mejor control de ingreso y salida de aguas de la alcantarilla proyectada deberá colocarse un emboquillado a ambos extremos de la nueva alcantarilla 16.0m de longitud en total.

A su vez se demolerá el emboquillado existente de una longitud de 9.50m por motivo del cambio de la alcantarilla. (Ver figura N°27)

Figura N° 27: Vista en planta de emboquillado

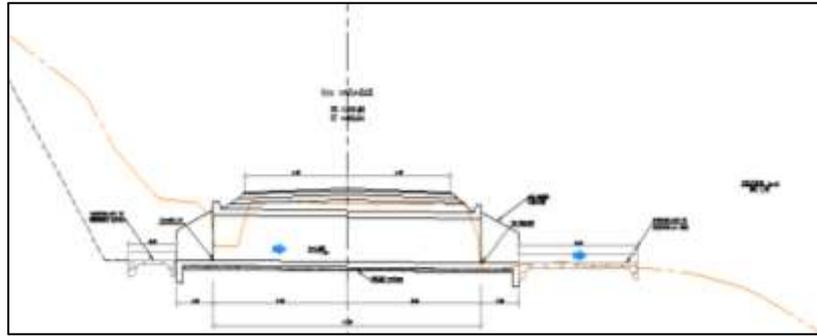


Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

I. Demolición de Alcantarilla TMC D=36” y construcción de Alc. Marco 1.00 x 1.00

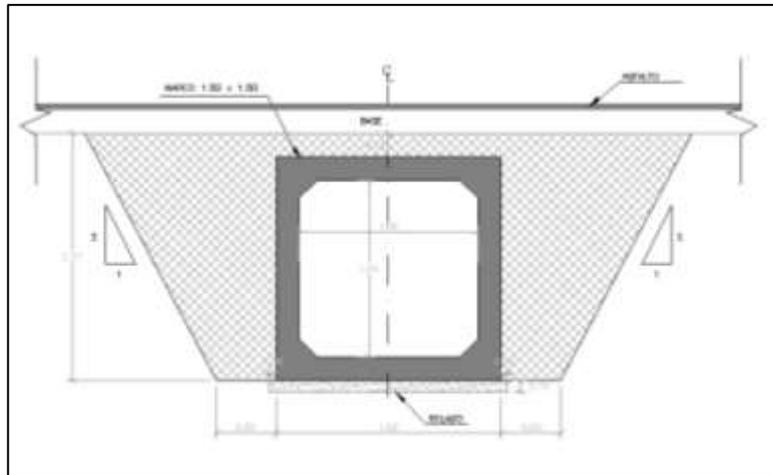
La evaluación de la alcantarilla existente, con los caudales líquidos y sólidos, muestra la insuficiencia de la actual alcantarilla TMC por lo que se proyecta una alcantarilla tipo marco de sección 1.00 m. x 1.00 m. De los análisis de la alcantarilla tipo marco se observa que funciona correctamente con los caudales líquidos y sólidos. El sector determina la necesidad de esviar la alcantarilla debido a la activación de una quebrada; proyectando su salida lo más próximo a la anterior para no generar erosión que influya en la inestabilidad del sector. (Ver figuras N°28 y 29)

Figura N° 28: Vista de perfil de la nueva alcantarilla



Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

Figura N° 29: Detalle frontal de la alcantarilla

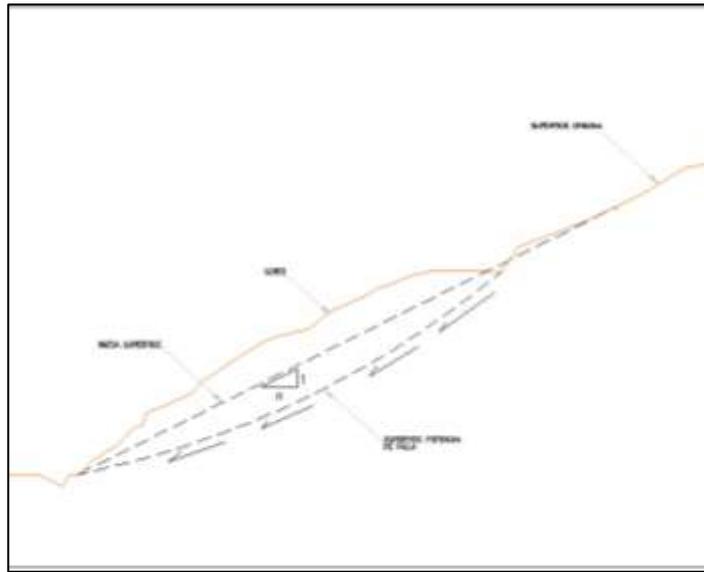


Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

J. Corte y Perfilado

Como se analizó, la situación actual nos muestra que el talud presenta material suelto deslizable, escarpas y algunos bloques propensos a caerse. Para poder mitigar parte de estos efectos se realizaran trabajos de corte y perfilado en el talud superior tratando de mantener su geometría actual. El perfilado abarcará el talud ubicado entre las progresivas Km 45+740 – Km 45+860. (Ver figura N°30)

Figura N° 30: Detalle de falla de talud

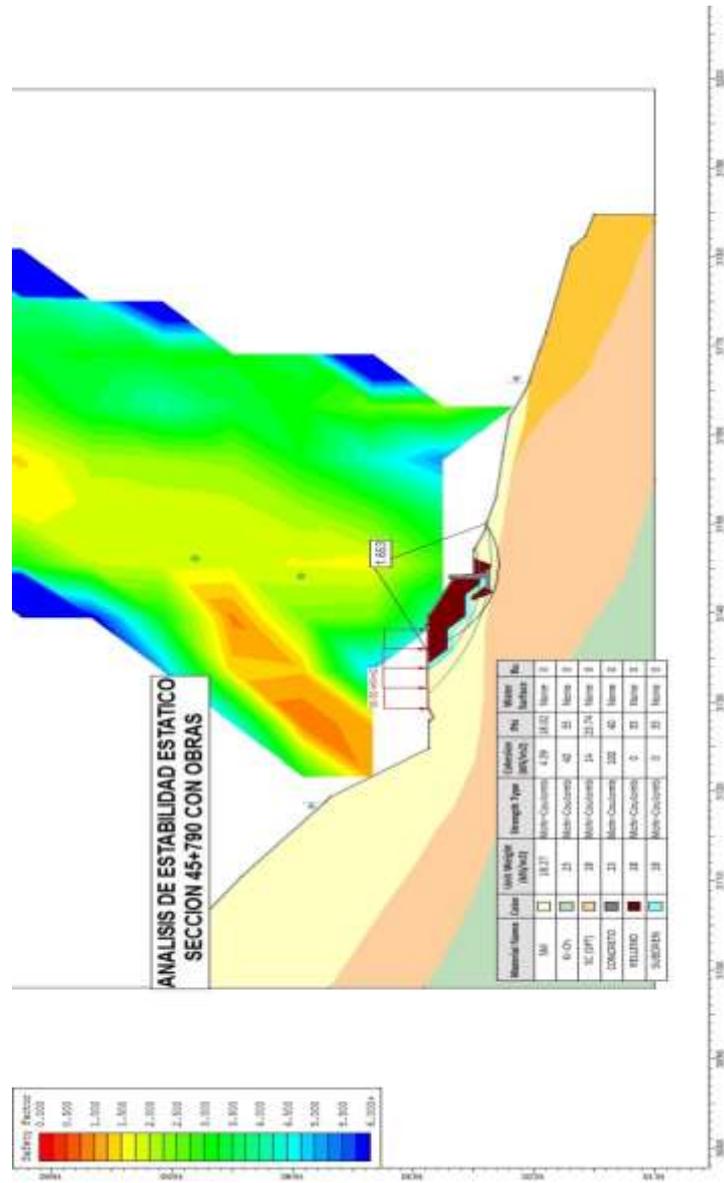


Fuente: Expediente Técnico – IIRSA NORTE

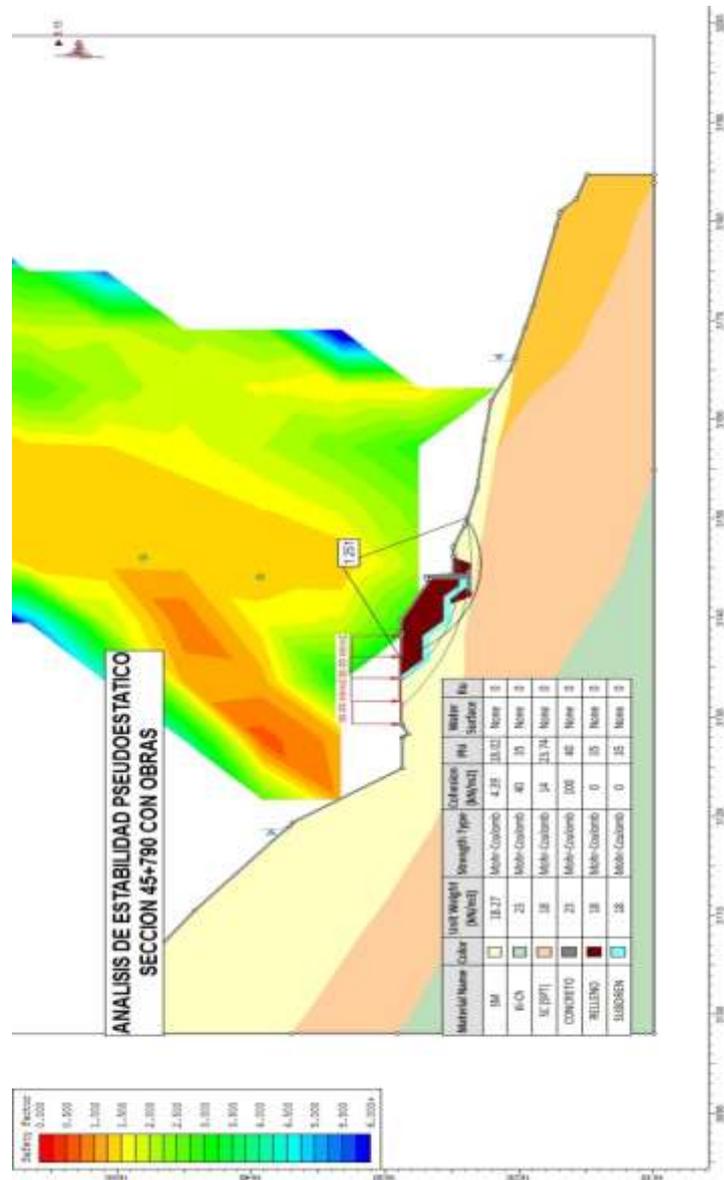
5.4.1 Análisis de las Soluciones Propuestas

Los análisis de estabilidad se realizaron en condiciones únicamente secas, ya que las obras proyectadas están destinadas a evitar la saturación del talud. Los factores de seguridad obtenidos se encuentran por encima de los requeridos (1.2 en condición pseudoestática y 1.5 en condición estática) estos factores son aceptables y dan la confiabilidad de la estabilidad del sector.

a. Análisis de Estabilidad Estático



b. Análisis de Estabilidad Pseudoestático



CAPÍTULO 6 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 1) Las características físicas de una ladera o talud son las que determinan las condiciones geológicas propicias para la generación de deslizamientos. Pero hay que tener en cuenta que estos deslizamientos pueden ocurrir por otros factores, geotécnicos, hidráulicos o sismos. Existen causas artificiales como producto de la actividad humana que puede modificar la estabilidad de un talud.
- 2) La velocidad de un deslizamiento tiene que ver directamente con el factor que la desencadena y el tipo de suelo, pudiendo ser clasificado en el siguiente orden, siendo el más lento la reptación, seguido por deslizamiento rotacional, flujo, deslizamiento traslacional, avalancha y caída.
- 3) El principal agente erosivo y desencadenante de los procesos geodinámicos, es el agua. Evidenciado en las precipitaciones pluviales y activación de quebradas.
- 4) El objetivo principal de un estudio de estabilidad de taludes, es diseñar medidas de prevención, y/o estabilización para reducir los niveles de amenaza y riesgo. La estabilización de taludes requiere de metodologías específicas de diseño y construcción. Cada sistema tiene su base teórica y sus procedimientos constructivos, para determinar el sistema a utilizar es preciso conocer las causas y mecanismos del problema.
- 5) La estabilidad de un talud es evaluado para dos condiciones: estática y pseudo estática (durante un sismo). La condición estática considera como fuerzas actuantes desestabilizadoras, solamente los esfuerzos producidos por el peso propio de los materiales. La condición pseudo estática considera los esfuerzos producidos por una fuerza horizontal adicional producida por el sismo, donde la aceleración máxima ocurre una sola vez y en un lapso corto de tiempo.

Recomendaciones

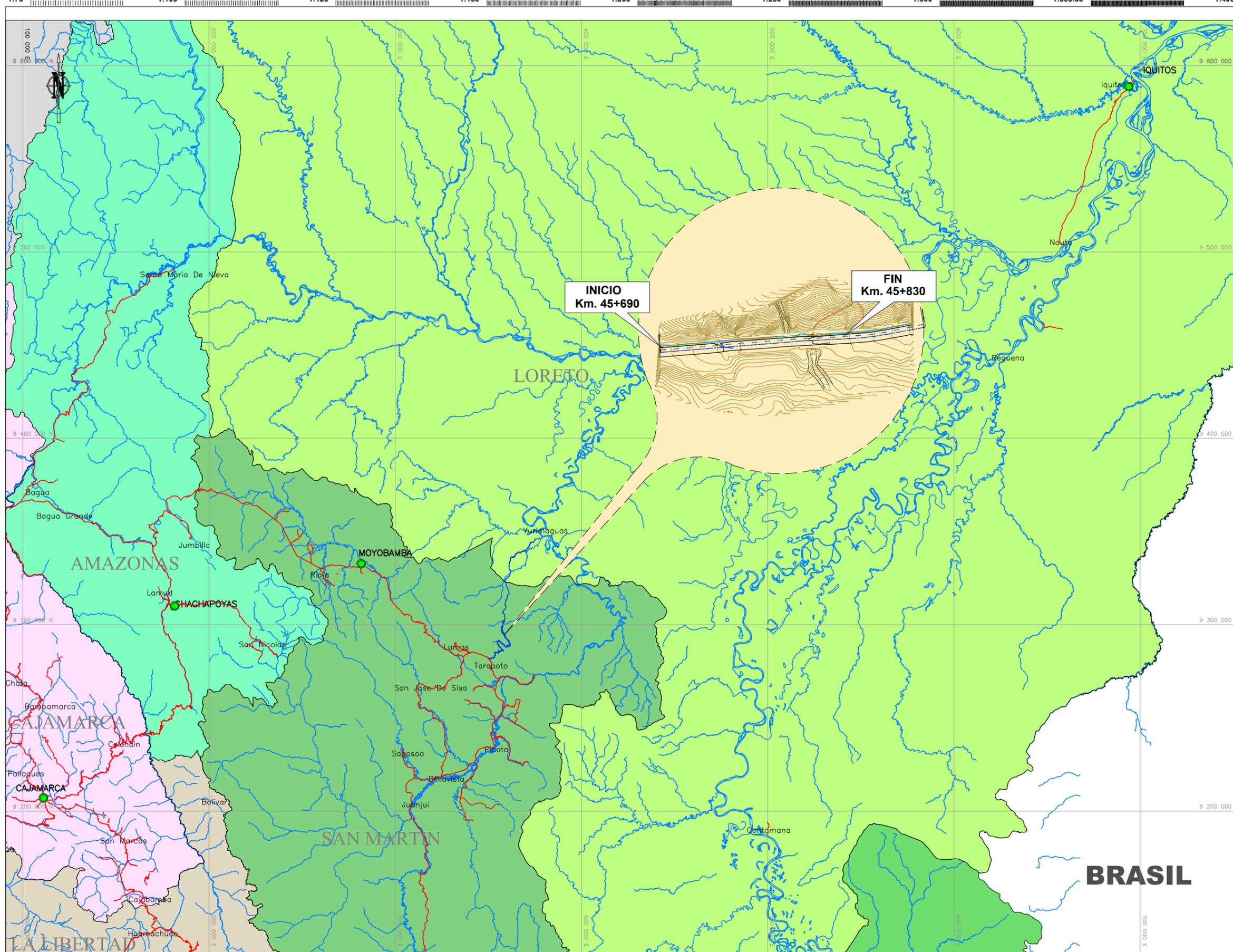
- 1) Se recomienda constante monitoreo de la carretera en zonas de taludes, así como un adecuado trabajo de mantenimiento de las obras destinadas a la estabilización del talud, sobre todo de las obras hidráulicas.
- 2) Para evitar los asentamientos, se recomienda que el valor de la carga obtenido del laboratorio no exceda la carga indicada en el diseño de la estructura a construir.
- 3) En el Perú, para la condición de sismicidad, se debe considerar 0.15 como factor de la aceleración por sismo.
- 4) Se recomienda tomar medidas de prevención, que consisten en eludir la amenaza, evitando que los elementos de riesgo (tales como las vidas humanas, viviendas o carreteras) estén expuestos a la amenaza de un deslizamiento, así reducir la probabilidad de riesgo, la amenaza continua existiendo, pero eludirla impide correr riesgos. Sin embargo, no es posible la eliminación total de los problemas mediante métodos preventivos en todos los casos.

BIBLIOGRAFÍA

- **Ing. Jaime Suarez Díaz (2012).** Deslizamientos Análisis Geotécnico.
- **Doctor Braja M. Das (2011).** Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.
- **Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013),** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2013)
- **Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008),** Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje
- **Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013),** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos
- **Instituto Mexicano del Transporte (2012),** Metodología para la Gestión de Cortes Carreteros
- **Expediente Técnico IIRSA NORTE (2014),** Proyecto de Ingeniería de Detalle para la Estabilización y Recuperación de Sectores Inestables Corredor Vial Interoceánico Norte Tramo N°1 Sector Km 45+690 – Km 45+830
- **Luis Vladimir Amorin Uchuypoma 2014 (UNMSM),** “INVESTIGACION DE UN MODELO GEOLOGICO-GEOTECNICO PARA REALIZAR LA REHABILITACION DE OBRAS VIALES OCASIONADOS POR PROBLEMAS GEODINAMICOS EN EL CORREDOR VIAL INTEROCEANICO NORTE (IIRSA NORTE) ENTRE PEDRO RUIZ-YAMBRASBAMBA, BONGARA”
- **Carlos Eduardo guillen Martínez 2004 (USAC),** “ESTABILIDAD DE TALUDES EN LOS DEPARTAMENTOS DE GUATEMALA Y ALTA VERAPAZ, CASOS REALES”

ANEXOS:

ANEXO 1: PLANOS

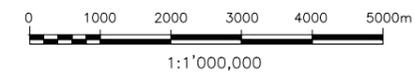
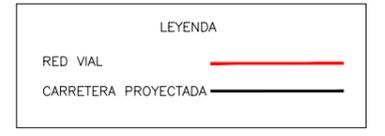


INICIO
Km. 45+690

FIN
Km. 45+830



LOCALIZACION



1:1'000,000

DATUM : WGS-84

ZONA : 18

NOTA :
1.- LA ESCALA INDICADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOB



PROYECTISTA :
DISEÑO: APG
DIBUJÓ: LTM
VERIFICÓ: JPG
PRESENTÓ: JPG

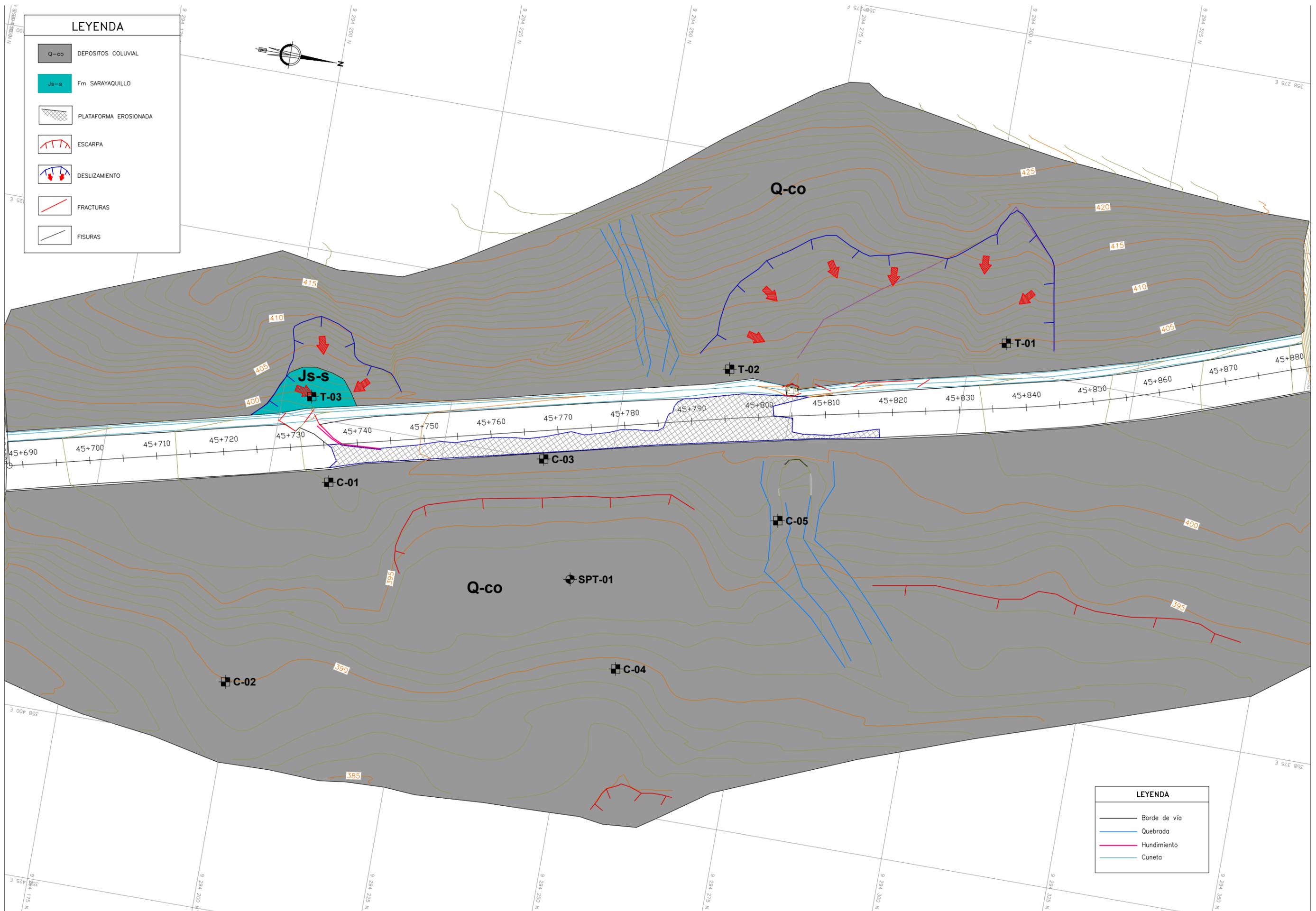
APROBÓ :

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION
-	-	-
-	-	-
-	-	-

PROYECTO DE INGENIERIA DE DETALLE
CARRETERA INTEROCEANICA NORTE

PLANO DE UBICACION
Km. 45+690 - 45+830

ESCALA: 1:1,00000
FECHA: ENERO-20
CÓDIGO: RE
NYP-2015-PU-01



LEYENDA

- Q-co DEPOSITOS COLLUVIAL
- Js-s Fm SARAYAQUILLO
- PLATAFORMA EROSIONADA
- ESCARPA
- DESLIZAMIENTO
- FRACTURAS
- FISURAS

LEYENDA

- Borde de vía
- Quebrada
- Hundimiento
- Cuneta



PROYECTISTA :
NAYLAMP
 INGENIEROS S.A.C.

DISEÑO: JLRT
 DIBUJO: JMC
 VERIFICÓ: LYV
 PRESENTÓ: LYV

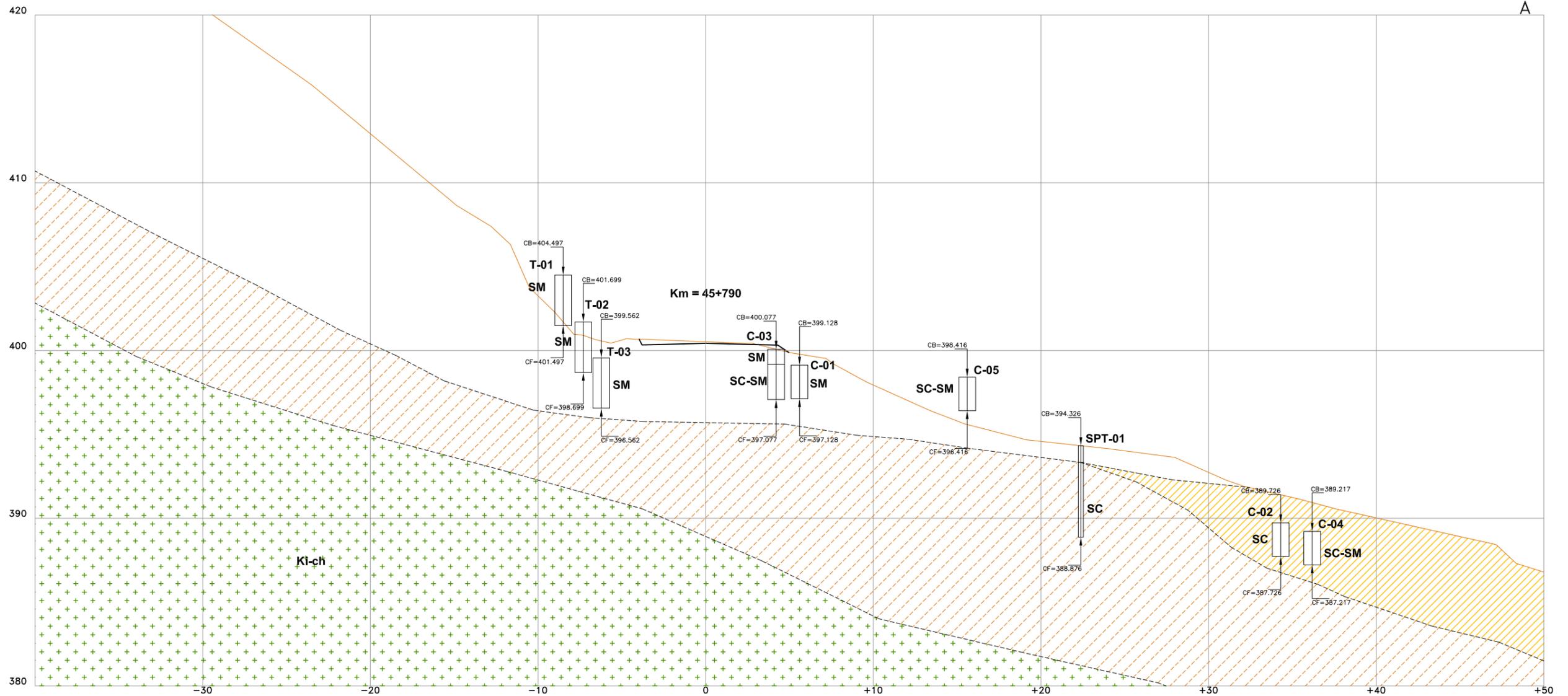
APROBÓ :

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN

PROYECTO DE INGENIERIA DE DETALLE
 CARRETERA INTEROCEANICA NORTE

PLANO GEOLOGICO LOCAL
SECTOR CRITICO
Km.45+690 - Km 45+830

ESCALA: 1 / 400
 FECHA: JULIO - 2014
 CÓDIGO: NYP-2014-PG-01
 REV. **A**



ENSAYO DE CALICATAS

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	MATERIAL QUE PASA				LL	IP	CLASIFICACION		%W
			N°4	N°10	N°40	N°200			SUCS	AASHTO	
C-1	M-1	0.00-2.00	92.2	82.7	61.7	33.0	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	11.9
C-2	M-1	0.00-2.00	92.6	80.3	53.6	39.6	33.25	12.14	SC	A-6 (1)	21.4
C-3	M-1	0.00-0.90	95.0	91.0	38.5	17.0	NP	NP	SM	A-1 (0)	8.2
	M-2	0.90-3.00	87.0	76.0	52.2	36.1	34.03	5.08	SC-SM	A-4 (0)	15.9
C-4	M-1	0.00-2.00	88.7	72.6	49.6	35.2	30.46	4.92	SC-CM	A-2-4 (0)	14.7
C-5	M-1	0.00-2.00	91.1	77.2	54.4	40.2	29.40	5.79	SC-SM	A-4 (1)	16.0
T-1	M-1	0.00-3.00	79.6	71.2	48.5	32.3	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	15.2
T-2	M-1	0.00-3.00	73.3	64.1	45.7	34.8	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	18.1
T-3	M-1	0.00-3.00	68.9	59.1	44.7	36.9	NP	NP	SM	A-4 (0)	16.3

ENSAYO DE SPT

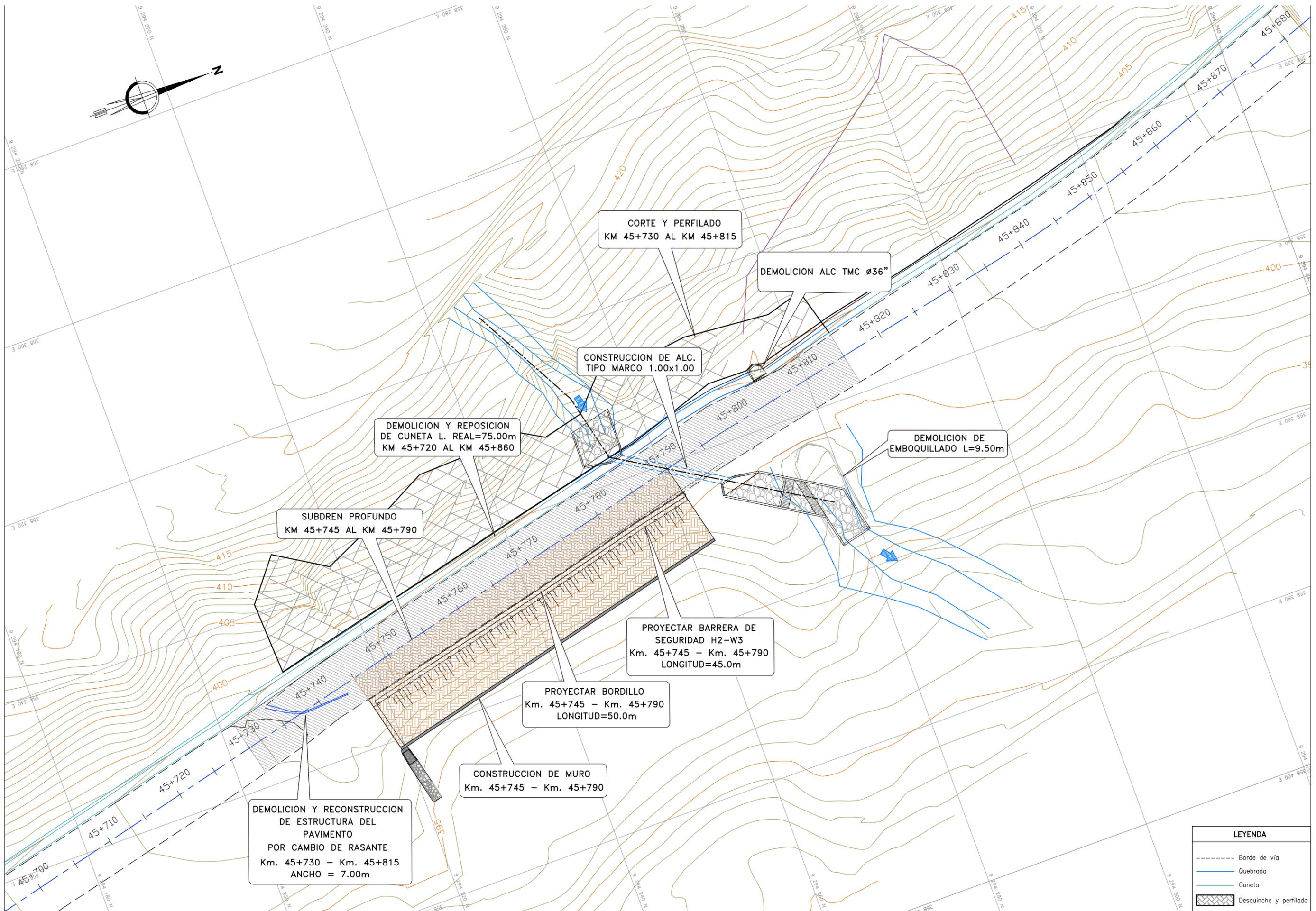
SPT	MUESTRA	PROF. (m)	% HUMEDAD NATURAL	% DE MATERIAL QUE PASA				LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	CLASIFICACION	
				N°4	N°10	N°40	N°200				SUCS	AASHTO
SPT-01	M-1	1.00 - 5.45	15.80	89.4	82.4	67.3	41.2	38.84	21.44	17.40	SC	A-6 3

CUADRO DE EXPLORACION

	C. BOCA	C. FONDO
C-01	399.128	397.128
C-02	389.726	387.726
C-03	400.077	397.077
C-04	389.217	387.217
C-05	398.416	396.416
T-01	404.497	401.497
T-02	401.699	398.699
T-03	399.562	396.562
SPT-01	394.326	388.876

LEYENDA

SM	ARENA DE MEDIA A FINA
SC	ARENA ARCILLOSA
SC	ARENA DE MEDIA A FINA
KI-ch	FORMACION CHONTA
(Red line)	SUPERFICIE DE FALLA



LEYENDA	
-----	Borde de vía
—	Quebrada
—	Cuneta
▨	Desquinche y perfilado



PROYECTISTA :
 DISEÑO: JLRT
 DIBUJO: JMC
 VERIFICÓ: LYV
 PRESENTÓ: LYV

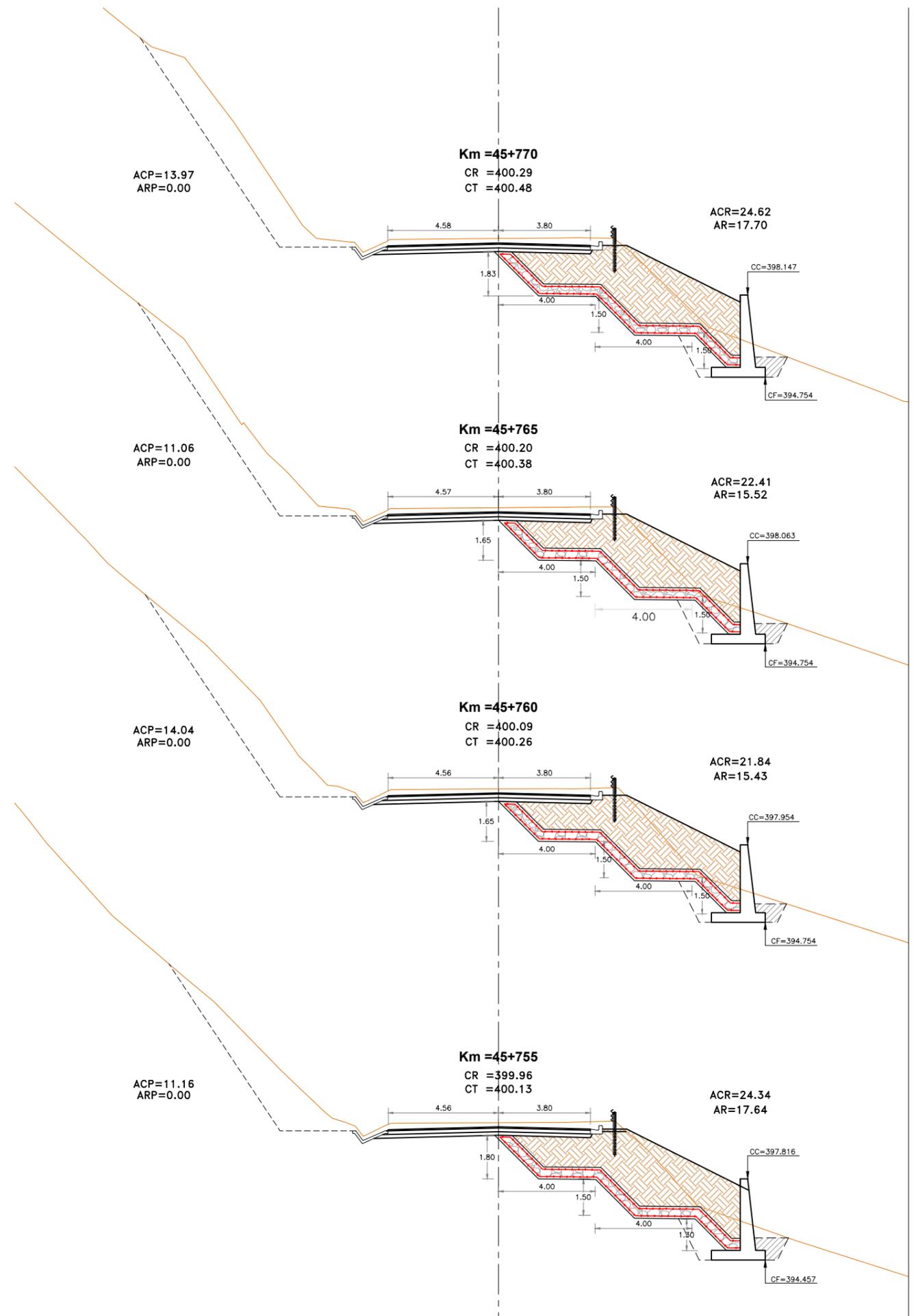
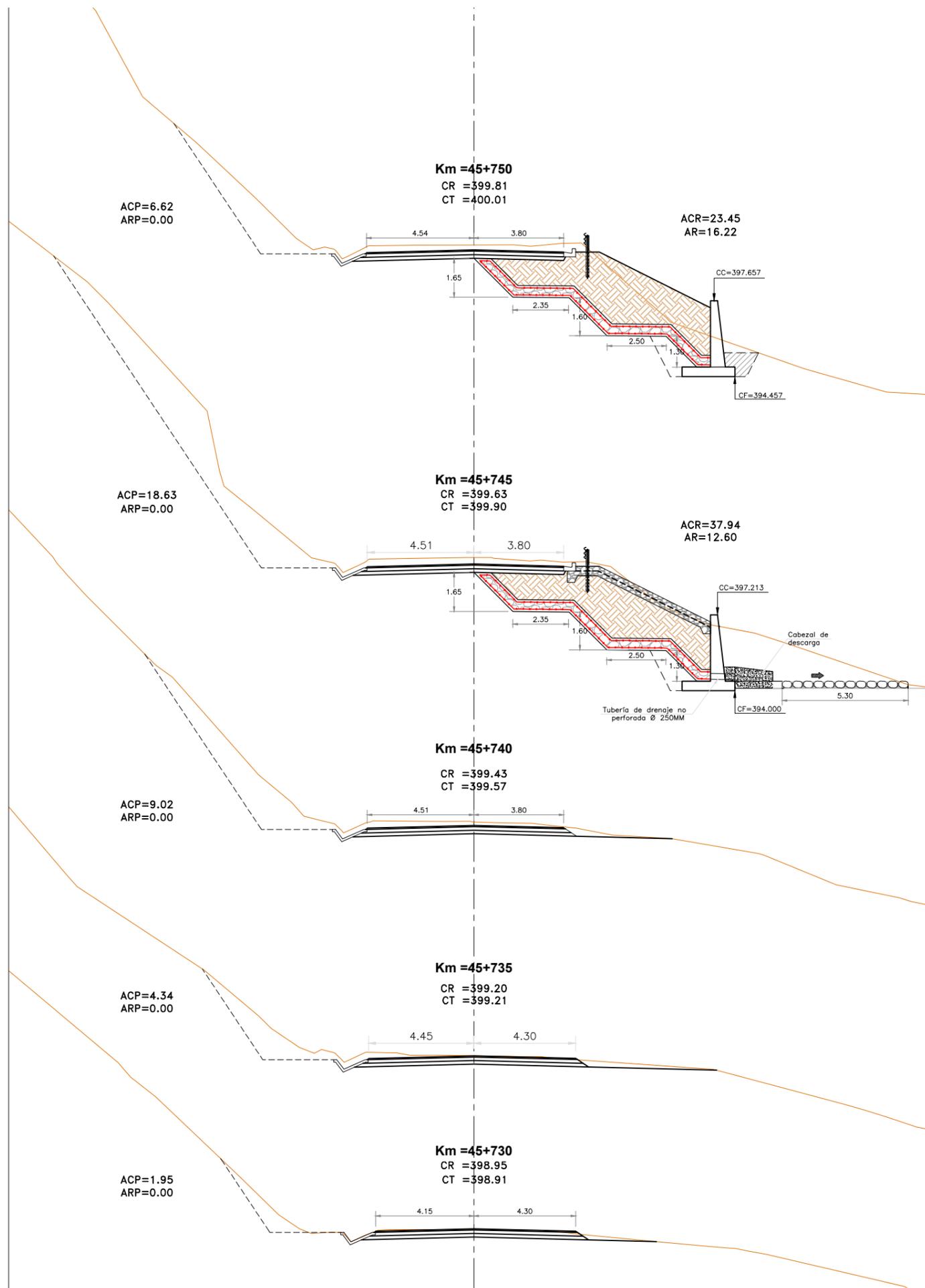
APROBÓ :

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION
-	-	-

PROYECTO DE INGENIERIA DE DETALLE
 CARRETERA INTEROCEANICA NORTE

PLANO DE DISPOSICION
 SECTOR CRITICO
 Km.45+690 - Km 45+830

ESCALA: 1 / 200
 FECHA: ENERO - 2015
 CÓDIGO: NYP-2015-PD-01
 REV. A

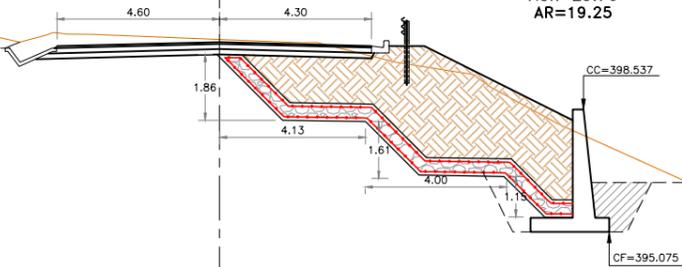


REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
-	-	-
-	-	-
-	-	-

ACP=10.52
ARP=0.00

Km =45+790
CR =400.44
CT =400.52

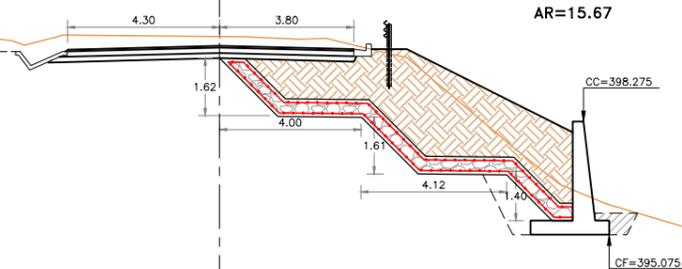
ACR=29.76
AR=19.25



ACP=4.00
ARP=0.00

Km =45+785
CR =400.42
CT =400.68

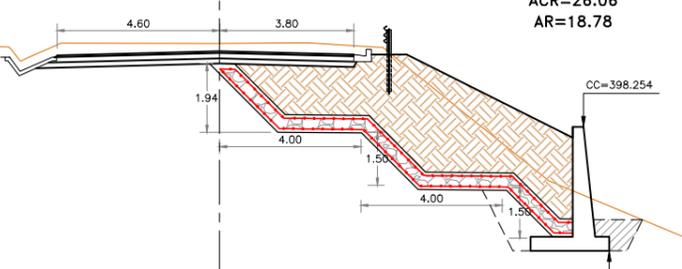
ACR=22.13
AR=15.67



ACP=5.99
ARP=0.00

Km =45+780
CR =400.40
CT =400.62

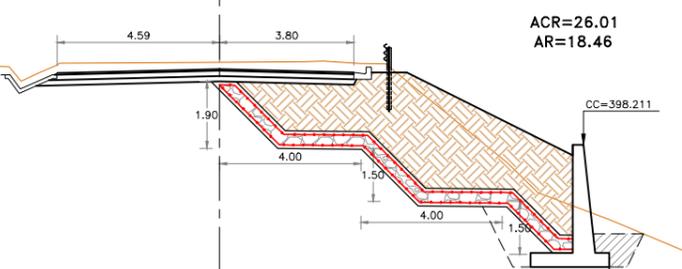
ACR=26.06
AR=18.78



ACP=12.11
ARP=0.00

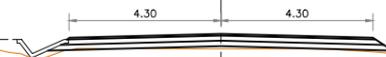
Km =45+775
CR =400.35
CT =400.55

ACR=26.01
AR=18.46



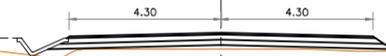
ACP=0.34
ARP=0.29

Km =45+815
CR =400.59
CT =400.16



ACP=0.09
ARP=0.57

Km =45+810
CR =400.54
CT =400.07



ACP=22.74
ARP=0.00

Km =45+805
CR =400.52
CT =400.04



ACP=4.25
ARP=0.12

Km =45+800
CR =400.49
CT =400.15



ACP=6.72
ARP=0.00

Km =45+795
CR =400.47
CT =400.33



REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
-	-	-
-	-	-
-	-	-

ANEXO 2: REGISTRO DE CALICATAS Y TRINCHERAS

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA : C- 01

PROYECTO : **PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS**
SOLICITANTE : **NAYLAMP INGENIEROS SAC**
UBICACIÓN : **KM 45 + 690 AL KM 45 + 830**
COORDENADAS : **E: 0358359 N: 9294209**

REVISADO : **L.J.V.D.**
FECHA DE EXCAVACIÓN : **07/07/2014**
PROFUNDIDAD (m) : **2.00**
PROF. N. FREÁTICO (m) : **NP**

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			Nº DE MUESTRA
					LL.	LP.	H.N.	
					%	%	%	
0.50		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN GRISÁCEO, HUMEDAD MEDIA Y FINOS LIMOSOS.	SM	A-2-4 (0)	NP	NP	11.90	M1
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								
								

Referencias :
NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA : C- 02

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830
COORDENADAS : E: 0358391 N: 9294199

REVISADO : L.J.V.D.
FECHA DE EXCAVACIÓN : 07/07/2014
PROFUNDIDAD (m) : 2.00
PROF. N. FREÁTICO (m) : NP

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			Nº DE MUESTRA
					LL.	LP.	H.N.	
					%	%	%	
0.50		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN GRISÁCEO, ALTA HUMEDAD Y FINOS ARCILLOSOS.	SC	A-6 (1)	33.25	21.11	21.40	M1
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								

Referencias :
NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA : C- 03

PROYECTO : **PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS**
SOLICITANTE : **NAYLAMP INGENIEROS SAC**
UBICACIÓN : **KM 45 + 690 AL KM 45 + 830**
COORDENADAS : **E: 0358350 N: 9294240**

REVISADO : **L.J.V.D.**
FECHA DE EXCAVACIÓN : **07/07/2014**
PROFUNDIDAD (m) : **3.00**
PROF. N. FREÁTICO (m) : **3.00**

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			Nº DE MUESTRA
					LL.	LP.	H.N.	
					%	%	%	
0.50		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR AMARILLO, BAJA HUMEDAD Y FINOS LIMOSOS.	SM	A-1-b (0)	NP	NP	8.20	M1
0.90								
1.00		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA Y FINOS LIMO ARCILLOSOS.	SC - SM	A-4 (0)	34.03	28.95	15.90	M2
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								
								

Referencias :
NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA : C- 04

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830
COORDENADAS : E: 0358379 N: 9294256

REVISADO : L.J.V.D.
FECHA DE EXCAVACIÓN : 07/07/2014
PROFUNDIDAD (m) : 2.00
PROF. N. FREÁTICO (m) : 2.00

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			Nº DE MUESTRA
					LL.	LP.	H.N.	
					%	%	%	
0.50		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN GRISÁCEO, HUMEDAD MEDIA Y FINOS LIMO ARCILLOSOS.	SC - SM	A-2-4 (0)	30.46	25.54	14.70	M1
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								

Referencias :
NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA : C- 05

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830
COORDENADAS : E: 0358353 N: 9294276

REVISADO : L.J.V.D.
FECHA DE EXCAVACIÓN : 07/07/2014
PROFUNDIDAD (m) : 2.00
PROF. N. FREÁTICO (m) : NP

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			Nº DE MUESTRA	
					LL.	LP.	H.N.		
					%	%	%		
0.50		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA Y FINOS LIMO ARCILLOSOS.	SC - SM	A-4 (1)	29.40	23.61	16.00	M1	
1.00									
1.50									
2.00									
2.50									
3.00									
									

Referencias :
NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

TRINCHERA : T- 01

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830
COORDENADAS : E: 0358321 N: 9294305

REVISADO : L.J.V.D.
FECHA DE EXCAVACIÓN : 07/07/2014
PROFUNDIDAD (m) : 3.00
PROF. N. FREÁTICO (m) : NP

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			Nº DE MUESTRA
					LL.	LP.	H.N.	
					%	%	%	
0.50		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN CLARO, HUMEDAD MEDIA Y FINOS LIMOSOS; CON GRAVA SUB REDONDEADA, COLOR GRIS.	SM	A-2-4 (0)	NP	NP	15.20	M1
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								
								

Referencias :
NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

TRINCHERA : T- 02

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830
COORDENADAS : E: 0358332 N: 9294265

REVISADO : L.J.V.D.
FECHA DE EXCAVACIÓN : 07/07/2014
PROFUNDIDAD (m) : 3.00
PROF. N. FREÁTICO (m) : 2.90

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			Nº DE MUESTRA
					LL.	LP.	H.N.	
					%	%	%	
0.50		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN, ALTA HUMEDAD Y FINOS LIMOSOS; CON GRAVA SUB REDONDEADA, COLOR GRIS.	SM	A-2-4 (0)	NP	NP	18.10	M1
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								
								

Referencias :
NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

TRINCHERA : T- 03

PROYECTO : **PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS**
SOLICITANTE : **NAYLAMP INGENIEROS SAC**
UBICACIÓN : **KM 45 + 690 AL KM 45 + 830**
COORDENADAS : **E: 0358354 N: 9294206**

REVISADO : **L.J.V.D.**
FECHA DE EXCAVACIÓN : **07/07/2014**
PROFUNDIDAD (m) : **3.00**
PROF. N. FREÁTICO (m) : **NP**

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO	Límites de consistencia humedad natural			Nº DE MUESTRA
					LL.	LP.	H.N.	
					%	%	%	
0.50		ARENA DE MEDIA A FINA, COLOR MARRÓN GRISÁCEO, HUMEDAD MEDIA Y FINOS LIMOSOS; CON GRAVA SUB REDONDEADA, COLOR GRIS.	SM	A-4 (0)	NP	NP	16.30	M1
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								
								

Referencias :
NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"



REGISTRO DE PERFORACIÓN

PERFORACIÓN : SPT-01

PROYECTO : SECTORES CRITICOS - IIRSA NORTE -TRAMO Nº 1

UBICACIÓN : KM 45+690 - KM 45+830

SONDAJE : SPT-01

COORDENADAS : N=9294247 E=0358367 Z=393

REALIZADO : L.A.M.S

REVISADO : L.J.V.D.

FECHA DE PERFORACION : 26 de Agosto del 2014

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 7.80

PRF. NIVEL FREATICO (m) : 2.60

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	S U C S	GRANULOMETRÍA			ENSAYOS DE PENETRACION ESTÁNDAR - SPT N = $\frac{\text{Nº de golpes}}{30 \text{ cm}}$	Nº DE MUESTRA
				< 0.075 mm	0.075 a 4.750 mm	4.750 mm		
1.00		Arena fina con materia orgánica, color marrón, seca.	-	-	-	-		S/M
2.00		Grava con matriz areno-arcillosa de grano fino, color marrón rojizo con diámetro promedio de 2 cm, sub-angulosa a sub-redondeada.	GC-GM	29.2	41.7	29.1	15	M1
3.00						7		
4.00						6		
5.00						7		
6.00						33		
7.00								
8.00								
9.00								
10.00								

OBSERVACIONES : La perforación se realizó en el lado derecho de la carretera IIRSA NORTE

ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C1- M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	44.7		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	206.8		
Peso tara + muestra seca	(g)	189.6		
Peso de agua	(g)	17.2		
Peso de suelo seco	(g)	144.9		
Contenido de humedad	(%)	11.9		
Contenido de humedad Promedio	(%)	11.9		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

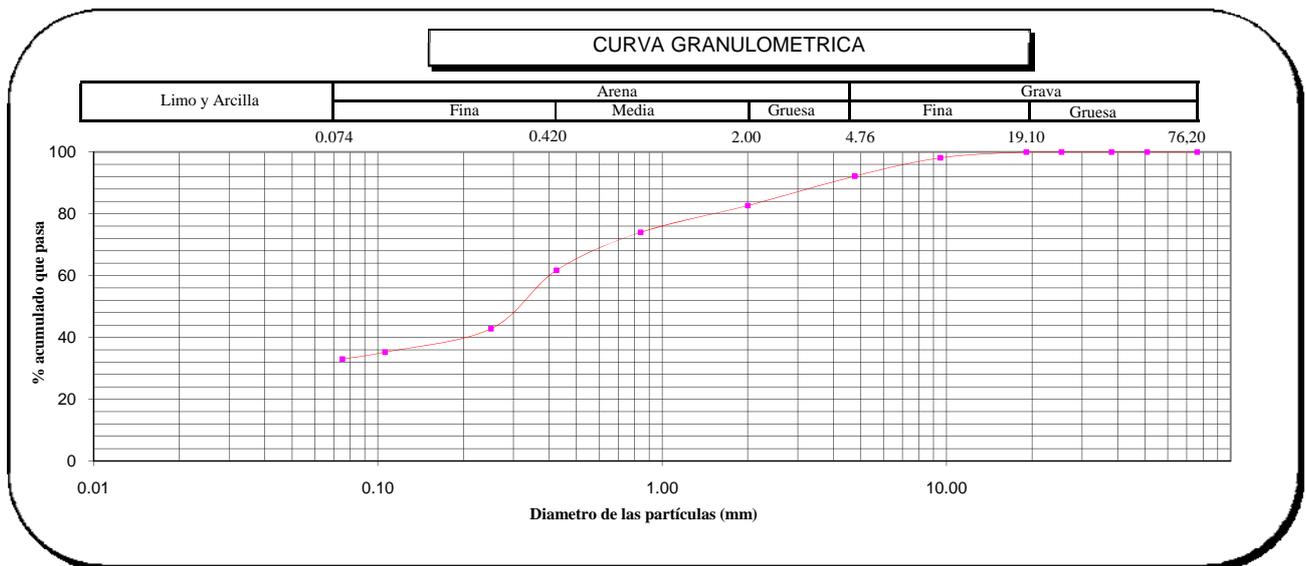
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C1 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	NP
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico (IP)	-
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SM
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-2-4
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	0
	3/8 "	9.520	98.1	1.9	1.9	Descripción de muestra:	
	N° 4	4.760	92.2	6.0	7.8	Arena limosa	
	N° 10	2.000	82.7	9.5	17.4		
	N° 20	0.840	74.0	8.6	26.0		
	N° 40	0.425	61.7	12.3	38.3		
	N° 60	0.250	42.8	19.0	57.2		
	N° 140	0.106	35.2	7.6	64.8		
N° 200	0.075	33.0	2.2	67.0			
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	33.0	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00	MUESTRA: C1 - M1
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

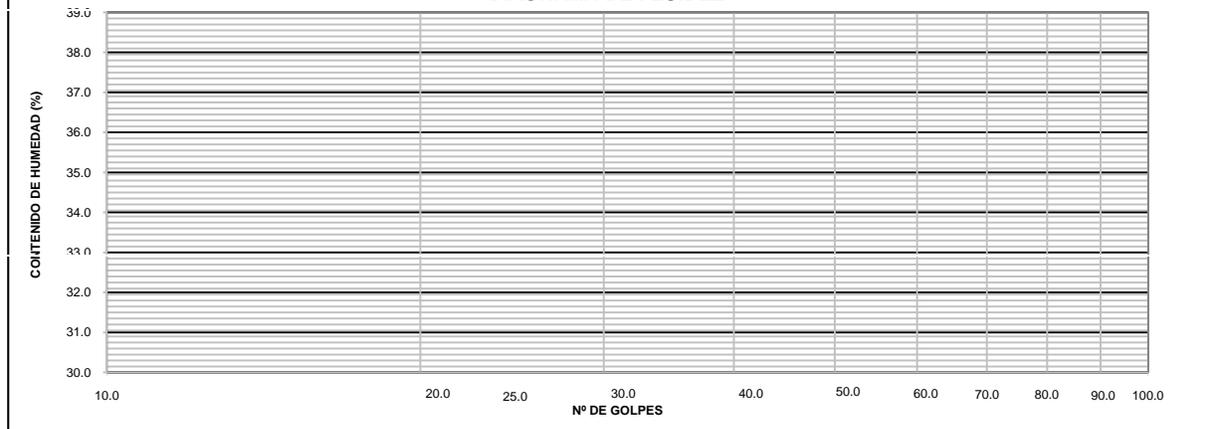
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P.

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : C1- M1

PROF. (m) : 0.00 - 2.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	500.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	500.0				
Peso lavado (g)	335.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	165.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	33				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 33

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y
PROYECTO : RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I:
TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C2- M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	35.8		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	212.4		
Peso tara + muestra seca	(g)	181.3		
Peso de agua	(g)	31.1		
Peso de suelo seco	(g)	145.5		
Contenido de humedad	(%)	21.4		
Contenido de humedad Promedio	(%)	21.4		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

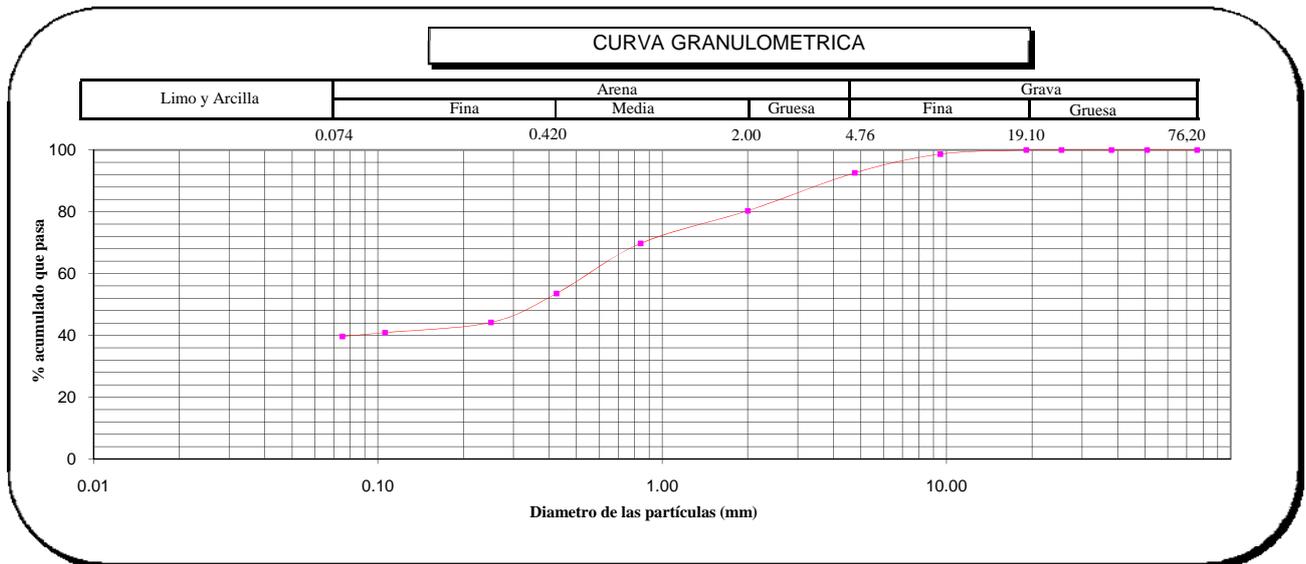
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C2 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	33
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	21
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico (IP)	12
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SC
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-6
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	1
	3/8 "	9.520	98.7	1.3	1.3	Descripción de muestra:	Arena arcillosa
	N° 4	4.760	92.6	6.1	7.4		
	N° 10	2.000	80.3	12.3	19.7		
	N° 20	0.840	69.8	10.6	30.3		
	N° 40	0.425	53.6	16.2	46.5		
	N° 60	0.250	44.2	9.4	55.8		
	N° 140	0.106	40.9	3.3	59.1		
N° 200	0.075	39.6	1.3	60.4			
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	39.6	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00	MUESTRA: C2 - M1
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

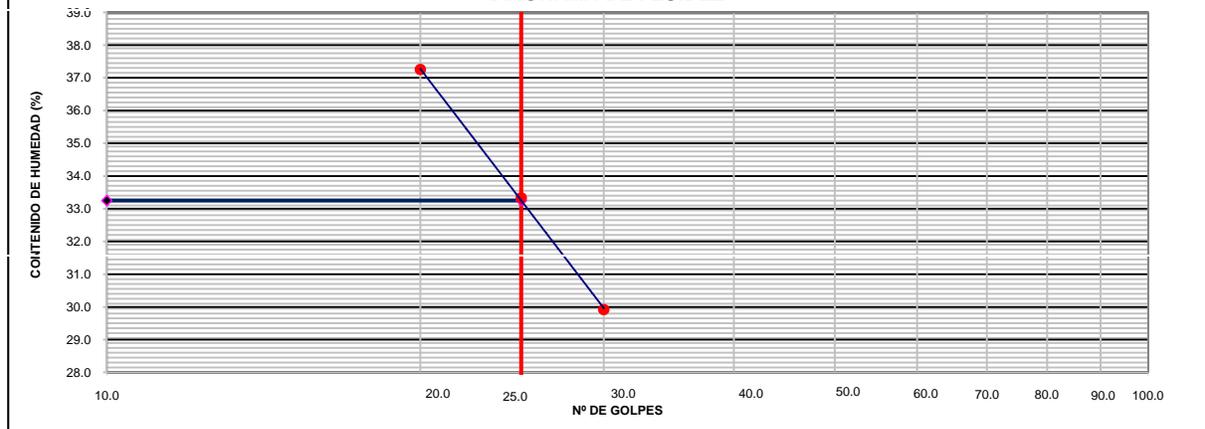
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	4	9
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.00	26.50	28.00
TARRO + SUELO SECO	26.20	23.30	24.20
AGUA	3.80	3.20	3.80
PESO DEL TARRO	13.50	13.70	14.00
PESO DEL SUELO SECO	12.70	9.60	10.20
% DE HUMEDAD	29.92	33.33	37.25
Nº DE GOLPES	30	25	20

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	6	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	8.20	9.00
TARRO + SUELO SECO	7.80	8.50
AGUA	0.40	0.50
PESO DEL TARRO	6.00	6.00
PESO DEL SUELO SECO	1.80	2.50
% DE HUMEDAD	22.22	20.00

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	33.25
LÍMITE PLÁSTICO (%)	21.11
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.14

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : C2- M1

PROF. (m) : 0.00 - 2.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	533.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	533.0				
Peso lavado (g)	322.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	211.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	40				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 40

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C3- M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 0.90

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	31.9		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	199.6		
Peso tara + muestra seca	(g)	186.9		
Peso de agua	(g)	12.7		
Peso de suelo seco	(g)	155		
Contenido de humedad	(%)	8.2		
Contenido de humedad Promedio	(%)	8.2		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

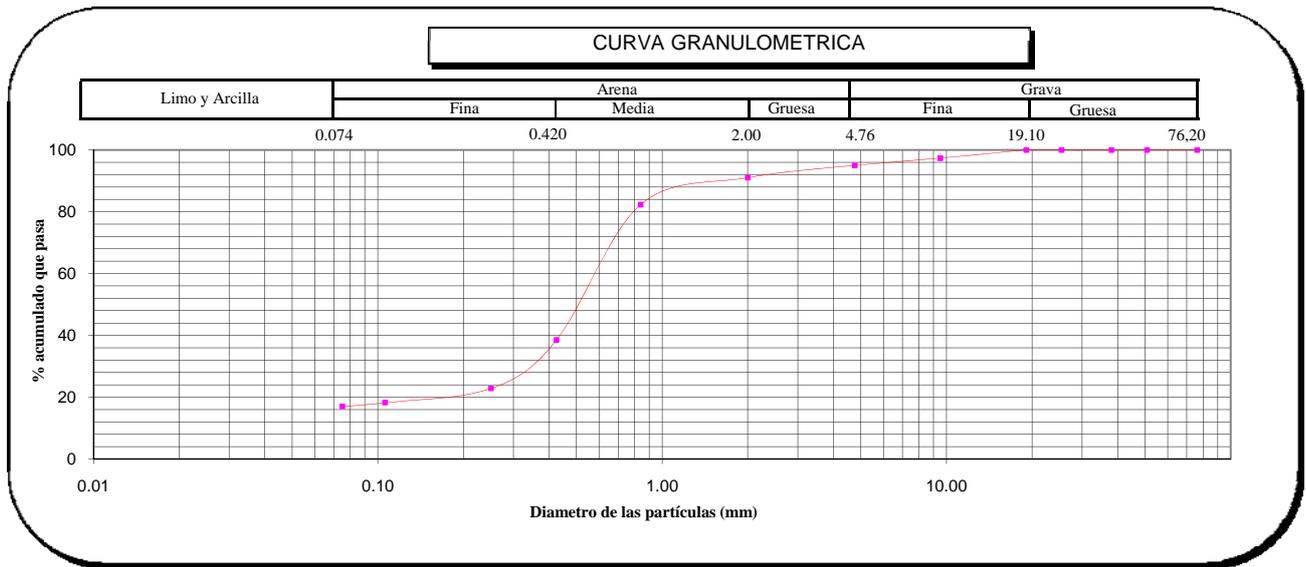
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C3 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.90						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	Nº	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)
	3"	76.200	100.0	0.0	0.0	-	-
	2"	50.800	100.0	0.0	0.0	NP	-
	1 1/2"	38.100	100.0	0.0	0.0	-	-
	1"	25.400	100.0	0.0	0.0	SM	-
	3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0	A-1-b	-
	3/8"	9.520	97.3	2.7	2.7	0	-
	Nº 4	4.760	95.0	2.3	5.0	Descripción de muestra: Arena limosa	
	Nº 10	2.000	91.0	4.0	9.0		
	Nº 20	0.840	82.3	8.7	17.7		
	Nº 40	0.425	38.5	43.8	61.5		
	Nº 60	0.250	22.8	15.7	77.2		
	Nº 140	0.106	18.2	4.6	81.8		
Nº 200	0.075	17.0	1.2	83.0			
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	17.0	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.90	MUESTRA: C3 - M1
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

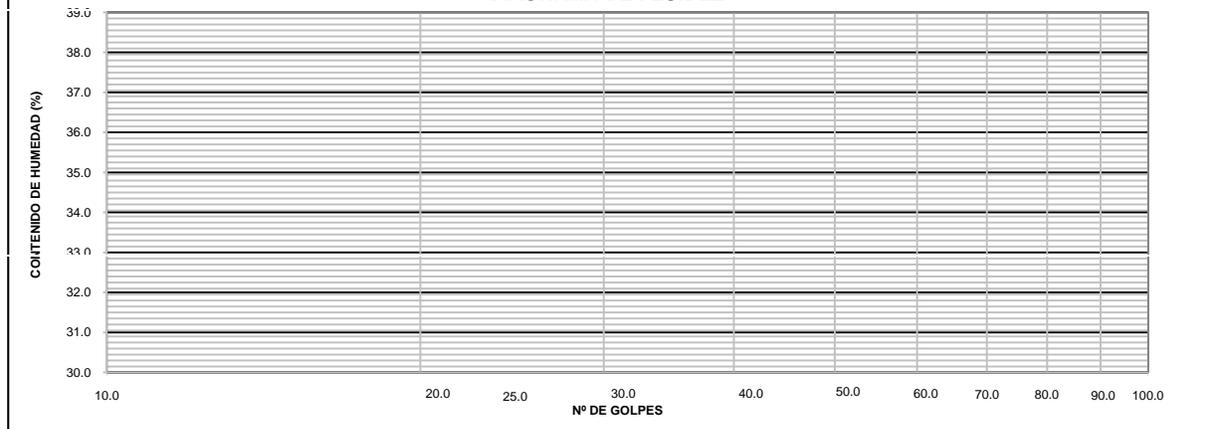
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P.

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : C3- M1

PROF. (m) : 0.00 - 0.90

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	500.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	500.0				
Peso lavado (g)	414.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	86.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	17				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 17

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y
PROYECTO : RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I:
TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C3- M2
PROFUNDIDAD	0.90 - 3.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	35.2		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	187.9		
Peso tara + muestra seca	(g)	166.9		
Peso de agua	(g)	21		
Peso de suelo seco	(g)	131.7		
Contenido de humedad	(%)	15.9		
Contenido de humedad Promedio	(%)	15.9		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

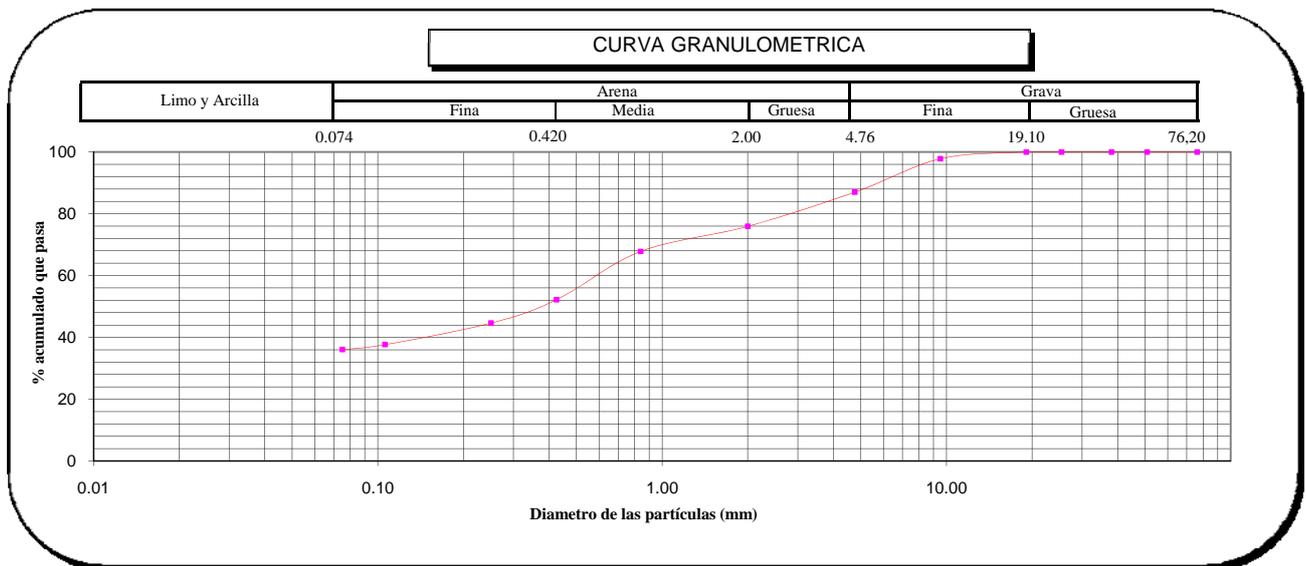
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C3 - M2						
PROFUNDIDAD (m)	0.90 - 3.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	34
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	29
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico (IP) (%)	5
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SC - SM
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	0
	3/8 "	9.520	97.8	2.2	2.2	Descripción de muestra:	Arena limo arcillosa
	N° 4	4.760	87.0	10.8	13.0		
	N° 10	2.000	76.0	11.0	24.1		
	N° 20	0.840	67.8	8.1	32.2		
	N° 40	0.425	52.2	15.6	47.8		
	N° 60	0.250	44.6	7.6	55.4		
	N° 140	0.106	37.7	7.0	62.4		
N° 200	0.075	36.1	1.6	64.0			
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	36.1	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.90 - 3.00	MUESTRA: C3 - M2
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

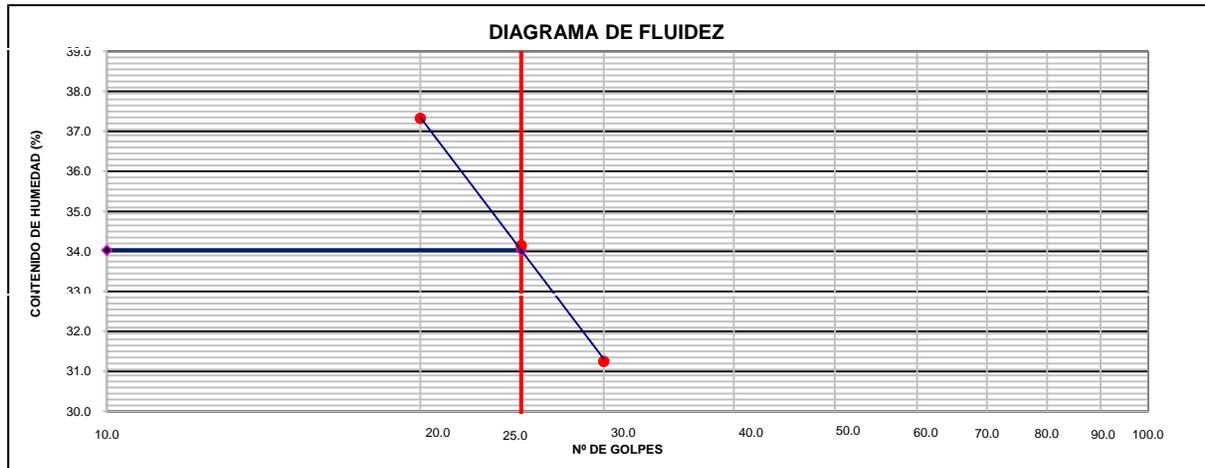
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	14	15	16
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.60	29.00	31.40
TARRO + SUELO SECO	27.60	24.80	26.10
AGUA	5.00	4.20	5.30
PESO DEL TARRO	11.60	12.50	11.90
PESO DEL SUELO SECO	16.00	12.30	14.20
% DE HUMEDAD	31.25	34.15	37.32
Nº DE GOLPES	30	25	20

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	20	21
TARRO + SUELO HÚMEDO	9.00	9.40
TARRO + SUELO SECO	8.40	8.90
AGUA	0.60	0.50
PESO DEL TARRO	6.50	7.00
PESO DEL SUELO SECO	1.90	1.90
% DE HUMEDAD	31.58	26.32

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	34.03
LÍMITE PLÁSTICO (%)	28.95
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.08

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : C3- M2

PROF. (m) : 0.90 - 3.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	577.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	577.0				
Peso lavado (g)	372.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	205.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	36				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 36

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C4- M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	27.5		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	201.4		
Peso tara + muestra seca	(g)	179.1		
Peso de agua	(g)	22.3		
Peso de suelo seco	(g)	151.6		
Contenido de humedad	(%)	14.7		
Contenido de humedad Promedio	(%)	14.7		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma _____

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass. _____



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

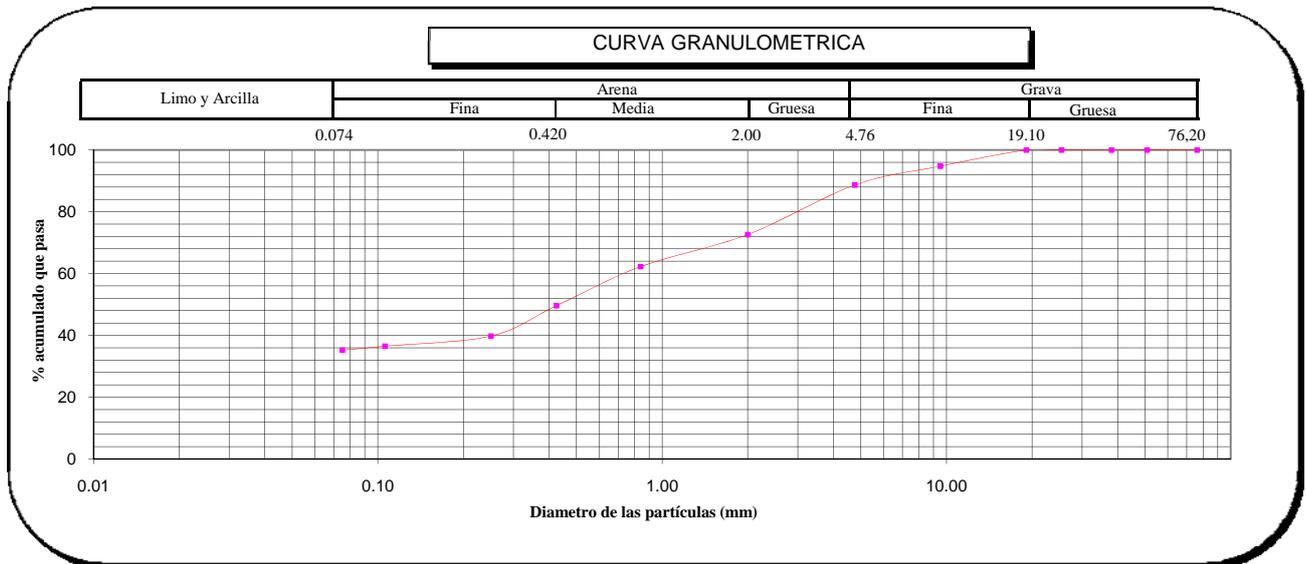
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C4 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	30
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	26
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico (IP) (%)	4
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SC - SM
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-2-4
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	0
	3/8 "	9.520	94.8	5.2	5.2	Descripción de muestra:	Arena limo arcillosa
	N° 4	4.760	88.7	6.1	11.3		
	N° 10	2.000	72.6	16.0	27.4		
	N° 20	0.840	62.3	10.4	37.7		
	N° 40	0.425	49.6	12.7	50.4		
	N° 60	0.250	39.8	9.8	60.2		
	N° 140	0.106	36.5	3.3	63.5		
N° 200	0.075	35.2	1.3	64.8			
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	35.2	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00	MUESTRA: C4 - M1
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

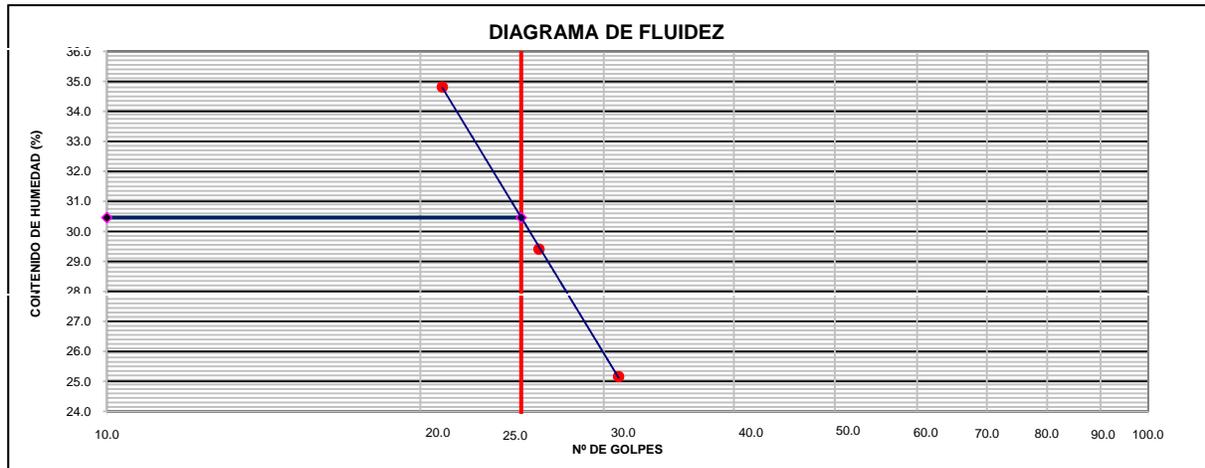
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	25	28	27
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.50	34.50	33.20
TARRO + SUELO SECO	26.70	29.50	27.70
AGUA	3.80	5.00	5.50
PESO DEL TARRO	11.60	12.50	11.90
PESO DEL SUELO SECO	15.10	17.00	15.80
% DE HUMEDAD	25.17	29.41	34.81
Nº DE GOLPES	31	26	21

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	36	35
TARRO + SUELO HÚMEDO	9.60	9.80
TARRO + SUELO SECO	9.10	9.20
AGUA	0.50	0.60
PESO DEL TARRO	7.00	7.00
PESO DEL SUELO SECO	2.10	2.20
% DE HUMEDAD	23.81	27.27

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	30.46
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25.54
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	4.92

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : C4- M1

PROF. (m) : 0.00 - 2.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	514.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	514.0				
Peso lavado (g)	335.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	179.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	35				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 35

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C5- M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	35.4		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	192.6		
Peso tara + muestra seca	(g)	170.9		
Peso de agua	(g)	21.7		
Peso de suelo seco	(g)	135.5		
Contenido de humedad	(%)	16.0		
Contenido de humedad Promedio	(%)	16.0		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

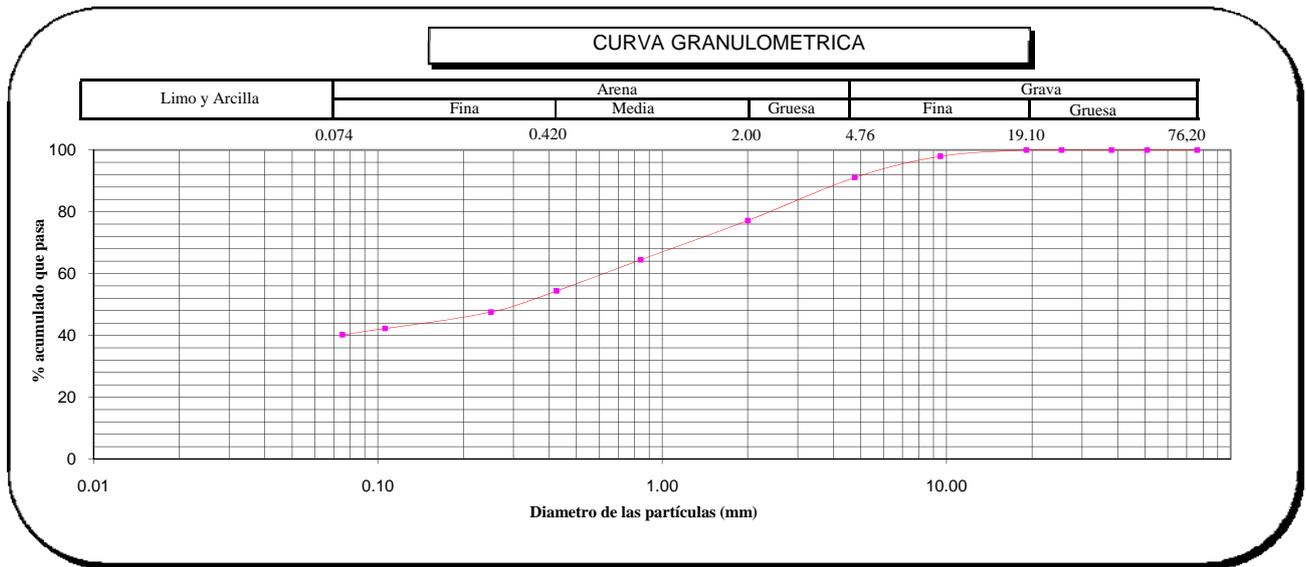
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	C5 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	29
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	24
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico (IP)	5
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SC - SM
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	1
	3/8 "	9.520	97.9	2.1	2.1	Descripción de muestra:	Arena limo arcillosa
	N° 4	4.760	91.1	6.9	8.9		
	N° 10	2.000	77.2	13.9	22.8		
	N° 20	0.840	64.5	12.7	35.5		
	N° 40	0.425	54.4	10.1	45.6		
	N° 60	0.250	47.5	6.9	52.5		
	N° 140	0.106	42.2	5.3	57.8		
N° 200	0.075	40.2	2.1	59.8			
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	40.2	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00	MUESTRA: C5 - M1
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

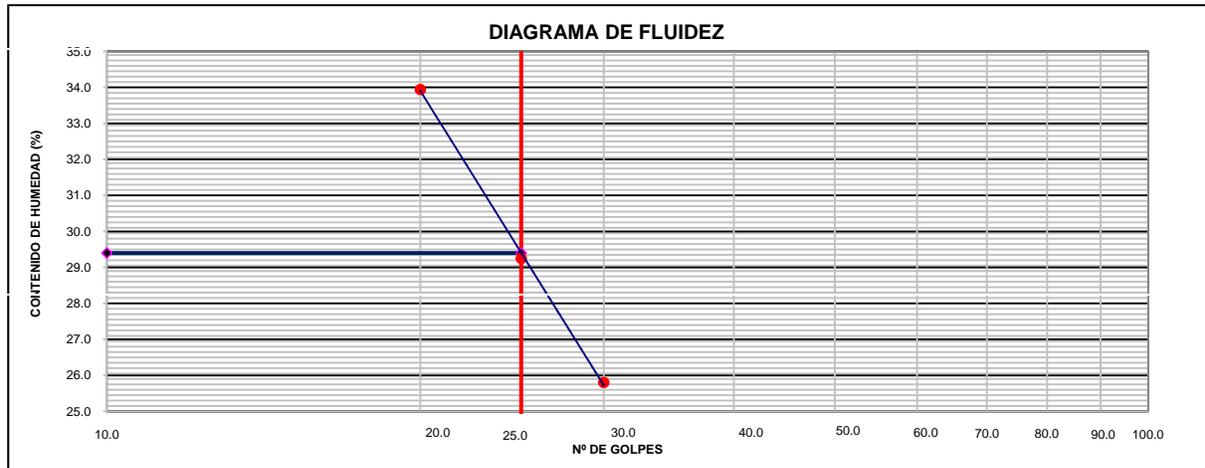
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	29	201	166
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.90	32.40	34.00
TARRO + SUELO SECO	31.10	28.10	28.40
AGUA	4.80	4.30	5.60
PESO DEL TARRO	12.50	13.40	11.90
PESO DEL SUELO SECO	18.60	14.70	16.50
% DE HUMEDAD	25.81	29.25	33.94
Nº DE GOLPES	30	25	20

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	112	144
TARRO + SUELO HÚMEDO	8.40	8.00
TARRO + SUELO SECO	8.00	7.60
AGUA	0.40	0.40
PESO DEL TARRO	6.20	6.00
PESO DEL SUELO SECO	1.80	1.60
% DE HUMEDAD	22.22	25.00

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	29.40
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.61
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.79

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : C5- M1

PROF. (m) : 0.00 - 2.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	622.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	622.0				
Peso lavado (g)	372.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	250.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	40				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 40

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y
PROYECTO : RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I:
TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	T1 - M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 3.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	30		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	325		
Peso tara + muestra seca	(g)	286		
Peso de agua	(g)	39		
Peso de suelo seco	(g)	256		
Contenido de humedad	(%)	15.2		
Contenido de humedad Promedio	(%)	15.2		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

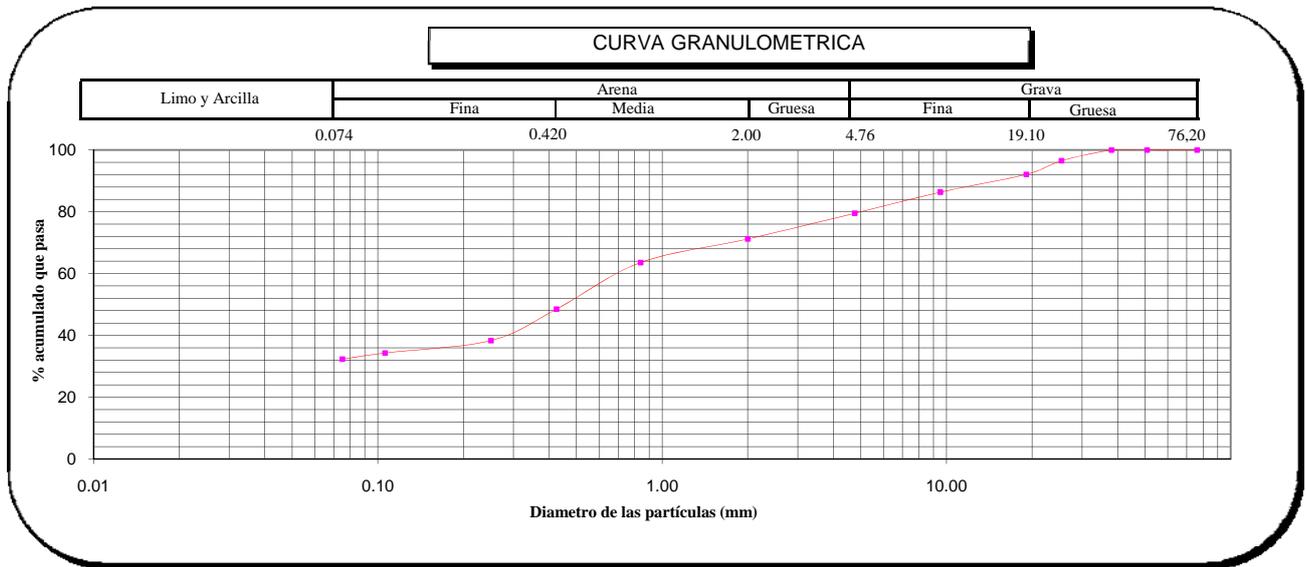
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	T1 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 3.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	NP
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico (IP)	-
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SM
	1 "	25.400	96.5	3.5	3.5	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-2-4
	3/4 "	19.100	92.1	4.4	7.9	Índice de Grupo	0
	3/8 "	9.520	86.4	5.7	13.6	Descripción de muestra:	Arena limosa con grava
	N° 4	4.760	79.6	6.8	20.4		
	N° 10	2.000	71.2	8.4	28.8		
	N° 20	0.840	63.6	7.6	36.4		
	N° 40	0.425	48.5	15.1	51.5		
	N° 60	0.250	38.3	10.2	61.7		
	N° 140	0.106	34.3	4.0	65.7		
	N° 200	0.075	32.3	2.0	67.7		
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	32.3	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra es menor al especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00	MUESTRA: T1 - M1
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

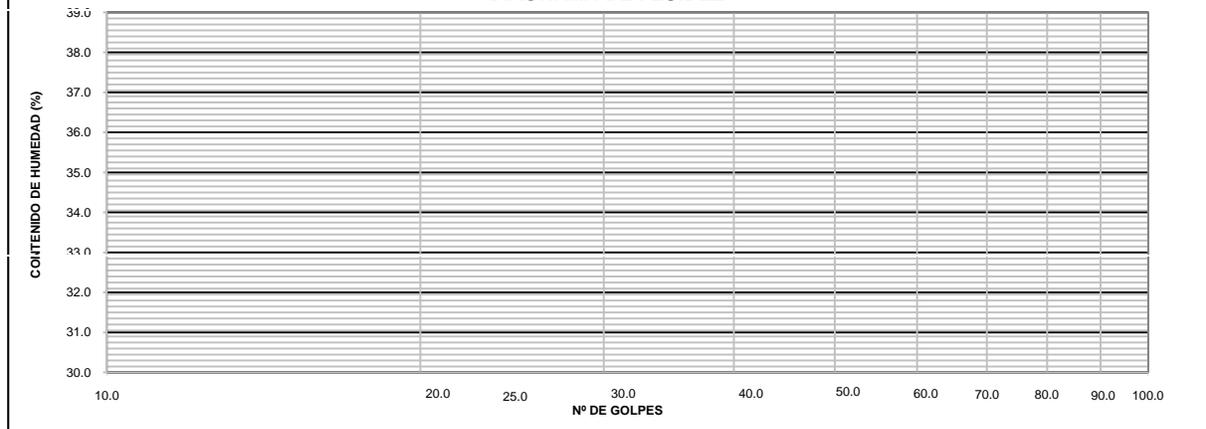
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P.

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : T1 - M1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	500.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	500.0				
Peso lavado (g)	341.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	159.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	32				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 32

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y
PROYECTO : RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I:
TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	T2 - M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 3.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	29		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	244		
Peso tara + muestra seca	(g)	211		
Peso de agua	(g)	33		
Peso de suelo seco	(g)	182		
Contenido de humedad	(%)	18.1		
Contenido de humedad Promedio	(%)	18.1		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

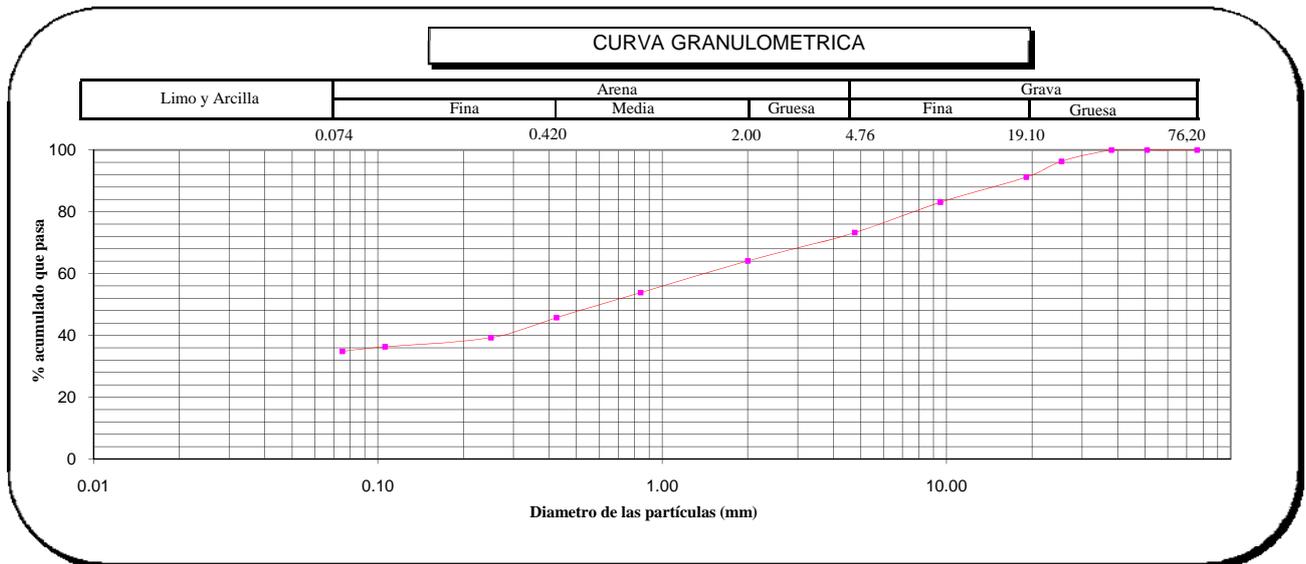
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	T2 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 3.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	NP
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico (IP)	-
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SM
	1 "	25.400	96.3	3.7	3.7	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-2-4
	3/4 "	19.100	91.2	5.1	8.8	Índice de Grupo	0
	3/8 "	9.520	83.1	8.1	16.9	Descripción de muestra:	
	N° 4	4.760	73.3	9.8	26.7	Arena limosa con grava	
	N° 10	2.000	64.1	9.2	35.9		
	N° 20	0.840	53.8	10.3	46.2		
	N° 40	0.425	45.7	8.1	54.3		
	N° 60	0.250	39.2	6.5	60.8		
	N° 140	0.106	36.3	2.9	63.7		
N° 200	0.075	34.8	1.5	65.2			
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	34.8	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00	MUESTRA: T2 - M1
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

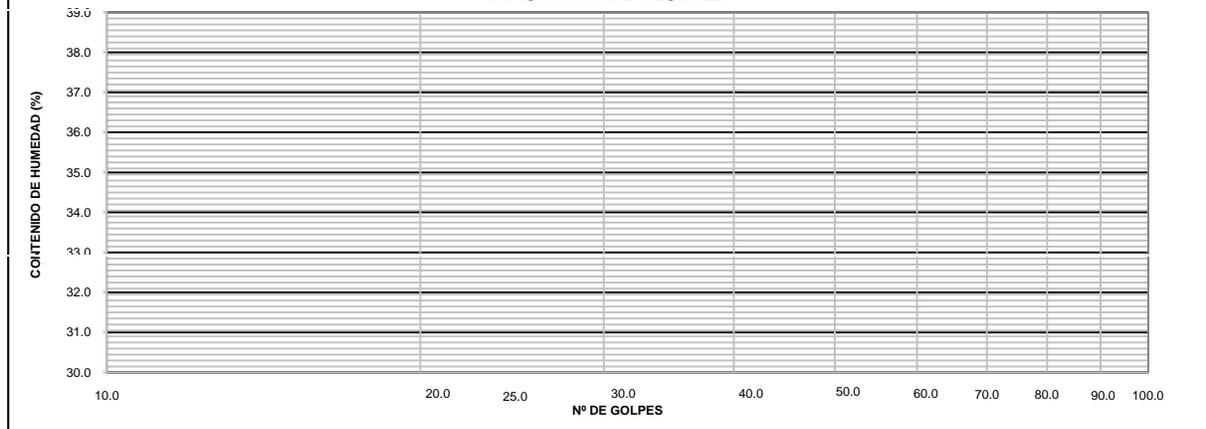
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P.

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : T2 - M1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	581.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	581.0				
Peso lavado (g)	377.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	204.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	35				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 35

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014
FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	T3 - M1
PROFUNDIDAD	0.00 - 3.00

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	33.9		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	288.7		
Peso tara + muestra seca	(g)	253		
Peso de agua	(g)	35.7		
Peso de suelo seco	(g)	219.1		
Contenido de humedad	(%)	16.3		
Contenido de humedad Promedio	(%)	16.3		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN

Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

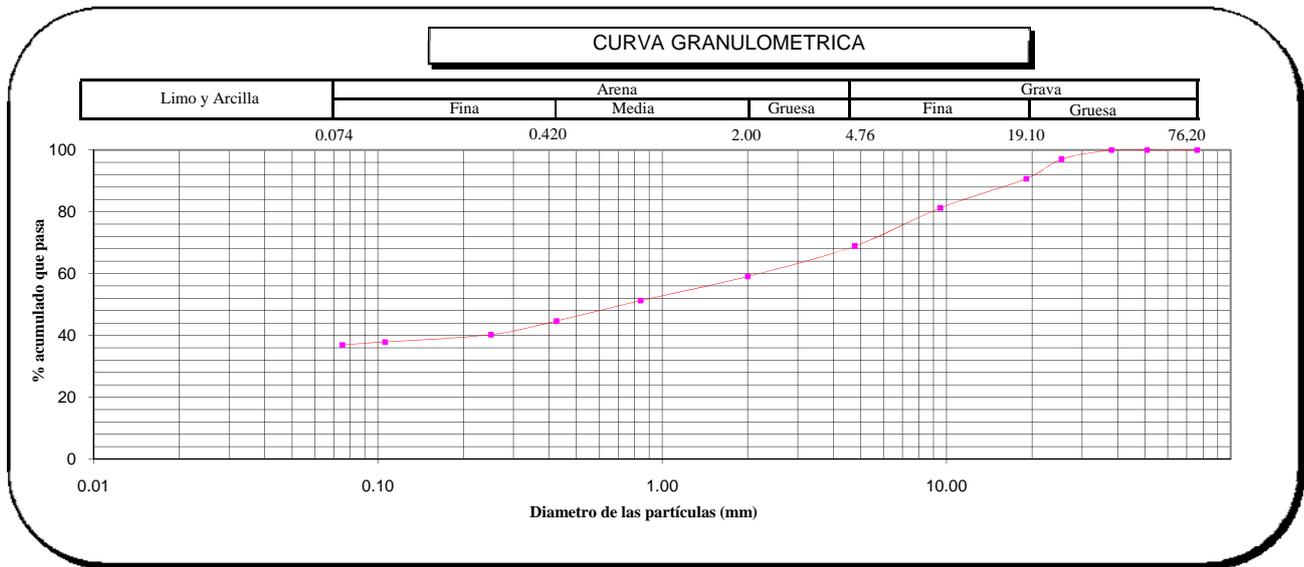
F. DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

F. DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

MUESTRA	T3 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 3.00						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	-	-
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	NP	-
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	-	-
	1 "	25.400	97.0	3.0	3.0	SM	-
	3/4 "	19.100	90.7	6.3	9.3	A-4	-
	3/8 "	9.520	81.2	9.5	18.8	0	-
	N° 4	4.760	68.9	12.3	31.1	Descripción de muestra: Arena limosa con grava	
	N° 10	2.000	59.1	9.9	40.9		
	N° 20	0.840	51.3	7.8	48.8		
	N° 40	0.425	44.7	6.6	55.3		
	N° 60	0.250	40.2	4.4	59.8		
	N° 140	0.106	37.9	2.4	62.1		
	N° 200	0.075	36.9	1.0	63.1		
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	36.9	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00	MUESTRA: T3 - M1
UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830	

LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

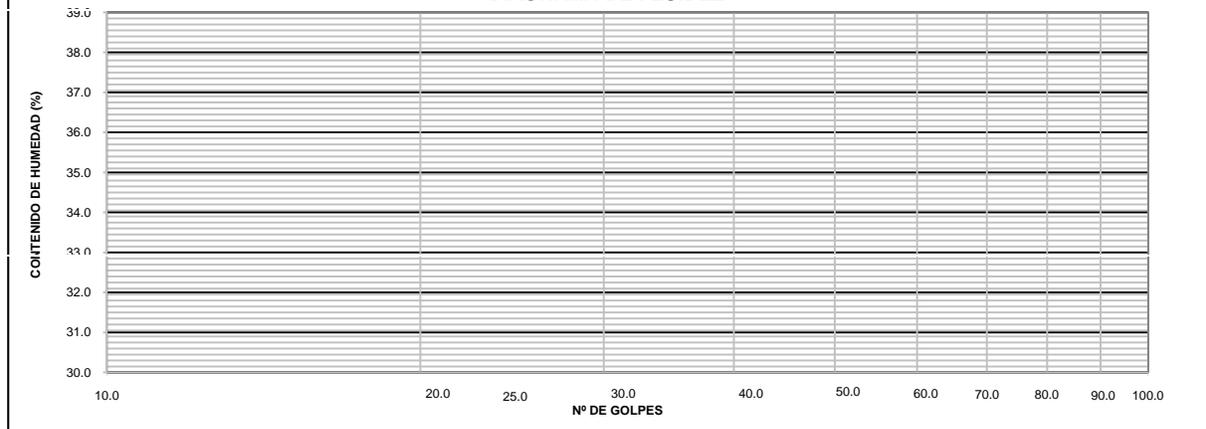
N.P.

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P.

OBSERVACIONES

La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/2014

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

FECHA DE EJECUCIÓN : 18/08/2014

UBICACIÓN : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

MUESTRA : T3 - M1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	520.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	520.0				
Peso lavado (g)	326.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	194.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	37				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 37

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

FECHA DE EMISIÓN : 01/09/2014

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D-2216

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y
PROYECTO : RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I:
TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45+690 - KM 45+830

MUESTRA	SPT 01 - M1
PROFUNDIDAD	1.00 - 5.45

Tamaño máximo	N°4"
---------------	------

Peso de tara	(g)	112		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	472		
Peso tara + muestra seca	(g)	423		
Peso de agua	(g)	49		
Peso de suelo seco	(g)	311		
Contenido de humedad	(%)	15.8		
Contenido de humedad Promedio	(%)	15.8		

Comentarios del Ensayo:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma

Referencia:

- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.



F. DE EMISIÓN : 01/09/2014

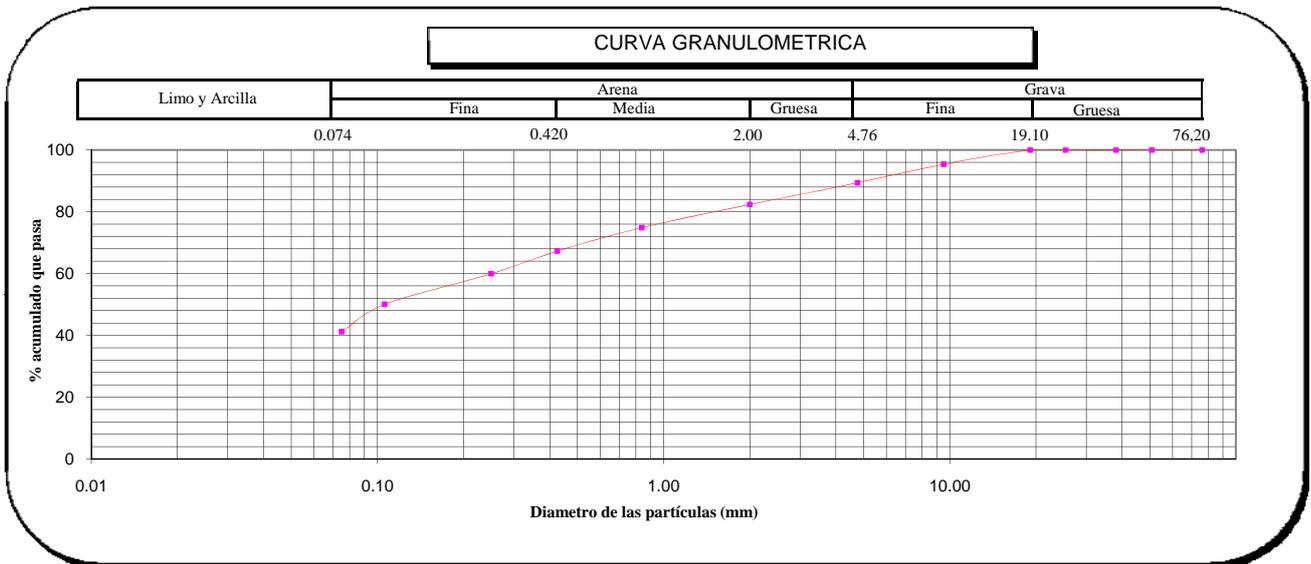
MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D 422-63(2002)

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS
UBICACIÓN : KM 45+690 - KM 45+830

MUESTRA	SPT 01 - M1						
PROFUNDIDAD (m)	1.00 - 5.45						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D422	Malla		% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%)	39
	3 "	76.200	100.0	0.0	0.0	Límite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%)	21
	2 "	50.800	100.0	0.0	0.0	Índice Plástico (IP) (%)	18
	1 1/2 "	38.100	100.0	0.0	0.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SC
	1 "	25.400	100.0	0.0	0.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-6
	3/4 "	19.100	100.0	0.0	0.0	Índice de Grupo	3
	3/8 "	9.520	95.4	4.6	4.6	Descripción de muestra:	Arena arcillosa
	N° 4	4.760	89.4	6.0	10.6		
	N° 10	2.000	82.4	7.0	17.7		
	N° 20	0.840	74.9	7.5	25.1		
	N° 40	0.425	67.3	7.6	32.7		
	N° 60	0.250	60.0	7.3	40.0		
	N° 140	0.106	50.1	9.9	49.9		
N° 200	0.075	41.2	8.9	58.8			
< 200	ASTM D 1140:00	0.0	41.2	100.0			

Observaciones:

- El peso de la muestra cumple con lo especificado en la Norma



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC	HECHO POR : L.A.M.S
PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS	FECHA : 01/09/2014
PROFUNDIDAD : 1.00 - 5.45	MUESTRA: SPT 01 - M1
UBICACIÓN: KM 45+690 - KM 45+830	

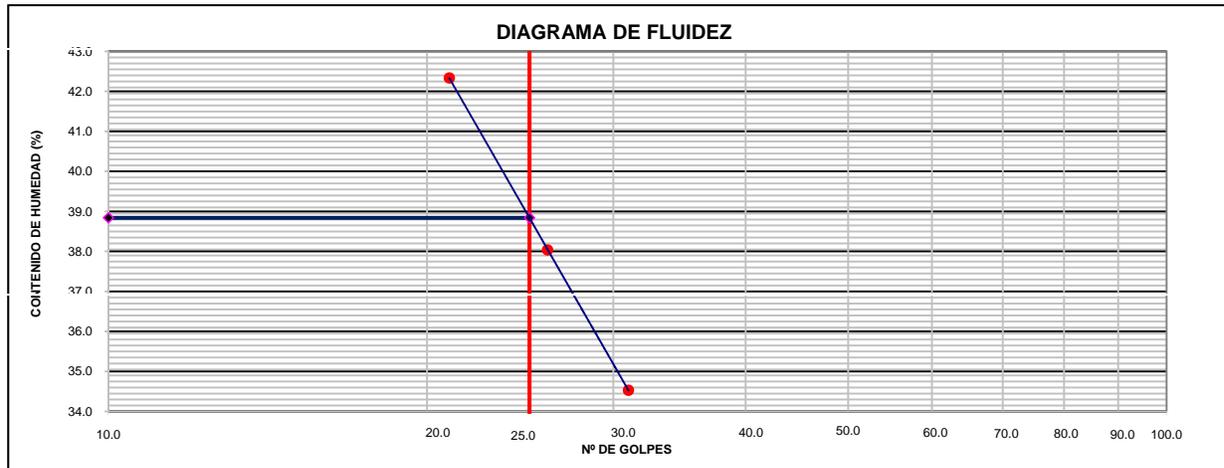
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.20	31.50	33.00
TARRO + SUELO SECO	27.40	26.65	27.20
AGUA	4.80	4.85	5.80
PESO DEL TARRO	13.50	13.90	13.50
PESO DEL SUELO SECO	13.90	12.75	13.70
% DE HUMEDAD	34.53	38.04	42.34
Nº DE GOLPES	31	26	21

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	63	30
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.10	17.50
TARRO + SUELO SECO	16.20	16.60
AGUA	0.90	0.90
PESO DEL TARRO	11.90	12.50
PESO DEL SUELO SECO	4.30	4.10
% DE HUMEDAD	20.93	21.95

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	38.84
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	21.44
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	17.40

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

FECHA DE EMISION : 01/09/2014

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200
NTP 400.018 / ASTM C 117-04

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS SAC

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES
IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

UBICACIÓN : KM 45+690 - KM 45+830

MUESTRA : SPT 01 - M1

PROF. (m) : 1.00 - 5.45

METODOLOGIA : A

DATOS	1	2	3	4	5
Tamaño nominal máximo (mm)	0.45				
Cantidad mínima requerida (g)	300.0				
Peso inicial (g)	508.0				
Verificación de la cantidad mínima	Ok				
Peso inicial (verificado) (g)	508.0				
Peso lavado (g)	300.0				
Pasante la malla N° 200 (g)	208.0				
Pasante la malla N° 200 (%)	41				

Porcentaje del material mas fino que pasa la malla N° 200 (promedio) : 41

Número de ensayos válidos : 1

Observaciones :

- El lavado de la muestra por la malla N° 200 se realizó con agua.

Referencia :

ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve.

Realizado : L.A.M.S

Revisado : L.J.V.D

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS S.A.C.

LUGAR : TARAPOTO - SAN MARTIN

TECNICO : L.A.M.S.

ING. RESP. : L.J.V.D.

FECHA : 22/09/14

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080-04**

PROGRESIVA (km) : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830 **MUESTRA** : C2 - M1
PROF. (m) : 0.00 - 2.00 **CLASIF. SUCS** : SC
ESTADO : Muestra Remoldeada **VELOCIDAD DE CORTE** : 0.5 mm/min
TRAMO : TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

ESPECIMEN 1

Altura Inicial:	22.0	mm
Lado de caja :	60.0	mm
Area Inicial:	36.0	cm ²
Densidad :	1.802	gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.1	%
Humedad Fin.:	16.3	%
Esf. Normal :	0.56	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.185	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura Inicial:	22.0	mm
Lado de caja :	60.0	mm
Area Inicial:	36.0	cm ²
Densidad :	1.802	gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.1	%
Humedad Fin.:	17.7	%
Esf. Normal :	1.11	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.431	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

Altura Inicial:	22.0	mm
Lado de caja :	60.0	mm
Area Inicial:	36.0	cm ²
Densidad :	1.802	gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.1	%
Humedad Fin.:	18.5	%
Esf. Normal :	2.22	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.712	kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.009	0.02
0.25	0.018	0.03
0.38	0.026	0.05
0.51	0.035	0.06
0.64	0.044	0.08
0.76	0.053	0.09
0.89	0.062	0.11
1.02	0.070	0.13
1.14	0.079	0.14
1.27	0.088	0.16
1.48	0.097	0.17
1.69	0.105	0.19
1.91	0.114	0.20
2.12	0.123	0.22
2.33	0.132	0.23
2.54	0.141	0.25
2.96	0.149	0.26
3.39	0.158	0.28
3.81	0.167	0.29
4.23	0.176	0.30
5.08	0.185	0.32
5.93	0.185	0.31
6.77	0.185	0.31
7.62	0.185	0.31
8.47	0.185	0.30
10.16	0.185	0.30
11.85	0.185	0.29
13.55	0.185	0.29
15.24	0.185	0.28
0.00	0.000	0.00

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.026	0.02
0.25	0.053	0.05
0.38	0.079	0.07
0.51	0.105	0.09
0.64	0.132	0.12
0.76	0.158	0.14
0.89	0.185	0.16
1.02	0.211	0.19
1.14	0.237	0.21
1.27	0.264	0.23
1.48	0.290	0.26
1.69	0.316	0.28
1.91	0.343	0.30
2.12	0.369	0.33
2.33	0.396	0.35
2.54	0.422	0.37
2.96	0.431	0.38
3.39	0.431	0.37
3.81	0.431	0.37
4.23	0.431	0.37
5.08	0.431	0.37
5.93	0.431	0.36
6.77	0.431	0.36
7.62	0.431	0.36
8.47	0.431	0.35
10.16	0.431	0.35
11.85	0.431	0.34
13.55	0.431	0.34
15.24	0.431	0.33
0.00	0.000	0.00

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.035	0.02
0.25	0.070	0.03
0.38	0.105	0.05
0.51	0.141	0.06
0.64	0.176	0.08
0.76	0.211	0.09
0.89	0.246	0.11
1.02	0.281	0.13
1.14	0.316	0.14
1.27	0.352	0.16
1.48	0.387	0.17
1.69	0.422	0.19
1.91	0.457	0.20
2.12	0.492	0.22
2.33	0.527	0.23
2.54	0.562	0.25
2.96	0.598	0.26
3.39	0.633	0.28
3.81	0.668	0.29
4.23	0.703	0.30
5.08	0.712	0.30
5.93	0.712	0.30
6.77	0.712	0.30
7.62	0.712	0.30
8.47	0.712	0.29
10.16	0.712	0.29
11.85	0.712	0.28
13.55	0.712	0.28
15.24	0.712	0.27
0.00	0.000	0.00

OBSERVACIONES :

- La muestra fue tomada por el solicitante.
- La muestra fue remoldeada.

EQUIPO:

MARCA : PINZUAR
CERT. DE CALIBRACION : CFM-068-2013

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS S.A.C.

LUGAR : TARAPOTO - SAN MARTIN

TECNICO : L.A.M.S.

ING. RESP. : L.J.V.D.

FECHA : 22/09/14

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080-04**

PROGRESIVA (km) : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830

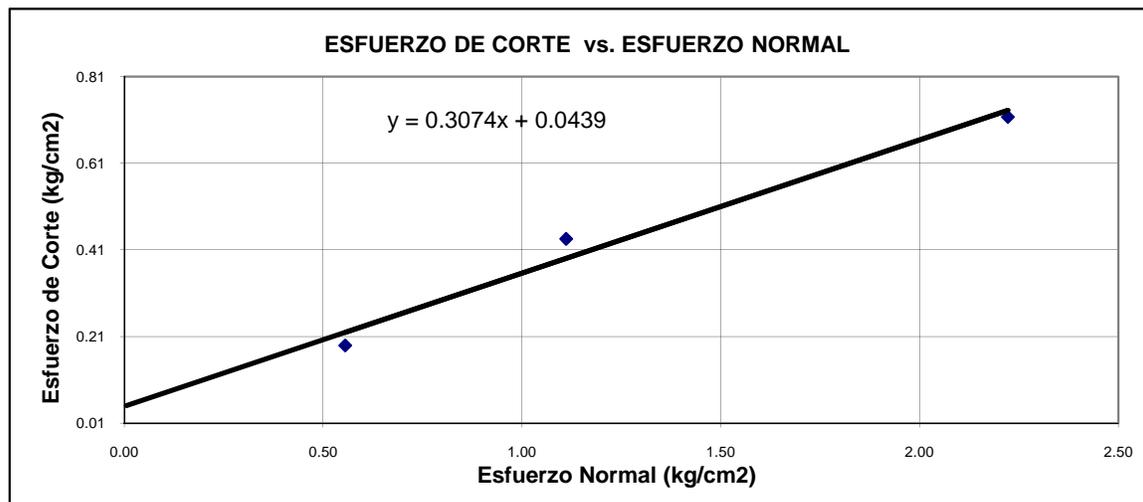
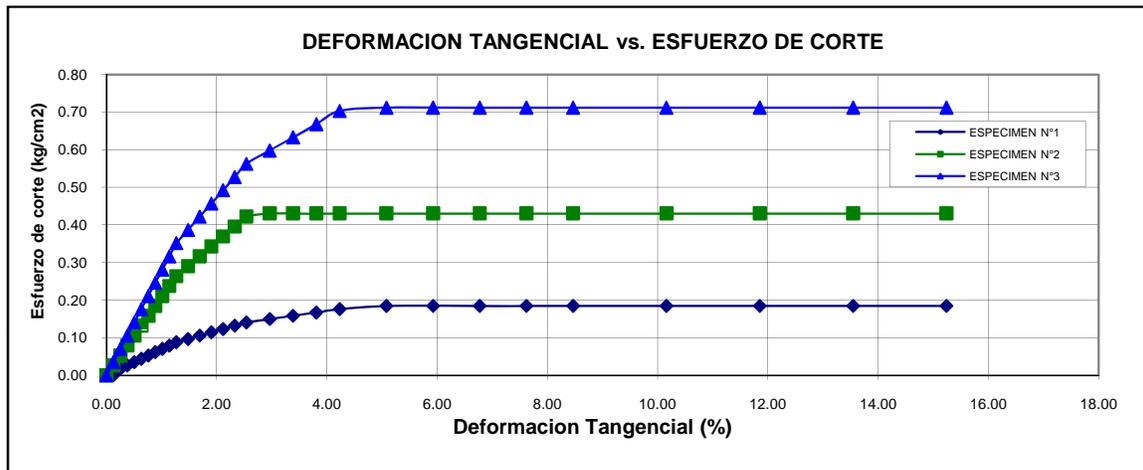
MUESTRA : C2 - M1

PROF. (m) : 0.00 - 2.00

CLASIF. SUCS : SC

ESTADO : Muestra Remoldeada

VELOCIDAD DE CORTE : 0.5 mm/min



Resultados:

Cohesión © **0.0439** Kg/cm²

Angulo de fricción (Ø) **17.09°**

REFERENCIA:

- ASTM D 3080-04 Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS S.A.C.

TECNICO : L.A.M.S.

LUGAR : TARAPOTO - SAN MARTIN

ING. RESP. : L.J.V.D.

FECHA : 22/09/14

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080-04**

PROGRESIVA (km) : KM 45 + 690 AL KM 45 + 830 **MUESTRA** : T1- M1
PROF. (m) : 0.00 - 3.00 **CLASIF. SUCS** : SM
ESTADO : Muestra Remoldeada **VELOCIDAD DE CORTE** : 0.5 mm/min
TRAMO : TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

ESPECIMEN 1

Altura Inicial:	22.0	mm
Lado de caja :	60.0	mm
Area Inicial:	36.0	cm ²
Densidad :	1.827	gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.8	%
Humedad Fin.:	17.0	%
Esf. Normal :	0.56	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.185	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura Inicial:	22.0	mm
Lado de caja :	60.0	mm
Area Inicial:	36.0	cm ²
Densidad :	1.827	gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.8	%
Humedad Fin.:	18.0	%
Esf. Normal :	1.11	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.466	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

Altura Inicial:	22.0	mm
Lado de caja :	60.0	mm
Area Inicial:	36.0	cm ²
Densidad :	1.827	gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.8	%
Humedad Fin.:	18.9	%
Esf. Normal :	2.22	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.747	kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.009	0.02
0.25	0.026	0.05
0.38	0.044	0.08
0.51	0.062	0.11
0.64	0.079	0.14
0.76	0.097	0.17
0.89	0.114	0.20
1.02	0.132	0.23
1.14	0.149	0.27
1.27	0.167	0.30
1.48	0.185	0.33
1.69	0.185	0.33
1.91	0.185	0.33
2.12	0.185	0.33
2.33	0.185	0.32
2.54	0.185	0.32
2.96	0.185	0.32
3.39	0.185	0.32
3.81	0.185	0.32
4.23	0.185	0.32
5.08	0.185	0.32
5.93	0.185	0.31
6.77	0.185	0.31
7.62	0.185	0.31
8.47	0.185	0.30
10.16	0.185	0.30
11.85	0.185	0.29
13.55	0.185	0.29
15.24	0.185	0.28
0.00	0.000	0.00

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.026	0.02
0.25	0.062	0.06
0.38	0.097	0.09
0.51	0.132	0.12
0.64	0.167	0.15
0.76	0.202	0.18
0.89	0.237	0.21
1.02	0.272	0.24
1.14	0.308	0.27
1.27	0.343	0.30
1.48	0.378	0.34
1.69	0.413	0.37
1.91	0.448	0.40
2.12	0.466	0.41
2.33	0.466	0.41
2.54	0.466	0.41
2.96	0.466	0.41
3.39	0.466	0.41
3.81	0.466	0.40
4.23	0.466	0.40
5.08	0.466	0.40
5.93	0.466	0.39
6.77	0.466	0.39
7.62	0.466	0.39
8.47	0.466	0.38
10.16	0.466	0.38
11.85	0.466	0.37
13.55	0.466	0.36
15.24	0.466	0.36
0.00	0.000	0.00

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.053	0.02
0.25	0.105	0.05
0.38	0.158	0.07
0.51	0.211	0.09
0.64	0.264	0.12
0.76	0.316	0.14
0.89	0.369	0.16
1.02	0.422	0.19
1.14	0.475	0.21
1.27	0.527	0.23
1.48	0.580	0.26
1.69	0.633	0.28
1.91	0.686	0.30
2.12	0.738	0.33
2.33	0.747	0.33
2.54	0.747	0.33
2.96	0.747	0.33
3.39	0.747	0.32
3.81	0.747	0.32
4.23	0.747	0.32
5.08	0.747	0.32
5.93	0.747	0.32
6.77	0.747	0.31
7.62	0.747	0.31
8.47	0.747	0.31
10.16	0.747	0.30
11.85	0.747	0.30
13.55	0.747	0.29
15.24	0.747	0.28
0.00	0.000	0.00

OBSERVACIONES :

- La muestra fue tomada por el solicitante.
- La muestra fue remoldeada.

EQUIPO:

MARCA : PINZUAR
CERT. DE CALIBRACION : CFM-068-2013

PROYECTO : PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SECTORES INESTABLES IIRSA NORTE TRAMO I: TARAPOTO - YURIMAGUAS

SOLICITANTE : NAYLAMP INGENIEROS S.A.C.

TECNICO : L.A.M.S.

LUGAR : TARAPOTO - SAN MARTIN

ING. RESP. : L.J.V.D.

FECHA : 22/09/14

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080-04**

PROGRESIVA (km) : KM 52 + 210 AL KM 52 + 250

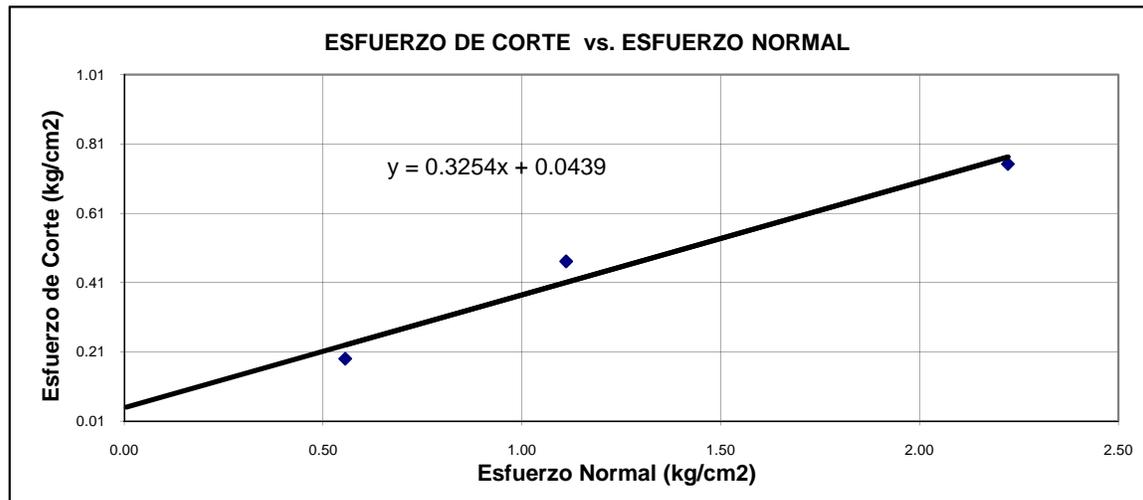
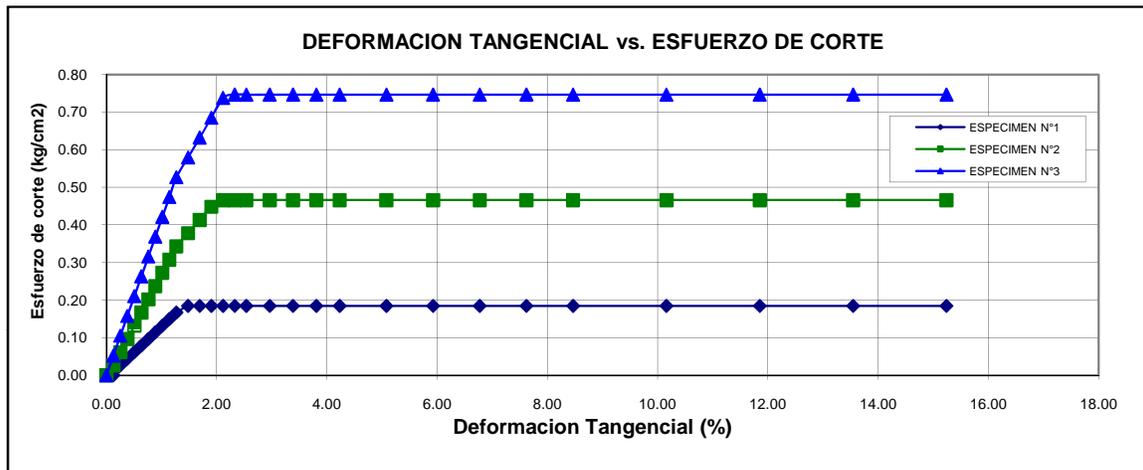
MUESTRA : T1- M1

PROF. (m) : 0.00 - 3.00

CLASIF. SUCS : SM

ESTADO : Muestra Remoldeada

VELOCIDAD DE CORTE : 0.5 mm/min



Resultados:

Cohesión © **0.0439** Kg/cm²

Angulo de fricción (Ø) **18.02°**

REFERENCIA:

- ASTM D 3080-04 Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions