

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



INFORME TECNICO

“ESTABILIZACION DE TALUDES A TRAVES DE PERNOS DE ANCLAJE EN LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MOLLEPATA - PALLASCA”

PRESENTADO POR:

Bach. OJEDA VENTUROSO, KELLY JESSICA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

HUANCAYO –PERU

2019

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Casio Aurelio Torres López
PRESIDENTE

Ing. Jeannelle Sofia Herrera Montes
JURADO

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano
JURADO

Ing. Yina Milagro Ninahuanca Zavala
JURADO

Mg. Miguel Angel Carlos Canales
SECRETARIO DOCENTE

DEDICATORIA

Este informe se lo dedico a Dios quien me dio fuerzas para seguir adelante en cada paso que doy, quien me guio por el buen camino y estuvo conmigo a cada instante.

A mi familia quienes me apoyan incondicionalmente y me alientan a seguir cada día.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruanas Loa Andes, a las personas que han formado parte de mi vida profesional, agradecer su amistad, consejos y apoyo, que de una forma u otra me apoyaron para realizar este trabajo.

INDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	I
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
INDICE DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1-1. DESCRIPCION:	1
1.1-2. FORMULACION DEL PROBLEMA:	1
1.2- OBJETIVOS	2
1.2-1. OBJETIVO GENERAL:	2
1.2-2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
1.3- JUSTIFICACION	2
1.3-1. JUSTIFICACION PRÁCTICA O SOCIAL:	2
1.3-2. JUSTIFICACION METODOLOGICA:	2
1.4- DELIMITACION.....	3
1.4-1. DELIMITACION ESPACIAL:	3
1.4-2. DELIMITACION TEMPORAL:	4
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....	5
2.1- ANTECEDENTES	5
2.1-1. ANTECEDENTES NACIONALES	5
2.1-2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	8
2.2- MARCO CONCEPTUAL	12
2.2-1. FUNDAMENTOS TEORICOS.....	12
2.2-2.8. GEOTECNIA DEL PROYECTO	89
2.3- NORMATIVIDAD.....	106
2.3-1. NORMA E050- SUELOS Y CIMENTACIONES (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009).....	106
2.3-2. DYWI® DRILL SISTEMA BARRA AUTOPERFORANTE (Idoneidad Tecnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)	106
2.3-3. GUÍA PARA EL DISEÑO Y LA EJECUCIÓN DE ANCLAJES AL TERRENO EN OBRAS DE CARRETERA (Direccion General de Carreteras, 2001)	116
2.3-4. SOIL NAIL WALLS (Reference Manual Developed Following, 2015) ..	123

2.3-5. SISTEMA DE BARRAS AUTOPERFORANTES DYWI® DRILL. AUSTRIA. (Catalogo DSI Underground)	127
CAPÍTULO III: METODOLOGIA.....	131
3.1- TIPO DE ESTUDIO	131
3.2- NIVEL.....	131
3.3- DISEÑO	131
3.4- POBLACION Y MUESTRA	131
3.5- TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS Y ANALISIS DE DATOS.....	131
3.5-1. TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS.....	131
3.5-2. ANALISIS DE DATOS.....	132
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL INFORME.....	134
4.1- RESULTADOS.....	134
4.1-1. ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON ANCLAJE PASIVO (PROGRAMA ROCKSCIENCE SLIDE)	134_Toc20205223
4.1-2. PARAMETROS DE DISEÑO Y COMPROBACION DEL TIPO DE ANCLAJE PASIVO PERMANENTE.....	150
4.1-3. RESUMEN DE TALUDES ESTABILIZADOS CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE (PERNOS DE ANCLAJE)	152
4.1-4. SECCION TIPICA DE TALUD DE CORTE PERNOS DE ANCLAJE ...	154
4.2- DISCUSION DE LOS RESULTADOS	156
CONCLUSIONES.....	158
RECOMENDACIONES.....	160
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
ANEXOS.....	162

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas Tramo Mollepata – Pallasca	3
Tabla 2: Progresivas donde aflora la formación chicama.....	32
Tabla 3: Progresivas donde se encuentra Suelos Eluviales	33
Tabla 4: Progresivas donde se encuentra Depósitos Aluviales	34
Tabla 5: Progresivas donde se encuentra Depósitos Residuales	36
Tabla 6: Progresivas donde se encuentra Depósitos Aluviales	37
Tabla 7: Grados de Susceptibilidad a Fenómenos de Geodinámica.....	47
Tabla 8: Grados de Estabilidad Según la Valoración ETS	52
Tabla 9: Rangos de los grados de estabilidad obtenidos de la valoración	53
Tabla 10: Descripción generada del puntaje total	55
Tabla 11: Calificación de Taludes	56
Tabla 12: Relación de Sismos Históricos con Influencia en el Área de Estudio..	81
Tabla 13: Coordenadas Geográficas.	87
Tabla 14: Parámetros de Selección.	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Accesibilidad y Ubicación del Proyecto.....	3
Figura 2: Talud anclado con Pernos de Anclaje.....	6
Figura 3: Talud Estabilizado (Vía parque Rímac).....	7
Figura 4: Talud Estabilizado (Ancón - MANTTO).....	8
Figura 5: Deslizamiento	9
Figura 6: Perfil General.....	10
Figura 7: Sección Transversal.....	11
Figura 8: Vista General del Talud Estabilizado	12
Figura 9: Perfil de algunas fallas del tipo rotacional	14
Figura 10: Perfil de algunas fallas del tipo Traslacional	15
Figura 11: Perfil de Falla con Superficie Compuesta	16
Figura 12: Equilibrio o Desequilibrio de Fuerzas en un talud	19
Figura 13: Esquema de la generación de una falla progresiva en suelos que pierden resistencia al deformarse	20
Figura 14: Fuerzas que producen la falla en un talud	21
Figura 15: Formación de la falla en un talud	21
Figura 16: Efecto estabilizador de un anclaje.....	23
Figura 17: Esquema de un anclaje.....	24
Figura 18: Partes de Anclaje Autoperforante	26
Figura 19: Sección transversal típica de una pared clavo para suelo	28
Figura 20: Columna Estratigráfica del Área de Estudio.....	30
Figura 21: En la figura se aprecia las unidades estratigráficas, que tienen influencia en el área de ubicación de la carretera. De color celeste la Formación Chicama (Js-ch); de naranja rocas intrusivas (N gd/to) y de colores grises los depósitos cuaternarios.	31
Figura 22: Sismo tectónico del Perú	42
Figura 23: Escala Mercalli Modificada. “Zonificación Sísmica del Perú”	43
Figura 24: MAPA de la Zona de Sismicidad del Perú	44
Figura 25: Máximas Intensidades Sísmicas.....	45
Figura 26: Gráfico donde se observa en vista vertical, el “choque” entre dos placas tectónicas, por estar ubicados en una zona de tectonismo comprensivo.	64
Figura 27: Resumen de Resultados de las Corridas del Programa Risk	88
Figura 28: Perforación de barra Autoperforante.....	92
Figura 29: Se utilizó mortero con resistencia de 3000 psi con fluidificante.	93
Figura 30: Los anclajes quedaron fundidos con una pequeña longitud fuera del suelo que tiene que ser adecuada al grosor de la pantalla de concreto lanzado y para ser sujetado con platinas y tuercas.....	94
Figura 31: Antes y Después de la estabilización del Talud	94
Figura 32: Colocación de la malla electrosoldada.....	95
Figura 33: Malla electrosoldada fijada en el talud	96
Figura 34: Lanzado de concreto.....	97
Figura 35: Primera capa de concreto lanzado en el talud.....	98
Figura 36: Preparación de superficie para colocar platina	98
Figura 37: Colocación de platina.....	99
Figura 38: Colocación de platina.....	100
Figura 39: Platinas colocadas	100

Figura 40: Tubo perforado	101
Figura 41: Colocación de Geotextil no tejido.....	102
Figura 42: Perforación para drenajes.....	102
Figura 43: Colocación de drenajes.....	103
Figura 44: Acabado de la pantalla.....	104
Figura 45: Elevación de estabilización con el método planteado	105
Figura 46: Ensamblaje de Barra Autoperforante	108
Figura 47: Geometría y Perfil de la rosca.....	109
Figura 48: Propiedades de Barra Autoperforante R 32-360.....	110
Figura 49: Dimensiones de la Copla	112
Figura 50: Pares de valores Recomendados para la Barra Autoperforante R 32-360.....	113
Figura 51: Especificaciones de placa de acuerdo al tipo de anclaje	114
Figura 52: Protección contra la corrosión de acuerdo a la vida útil del anclaje	115
Figura 53: Perdida de la capacidad de carga debido a la corrosión de Barra Autoperforante R 32-360.....	116
Figura 54: Nomenclatura de Anclajes	117
Figura 55: Croquis de un Anclaje Provisional.....	118
Figura 56: Croquis de la Cabeza de un Anclaje Permanente	119
Figura 57: Procedimiento de Inyección Única Global (Anclajes IU) (Tipos 1,2,5,y7)	119
Figura 58: Coeficiente F1 en Función del Tipo de Anclaje	120
Figura 59: Resistencia media al arrancamiento	120
Figura 60: Coeficiente F3 en Función del Tipo de Anclaje	121
Figura 61: Patrones de suelo en la cara de la pared.....	124
Figura 62: Inclinação de uñas o barras de acero	125
Figura 63: Detalle de drenaje típico	126
Figura 64: Aplicación de hormigón proyectado inicial	127
Figura 65: Información Técnica serie R32	128
Figura 66: Tipos de Brocas según el tipo de suelo	129
Figura 67: Tipos de Brocas según el tipo de rosca	130
Figura 68: Cuadro Resumen de Ensayos de Suelo	133
Figura 79: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición estática sin Proyecto.....	134
Figura 81: Secc. Km. 19+780 y Km. 19+960: Análisis de estabilidad Global de taludes, en condición estática con Proyecto	136
Figura 82: Secc. Km. 19+780 y Km. 19+960: Análisis de estabilidad Global de taludes, en condición Pseudoestática con Proyecto	137
Figura 83: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud, en condición estática con proyecto.	138
Figura 84: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud, en condición pseudoestática con proyecto.....	139
Figura 85: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición estática con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-360, mallas electrosoldadas y shotcrete)	140
Figura 86: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición estática con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras	

autopercutores R32-360 (longitud 12 metros y espaciados 1.50 metros a cada lado), mallas electrosoldadas y shotcrete)	141
Figura 87: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición Pseudoestática con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autopercutores R32-360, mallas electrosoldadas y shotcrete).	142
Figura 88: Secc. Km. 19+780 y Km. 19+760: Análisis Global de estabilidad de taludes, con sostenimiento permanente pasivo, en condición estática con proyecto (anclajes con barras autopercutores R32-360 (longitud 12.00 metros y espaciados 1.50 metros a cada lado), mallas electrosoldadas y shotcrete).143	143
Figura 89: Secc. Km. 19+780 y Km. 19+760: Análisis Global de estabilidad de taludes, con sostenimiento permanente pasivo, en condición Pseudoestática con proyecto (anclajes con barras autopercutores R32-360 (longitud 12.00 metros y espaciados 1.50 metros a cada lado), mallas electrosoldadas y shotcrete).	144
Figura 90: Propiedades de los Materiales	146
Figura 91: Datos de programa SLIDE	148
Figura 92: Datos de programa SLIDE	149
Figura 93: Comprobación de la tensión admisible del acero de anclaje y deslizamiento del tirante dentro del bulbo de anclaje.....	151
Figura 94: Resumen de taludes estabilizados con sostenimiento pasivo	153
Figura 95: Sección típica con soporte pasivo permanente.....	154
Figura 96: Detalle típico del sostenimiento	155
Figura 97: Detalle de la distribución de pernos	155

RESUMEN

El presente estudio dio respuesta al siguiente problema: ¿De qué manera se estabilizan los taludes en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata– Pallasca?; el objetivo general fue: Determinar de qué manera se estabilizan los taludes en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata– Pallasca.

El tipo de estudio fue aplicado, de nivel descriptivo y diseño cuasi experimental. La población estuvo conformado por la longitud total de la carretera Mollepata– Pallasca que es de aproximadamente 29 km, desde el Km. 0+00- hasta el Km.29+417, el tipo de muestreo fue el no probabilístico o dirigido por tanto la muestra seleccionada fue 15 km, desde el Km. 13+790 hasta el Km. 28+845.

Se concluyó que la estabilización de los taludes en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata– Pallasca se logró mediante pernos de anclaje, teniendo como resultado que al 100% se cumple exitosamente con el FS requerido que garantiza la estabilidad del talud y de igual manera cumple con los parámetros de diseño contenido en las normas.

Palabras claves: Estabilización de taludes, Pernos de Anclaje, Rehabilitación.

INTRODUCCION

El presente informe técnico tiene por finalidad Determinar de qué manera se estabilizan los taludes en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata– Pallasca, ubicado al extremo Norte de la sierra de Ancash, entre los departamentos de La Libertad y Ancash, que cuenta con sucesivas curvas de volteo, con espacios muy reducidos, por ello es fundamental realizar un estudio de la situación actual de los taludes de la carretera y del comportamiento del talud con corte además de ello verificar que cumpla con los parámetros de diseño requeridos para el uso de los pernos de anclaje con tecnología Soil Nailing, para lo cual se hará uso de la Guía para el Diseño y la Ejecución de Anclajes al Terreno en Obras de Carretera ,para los parámetros de diseño , la Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo para las especificaciones Técnicas del Tipo de Perno a usar , entre otras normas como la E050 (RNE), manuales y catálogos además de ello se utilizara el programa ROCKSCIENCE SLIDE que analizara la estabilidad de los taludes tomando en cuenta las propiedades del suelo, la distribución de los pernos de anclaje, el ángulo de inclinación de los pernos, etc. Este estudio definitivo se realiza ya que existe la necesidad de contrarrestar los fenómenos de geodinámica externa que afectan los taludes de la carretera, así como las posibles fallas a presentarse al realizar los cortes en los taludes con la finalidad de completar el ancho de la vía.

El presente informe esta estructurado en 4 capítulos de la siguiente manera:

CAPÍTULO I, se presenta el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación y las delimitaciones.

CAPÍTULO II, se describe el marco teórico, donde se puede encontrar los antecedentes y el marco conceptual.

CAPÍTULO III, aquí se desarrollara la metodología de estudio, el tipo de estudio, nivel, diseño, la población, muestra y las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

CAPÍTULO IV, se presentan los resultados y la discusión de los resultados. Finalmente se tienen las conclusiones y recomendaciones. Terminando con las referencias bibliográficas y anexos.

Bach: Kelly Jessica Ojeda Venturoso.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1-1. DESCRIPCION:

Los taludes es uno de los elementos más importantes en una carretera, pero estos pueden presentar inestabilidad debido a fenómenos de geodinámica externo o interna, la seguridad vial de muchas carreteras a nivel mundial se ven afectadas por la inestabilidad de sus taludes por lo cual brindar estabilidad a los taludes es de vital importancia.

Los taludes de la carretera Mollepata – Pallasca atraviesa por fenómenos de geodinámica externa (derrumbe, deslizamientos), debido a la pérdida de resistencia del material propio y a las pendientes ocasionadas por los cortes transversales que al completar el ancho de vía, se obliga a realizar cortes que afectan el terrenos de fundación y/o plataforma de vía de tramo superior.

La geomorfología abrupta de la zona, diseño vial, atraviesa en sucesivas curvas de volteo, con espacios muy reducidos, lo que nos obliga a buscar una solución que se acomode al poco espacio que se tiene, pero que sea eficiente. Es fundamental la estabilización de taludes de la carretera Mollepata - Pallasca para evitar futuros desprendimientos mayores y para una buena seguridad vial.

1.1-2. FORMULACION DEL PROBLEMA:

1.1-2.1. PROBLEMA GENERAL:

¿De qué manera se estabilizan los taludes en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata– Pallasca?

1.1-2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

- a. ¿Qué ensayos de suelo son necesarios para la estabilización de taludes con Pernos de Anclaje?
- b. ¿Cuál es la longitud del perno de anclaje a utilizarse para la estabilización de taludes?
- c. ¿Cuál es el factor de seguridad obtenido con el programa SLIDE para el diseño de la estabilización de taludes?

1.2- OBJETIVOS

1.2-1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar de qué manera se estabilizan los taludes en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata– Pallasca.

1.2-2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a. Identificar qué ensayos de suelo son necesarios para la estabilización de taludes con Pernos de Anclaje.
- b. Calcular la longitud del perno de anclaje a utilizarse para la estabilización de taludes.
- c. Determinar el factor de seguridad obtenido con el programa SLIDE para el diseño de la estabilización de taludes.

1.3- JUSTIFICACION

1.3-1. JUSTIFICACION PRÁCTICA O SOCIAL:

El desarrollo del presente informe mejora el flujo vial de los distrito de Mollepata (2 500 habitantes) que es uno de los distritos de la Provincia de Santiago de Chuco, ubicada en el Departamento de La Libertad y la provincia de Pallasca (30.570 habitantes) situada en el extremo norte de Ancash, ya que la carretera en estudio une estas dos localidades .

Este informe se justificara por las siguientes razones;

- Nos permite adoptar las medidas preventivas y de mitigación reduciendo los desastres.
- Nos permite evaluar la condición actual de los taludes de la carretera, considerando la solución más factible para este tipo de situación , reduciendo los riesgos de futuros desprendimientos
- Viabiliza la obtención de un documento fundamental y de garantía para efectos de realizar una buena inversión en el desarrollo del Proyecto.

1.3-2. JUSTIFICACION METODOLOGICA:

La metodología utilizada en este estudio debe constituir un modelo de tratamiento en la estabilización de taludes, dado que tiene ventajas técnicas y económicas; por lo que sugerimos que en base a este tratamiento puedan realizarse otros proyectos similares y en escenarios análogos, por la facilidad de su estudio e implementación para solucionar problemas de este tipo.

1.4- DELIMITACION

1.4-1. DELIMITACION ESPACIAL:

Este estudio se realizó en la carretera Mollepata – Pallasca, ubicada al extremo Norte de la sierra de Ancash, entre los departamentos de La Libertad y Ancash. Hacia el Sur se encuentra próximo a los distritos de Huacaschuque y Huandoval, por el Este, con Lacabamba y Pampas; y por el Oeste con la provincia de Santiago de Chuco, en la Libertad.

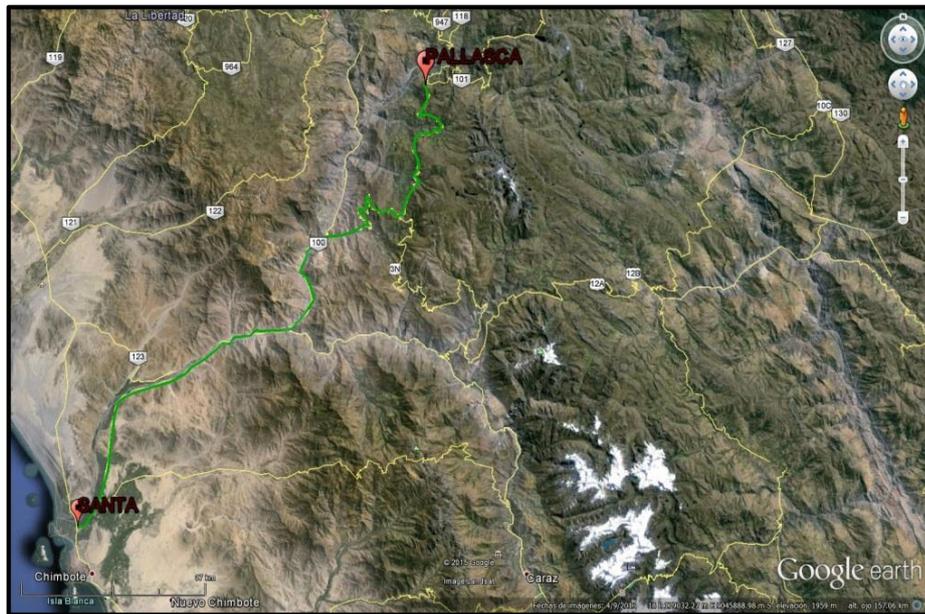


Figura 1: Accesibilidad y Ubicación del Proyecto

Están delimitados por las siguientes coordenadas UTM:

COORDENADAS		
TRAMO	E	N
Pallasca (Inicio)	0169830.00 m.	9086368.00 m.
Mollepata (Final)	0174767.00 m.	9093233.00 m.

Tabla 1: Coordenadas Tramo Mollepata – Pallasca

1.4-2. DELIMITACION TEMPORAL:

El presente estudio se desarrolló durante el periodo comprendido entre febrero del 2015 noviembre del 2016.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1- ANTECEDENTES

2.1-1. ANTECEDENTES NACIONALES

(Cesel Ingenieros, 2016) Elaboro el catalogo que contiene el proyecto: **TUNELES DE SANTA ROSA Y SAN MARTIN QUE UNEN LOS DISTRITOS DEL RIMAC Y SAN JUAN DE LURIGANCHO**, el catalogo contiene parte del siguiente resumen:

El proyecto Túneles de Santa Rosa y San Martin contempló en su primera etapa, la construcción de un terraplén de acceso que va por el lado del Rímac desde el cruce de las avenidas Prolongación Tacna con Alcázar. "Alrededor de doscientos metros (de los 700 que tiene este acceso), están ubicados la zona donde se hicieron los cortes de las laderas a fin de completar la sección de la vía. Conforme uno se va acercando a los túneles los taludes son cada vez más grandes y debido a que hubo en el proceso constructivo de la primera etapa del proyecto y también posteriormente en abril del 2013- algunos desprendimientos de roca, se procedió a estabilizar los taludes de esta zona con la colocación de pernos de anclaje, mallas galvanizadas y cables de acero.

Complementariamente, para la caída de piedras, se ha colocado en la parte superior una barrera dinámica de protección, compuesta de malla, postes y cables de acero". De esta manera se ha tejido en las laderas unas mallas de acero de seguridad. "A través de los pernos de 32 mm de diámetro y longitudes variables (de 4 a 12 m) se logra anclar y comprimir las rocas, con las mallas se evita el desprendimiento de fragmentos de roca. y con los cables se integra y se da mayor resistencia a todo el conjunto de la estructura.

Los trabajos de estabilización también se hicieron en las laderas correspondientes a San Juan de Lurigancho, sin la colocación de cables pero con la aplicación de shotcrete. (...)

Se ha construido un muro tipo soil nailing de 56 m de longitud, que es un muro anclado compuesto por pernos autoperforantes de 12 m de longitud, mallas de

acero electrosoldadas (15 cm x15 cm, 9.2 mm de diámetro) y concreto lanzado fe:350 kg/cm² sin fibras de acero. (Cesel Ingenieros, 2016).



Figura 2: Talud anclado con Pernos de Anclaje

Fuente: (Cesel Ingenieros, 2016)

(DSI Peru, 2010) Elaboro el catalogo que contiene el proyecto: **VÍA PARQUE RÍMAC**, el catalogo contiene parte del siguiente resumen:

El proyecto Vía Parque Rímac es un proyecto que se encuentra realizándose en Lima, Perú. Se trata de una carretera de 16 km de longitud de las cuales se está renovando completamente una sección de 7 km. Además, se construyen 9 km de nuevas vías, los trabajos incluyen la construcción de 11 nuevos viaductos. La empresa DSI Perú suministró pernos autoperforantes DYWI® Drill, con longitudes que van de entre 9 y 15 m.

Se produjeron pernos de longitudes de 2,3 y 4 m los que fueron instalados en diferentes longitudes usando manguitos. (...)

Se utilizó un equipo de rotopercusion para la instalación de los pernos, se inyectó una lechada de cemento la cual cumplía la función de fluido de perforación. En la segunda etapa, se realizó la perforación del túnel con un

aproximado de 15m de profundidad. Se utilizaron los anclajes DYWI® Drill para estabilizar las paredes de excavación y las paredes del túnel. DSI Perú realizó los ensayos en los pernos de suelo.. (DSI Peru, 2010)



Figura 3: Talud Estabilizado (Vía parque Rímac)

Fuente: (DSI Perú, 2010)

(Mantto SAC.) Elaboro el catalogo que contiene el proyecto: **ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN ANCÓN – MANTTO**, el catalogo contiene parte del siguiente resumen:

Ubicación: Av. Malecón las colinas

Área: 1,000 m²

Obra: EDIFICIO OLAS DE ANCON

En este proyecto se realizaron obras de estabilización de 1,000 m², lanzado de shotcrete de 5' de espesor. Instalación de malla electrosoldada de 150 x 150 x 6 mm, instalación de anclajes de autoperforantes de R32 x 6, 9, 12 mts de longitud (Mantto SAC.)



Figura 4: Talud Estabilizado (Ancón - MANTTO)

Fuente: (Mantto SAC)

2.1-2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

(Sistemas TECCO, 2011) Elaboro el catalogo que contiene el proyecto: **PROYECTO MÜLHEIM, ALEMANIA**, el catalogo contiene parte del siguiente resumen:

En Mülheim, Alemania, sobre la carretera Mendenerstrasse en la margen derecha del río Ruhr al pie del Kahlenberg, un talud de suelo y roca de aproximadamente 445 m de longitud y una altura máxima de 12 m se aseguró contra caídos de roca así como contra inestabilidades superficiales, y posteriormente se regeneró la vegetación. Este trabajo fue llevado a cabo en la primavera del año 2000. Para estabilizar la superficie se usó la malla de alambre de alta resistencia a la tracción desarrollada por Geobrugg AG Protection Systems, de Romanshorn, Suiza, en combinación con pernos de anclaje. (...)

Cuando se construyó la carretera al pie del talud por arriba de una de las márgenes del río Ruhr, el terreno natural del talud se tuvo que cortar con una fuerte pendiente. (...)

La roca (arenisca, limolita y argilita) se descubrió a lo largo de aproximadamente 445 m. El talud recortado tiene una altura de entre 8 y 12 m

y un ángulo de inclinación que varía entre 55° y 75°. Por encima del borde del corte el terreno es más plano y la roca está cubierta por guijarros y piedras o por material de avalanchas, respectivamente. (...)

En enero y febrero de 1999, se desprendieron zonas del talud rocoso repetidamente y se presentaron deslizamientos cercanos a la superficie en este corte en talud y se tuvo que cerrar al tráfico la carretera Mendenerstrasse por razones de seguridad. Numerosos declives y árboles maduros inclinados, así como grietas en el terreno en los senderos del bosque con aberturas de varios centímetros por arriba del corte en talud evidenciaban un movimiento longitudinal progresivo de la capa superficial superficial. Se podían excluir los deslizamientos profundos en razón de la situación geológica. (...)

El talud de suelo y roca se desmontó, se limpió y se protegió con una cubierta de malla en combinación con pernos de anclaje. La sección transversal general muestra la medida de protección que se instaló. Las zonas excesivamente escarpadas cubiertas por guijarros o piedras o por material de avalanchas, respectivamente, se eliminaron y se nivelaron. (...) (Sistemas TECCO, 2011).

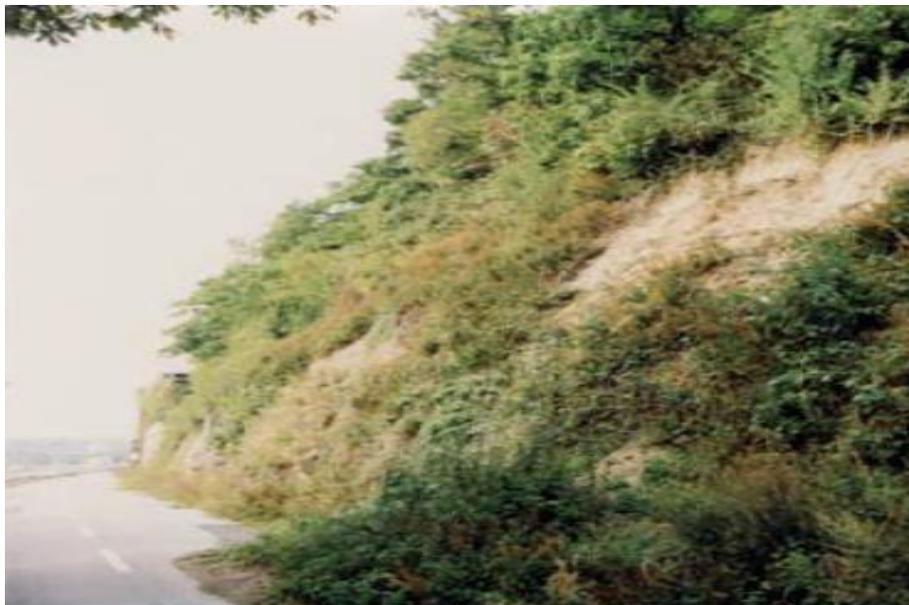


Figura 5: Deslizamiento

Fuente: (Sistemas TECCO, 2011)

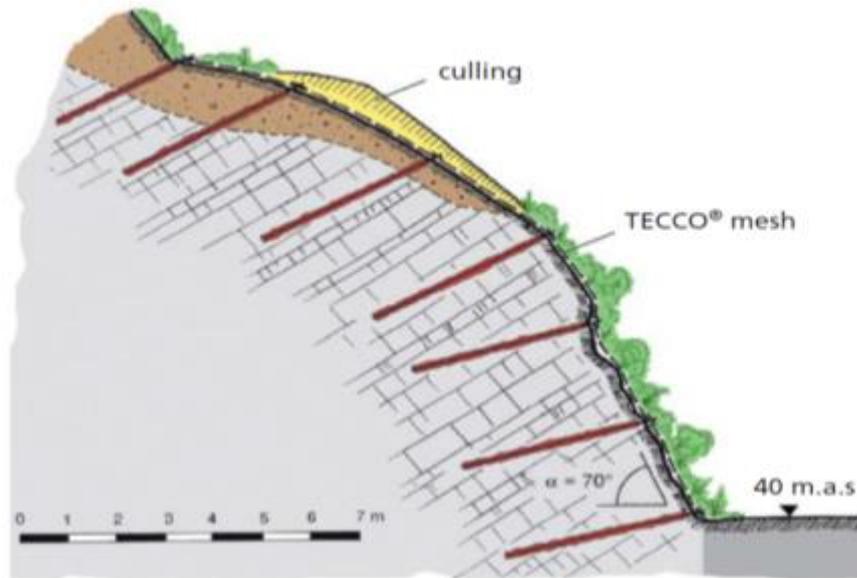


Figura 6: Perfil General

Fuente: (Sistemas TECCO, 2011)

(Sistemas TECCO, 2011) Elaboro el catalogo que contiene el proyecto: **PROYECTO ODERNHEIM, ALEMANIA**, el catalogo contiene parte del siguiente resumen:

En enero de 2001 se presentó un deslizamiento de tierra a lo largo de la carretera regional L 235 entre las poblaciones de Odernheim y Duchroth en Alemania. Le siguió la caída de bloques en marzo de ese mismo año por lo que dicho camino tuvo que cerrarse a la circulación. Se tuvieron que tomar medidas urgentes adecuadas para proteger permanentemente el talud en particular. Las medidas de protección que se habían aplicado en la zona del talud con anterioridad habían fallado debido principalmente a que los anclajes instalados eran demasiado cortos y en consecuencia se soltaron del terreno junto con los bloques. (...)

El terreno rocoso está constituido por rocas parcialmente cortadas del tipo ‚Unterrotliegenden‘, colocadas en capas alternadas de diversos espesores de arenisca, limolita y argilita. El talud rocoso con una altura máxima de 45 m y una longitud aproximada de 100 m está cubierto parcialmente por material de avalanchas (depósitos coluviales) y por guijarros y piedras. Se seleccionó un sistema de alta resistencia a la tracción para estabilizar el talud y protegerlo

contra inestabilidades que empiezan en un resalto muy escarpado de roca y contra deslizamientos cercanos a la superficie en la zona cubierta por guijarros y piedras y por el material de avalanchas, respectivamente. El dimensionamiento del sistema TECCO® contra inestabilidades superficiales está basado en el concepto RUVOLUM®. Con un espesor hipotético de la capa de 1,0 m, se obtienen las distancias máximas de anclajes admisibles dispuestas en la tabla 6 para anclajes del tipo GEMID = 28mm teniendo en cuenta una oxidación del anclaje de 4 mm de diámetro. Puesto que pudieron excluirse superficies de deslizamiento profundas, eran suficientes anclajes con una longitud de 4,0 m con una integración en la roca compacta de 3 metros mínimo. Estos anclajes son aproximadamente el doble de largos que los utilizados previamente que demostraron ser demasiado cortos. (...) (Sistemas TECCO, 2011)

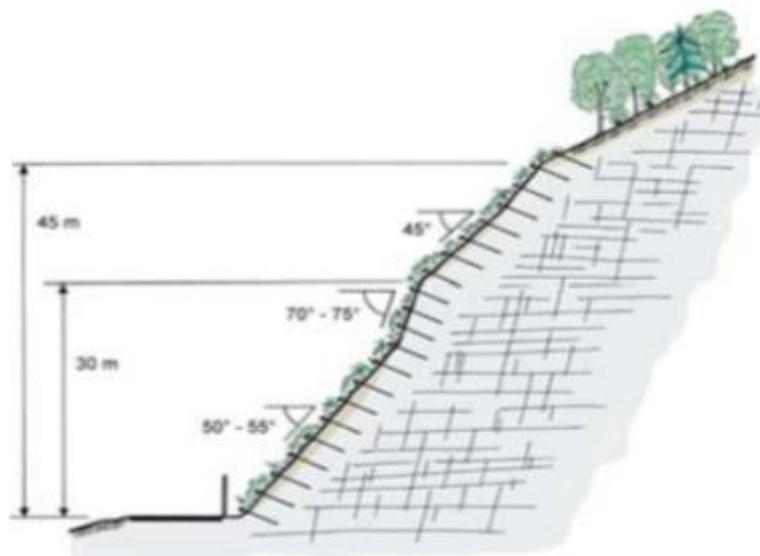


Figura 7: Sección Transversal

Fuente: (Sistemas TECCO, 2011)



Figura 8: Vista General del Talud Estabilizado

Fuente: (Sistemas TECCO, 2011)

2.2- MARCO CONCEPTUAL

2.2-1. FUNDAMENTOS TEORICOS

2.2-1.1. TALUD

Se consideran a los taludes estructuras complejas de analizar puesto que en su estudio intervienen los problemas de mecánica de suelos así como los de mecánica de rocas considerando de igual manera el papel fundamental de la geología aplicada la cual se desempeña en la formulación de criterios aceptables. (Matteis, 2003)

Cuando en un talud la mano del hombre no interviene ósea se produce de manera natural se le denominara simplemente ladera o ladera natural sin embargo cuando interviene la mano del hombre en la formación del talud se le denominara taludes artificiales o cortes, de acuerdo a como haya sido formación, al realizarse una excavación de una formación terrea natural, (desmontes), en este caso podríamos decir que los taludes artificiales vendrían a ser los lados inclinados del terraplén. (Matteis, 2003)

2.2-1.2. FALLA DE UN TALUD

Se considera que la falla en un talud se produce cuando los esfuerzos que actúan sobre estos sobrepasan la resistencia del material que lo constituye,

esto se puede dar por la gravedad, presión de poros, movimiento de placas tectónicas, entre otros. Existe varios fenómenos a los que se les involucra con el concepto de falla, como por ejemplo: una falla rotacional que comprometa al grupo entero del talud afectando incluso su terreno de cimentación, esta falla compromete la función estructural de talud, al igual que una falla traslacional (corrimiento traslacional) que mueva una cantidad considerable de la estructura o un deslizamiento superficial y lento de una ladera. (Ucan, 2005)

Es importante distinguir las causas por las que un talud no llegue a cumplir la función para la que fue asignada o que llegue a un eventual colapso, por lo cual se verá a cada causa como un problema distinto. Los factores que van a determinar la estabilidad de los taludes se pueden agrupar en los siguientes:

a) Factores geomorfológicos:

- Geometría del talud y la topografía de los alrededores.
- Estratificación y distribución de las discontinuidades.

b) Factores internos:

- Propiedades mecánicas de los suelos que constituyen el talud.
- Estado de los esfuerzos actuantes

c) Factores climáticos y, concretamente, el agua superficial y subterránea.

(Ucan, 2005)

2.2-1.3. TIPOS DE FALLAS EN TALUDES ARTIFICIALES Y SUS CAUSAS

Se sabe que los taludes artificiales es en donde interviene la mano del hombre en su formación, en estos tipos de taludes las fallas más comunes que se puedan encontrar son las siguientes:

a) Falla Rotacional.

Las fallas rotacionales consisten en movimientos instantáneos que se van a dar en los taludes y estos pueden afectar las masas profunda de estos con deslizamientos que se darán sobre una superficie de falla curva que se va a desarrollar al interior del talud involucrando o no el terreno de cimentación. Se formara la superficie de falla cuando en donde este se va a desarrollar los esfuerzos cortantes superan la resistencia del material. La resistencia que sobrepasa el esfuerzo cortante es la resistencia máxima produciéndose así la falla rotacional. (Ucan, 2005)

Dentro del talud se encuentra actuando los esfuerzos cortantes estos van a vencer la resistencia al esfuerzo cortante del suelo de manera más o menos rápida produciéndose así la ruptura del mismo y formándose una superficie de deslizamiento, en donde se produce la falla. Estos tipos de movimientos son usuales en los cortes y terraplenes en una vía terrestre. Es muy probable que se puedan producir fenómenos de creep (estos son deslizamientos superficiales que están asociados a la falta de resistencia por a baja presión del confinamiento), en la fase inicial de este tipo de fallas se dan movimientos y agrietamientos que es una señal de que la relación esfuerzo-resistencia se encuentra evolucionando desfavorablemente al interior del talud, por lo que se puede decir que es típica la formación de grietas en la corona del talud. (Ucan, 2005)

Las fallas rotacional se pueden producir a lo largo de superficies de falla cilíndricas o concoidales cuya forma es de arco de circunferencia (con una aproximación razonable, lo que, resulta conveniente a la hora de establecer un modelo matemático de falla) o pueden tener formas relativamente diferentes, en las que van a influir la naturaleza de los materiales, la secuencia geológica local y el perfil estratigráfico. (Ucan, 2005)

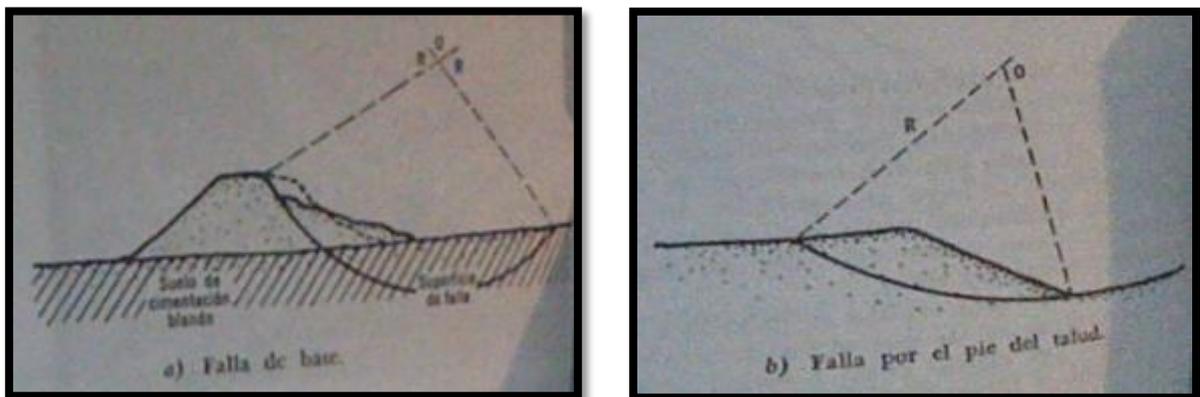


Figura 9: Perfil de algunas fallas del tipo rotacional

Fuente: (Rico, Del Castillo)

b) Falla Traslacional

Las fallas traslacionales son movimientos traslacionales considerables del cuerpo del talud estos se dan sobre una superficie de falla plana, estas fallas van a estar relacionados a la presencia de estratos con poca resistencia ubicados a una corta profundidad bajo el talud. La superficie del talud se va desarrollar de paralelamente al estrato más débil, rematando en sus extremos con dos cantiles formados por agrietamientos. (Ucan, 2005)

Las arcillas blandas, arenas finas o limos no plásticos son estratos débiles que fomentan estas fallas. Generalmente lo que ocasiona la debilidad en los estratos es la elevada presión de poros en el agua que contienen las arcillas o la elevada presión del agua en los estratos de arena (acuíferos). Por lo cual podemos decir que este tipo de falla estará también ligada al calendario de lluvias de una región. (Ucan, 2005)

Las fallas que presenta el material de un bloque, generalmente están relacionadas a la fracturas de los materiales que lo conforma y las discontinuidades ya sea de una ladera natural o corte, siempre ligada al efecto del estrato débil subyacente. Las fallas ubicadas en la franja superficial son generalmente de laderas naturales constituidas por materiales arcillosos. Estas fallas son provocadas por el efecto de la sobrecarga dada quizá por un terraplén construido sobre las laderas, el movimiento en estas fallas se da sin distorsión. (Ucan, 2005)

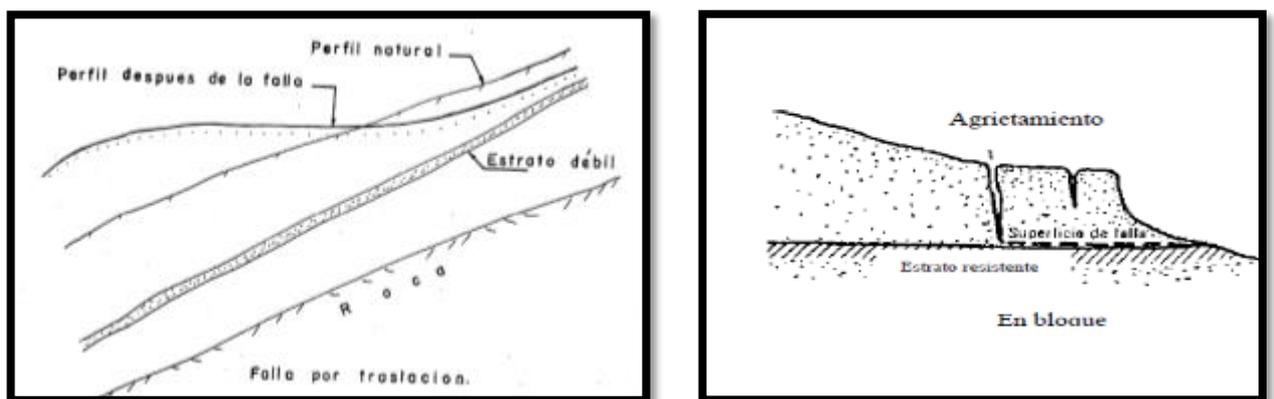


Figura 10: Perfil de algunas fallas del tipo Traslacional

Fuente: (Ucan, 2005)

c) Falla con Superficie Compuesta.

Las fallas con superficie compuesta involucran movimientos de rotación como de traslación, obteniendo así superficies de falla compuestas en las que habrá tramos planos y también curvos. Las superficies van a estar determinadas por la presencia de heterogeneidad al interior del talud. Se puede decir que el predominio de las zonas circulares o planas serán la que determinen si una falla es rotacional o traslacional, asumiendo la categoría de falla de compuesta en los casos que ambas curvas se repartan por igual. Por lo cual se puede decir que en cuanto menos sea la profundidad en que la heterogeneidad aparezca (fallas, juntas, estratos débiles, etc.) mayor va a ser el componente traslacional en la falla. (Ucan, 2005)

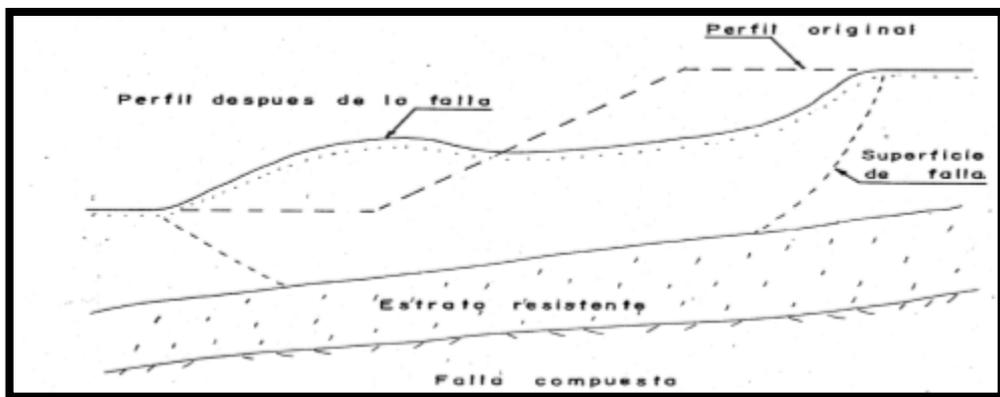


Figura 11: Perfil de Falla con Superficie Compuesta

Fuente: (Ucan, 2005)

d) Fallas Progresivas

Las fallas progresivas son fallas que se dan en varias superficies de deslizamiento ya sea de manera simultánea o de rápida sucesión. Es importante poder diferenciar las fallas sucesivas y regresivas, se dan generalmente en laderas naturales cuando se produce un corte. (Ucan, 2005)

- Fallas regresivas; se forman a partir de una primera falla (situada ladera abajo) debido a la inestabilidad en las que las zonas de cabeza van quedando por cada falla que se forma sucesivamente. Todas las fallas van a concurrir a una superficie fundamental ya sea de tipo rotacional o traslacional.
- Fallas sucesivas; Consisten en un conjunto de deslizamientos rotacionales superficiales. Es una característica de las últimas etapas de la degradación

de laderas constituidas por arcillas sobreconsolidada o fisurada, generalmente las fallas suelen formar un escalonamiento sumamente regular. (Ucan, 2005)

e) Derrumbes y Caídos.

Son fallas típicas en laderas naturales al igual que en cortes que se practican en aquellas. Generalmente consiste en desprendimientos de pequeños volúmenes, lo que frecuentemente se da de manera natural es el desprendimiento de grandes masas fragmentadas clasificándose estas como derrumbes. En este tipo de fallas no existe una superficie de deslizamiento, el desprendimiento estará en función de las discontinuidades y fisuras ya existentes. Estas fisuras suelen abrirse al llevarse a cabo un corte puesto que su frente queda sin el anterior confinamiento lateral, lo que conlleva a que los fragmentos se aflojen, que se den presiones hidrostáticas debido al agua acumulada y otros efectos no deseados..

Los derrumbes y caídos están mayormente relacionados a cortes escarpados o cantiles y con bastante frecuencia en las arcillas fuertemente sobreconsolidadas, excluyendo las rocas. (Ucan, 2005)

f) Otros Tipos de Fallas, no asociadas a la resistencia al esfuerzo cortante en los suelos.

Estas fallas no estarán asociadas a la resistencia al esfuerzo cortante, pero esto no significa que dicha propiedad no influya en menor o mayor grado en la formación y desarrollo de fallas. Se tiene por ejemplo la falla por erosión, este tipo de falla es el resultado del ataque superficial de agentes erosivos tales como el viento, el agua. Dicha falla se manifiesta en sicavones, irregularidades y canalizaciones en el talud que originalmente fue regular es importante contrarrestar la afectación de esta falla, ya que podría causar la eventual destrucción del talud o incluso atacar un corte con consecuencias muy graves. (Ucan, 2005)

Entre otras fallas dentro de esta clasificación se tiene la falla por turificación, este tipo de fallas no se consideran frecuentes. La situación más común que expone a un terraplén a la tubificación es el embalse de agua durante un lapso largo de tiempo, el suficiente para que se establezca un flujo en su través. Es poco común que un terraplén de una vía terrestre quede expuesto durante

mucho tiempo a la acción del agua en sus 2 taludes, en donde se tiene tirantes diferentes y un considerable desnivel, de modo que pueda establecerse un flujo con gradiente hidráulico lo suficientemente alto que genere problemas de tubificación. (Ucan, 2005)

g) Fallas por Licuación

En las fallas por licuación se da una pérdida rápida de la resistencia al esfuerzo cortante esto puede ser de manera definitiva o temporal. Cuando un material entra en licuación cualquier estructura que fue construida sobre este tipo de material puede colapsar debido a la pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, esto se puede dar por un aumento en los esfuerzos cortantes actuantes también puede ser por el desarrollo rápido de elevadas presiones en el agua intersticial o por el desarrollo de la presión de los poros estos pueden darse como resultado de una explosión o sismo. (Ucan, 2005)

La licuación de manera casi inmediata ocurre generalmente en las arenas finas sueltas y en las arcillas saturadas muy sensibles. Las fallas por licuación en las arcillas son asociadas a las arcillas marinas. En la falla, la arcilla se remolca hasta llegar a la condición de un líquido, estado que va a conservar permanentemente, debido a la falta de iones en el agua que no permite la restauración. (Ucan, 2005)

h) Fallas por Erosión

Este tipo de fallas son de tipo superficial que se dan en los taludes ya sea por el arrastre de viento, agua entre otros. Este tipo de fallas se hacen mas evidentes en tanto más escarpadas sean las laderas. Esta falla se manifiesta a través de irregularidades en el talud que inicialmente fue uniforme. Teóricamente las fallas por erosión son difíciles de cuantificar al detalle, gracias a la normas estos efectos se pueden atenuar gradualmente si se aplica con cuidado. (Ucan, 2005)

2.2-1.4. SUPERFICIES DE FALLA O INESTABILIDADES SUPERFICIALES

➤ Equilibrio o Deterioro de Fuerzas

La inestabilidad en un talud se puede dar de varias maneras, si se adhieren cargas adicionales en la parte superior del talud o si se remueve el pie del talud esto puede generar la inestabilidad del talud al igual que si se aumenta la pendiente del talud. Cuando un talud es estable existe un equilibrio entre las

fuerzas actuantes y las fuerzas resistentes, en la que la fuerza de gravedad viene a ser importante. (Suarez, 2013)

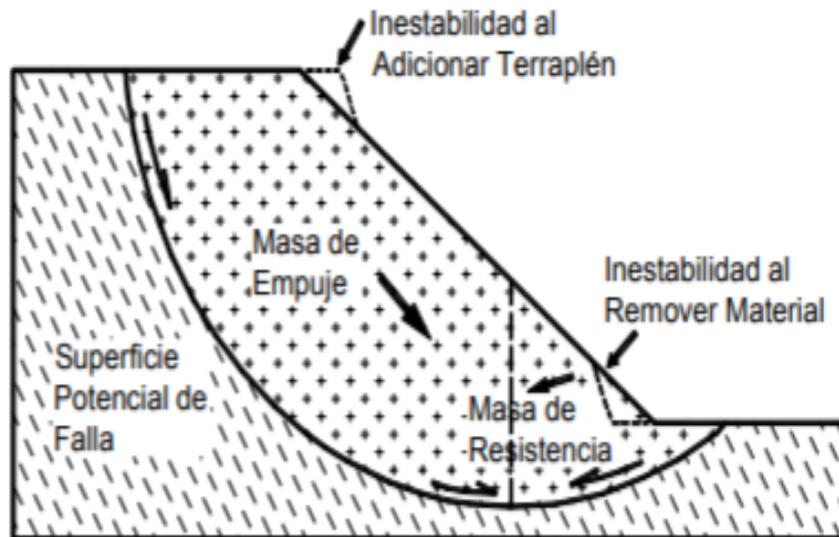


Figura 12: Equilibrio o Desequilibrio de Fuerzas en un talud

Fuente: (Suarez, 2013)

Las partículas en la superficie de falla (durante el proceso de desplazamiento) tienen un movimiento parecido a las de un fluido, se mueven de manera independiente creándose así bandas de flujo al interior de la superficie de falla. El espesor en la superficie de falla se asemeja al espesor de un "sándwich". (Suarez, 2013)

La estructura de la superficie de falla es generalmente más suelta con una mayor abundancia de agregados finos y con porosidades relativas más altas. La superficie de falla puede llegar a dilatarse lo cual provocaría que la microestructura se destruya esto se va a deber a la heterogeneidad y debilidad de las partículas. La deformación por dilatación se da debido al incremento de los esfuerzos durante el proceso de falla progresiva. Los suelos dilatados facilitan las deformaciones por cortante. En caso de que aumentara la presión de poros y ocurrieran aumentos repentinos de esfuerzos en la superficie de falla, se aumentara la velocidad del movimiento. Luego de iniciado el movimiento es posible que se produzca una licuación local en la superficie de falla, en caso de los sismos. (Suarez, 2013)

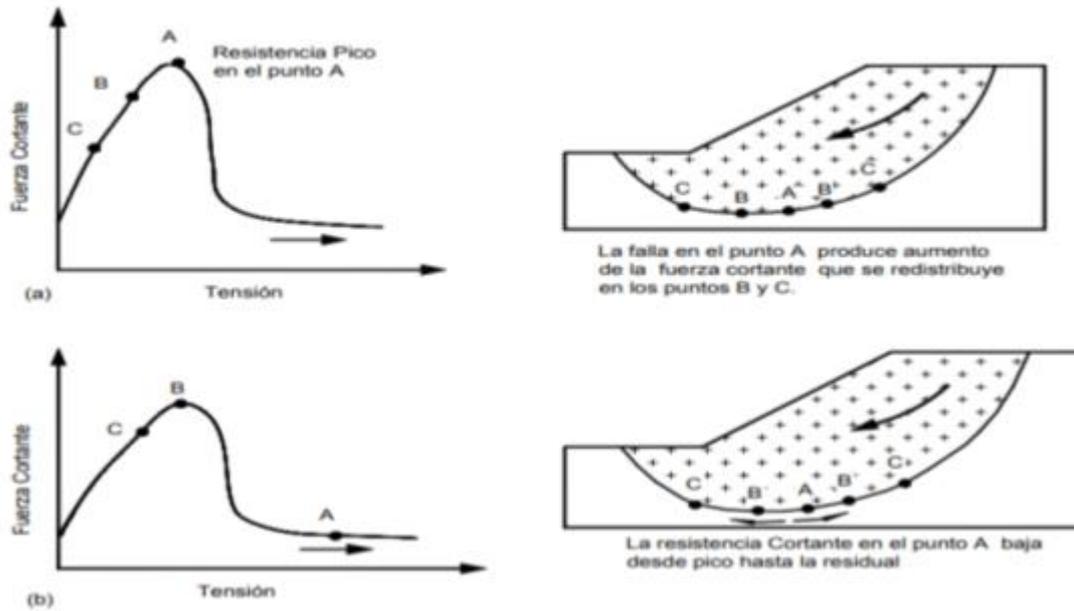


Figura 13: Esquema de la generación de una falla progresiva en suelos que pierden resistencia al deformarse

Fuente: (Pathak y otros, 2008)

➤ **Cómo se produce la falla en un talud**

Cuando se produce el movimiento de una masa susceptible al deslizamiento es un indicio que la resistencia al corte del suelo es igual a la resistencia al corte de la masa que se moviliza. (Ver Figura 13, Figura 14). (Villalaz, 2005)

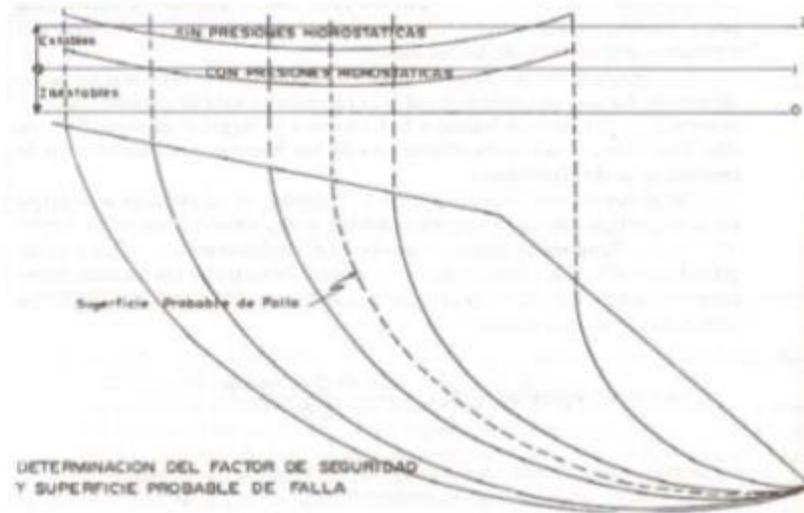


Figura 14: Fuerzas que producen la falla en un talud
Fuente: (Villalaz, 2005)

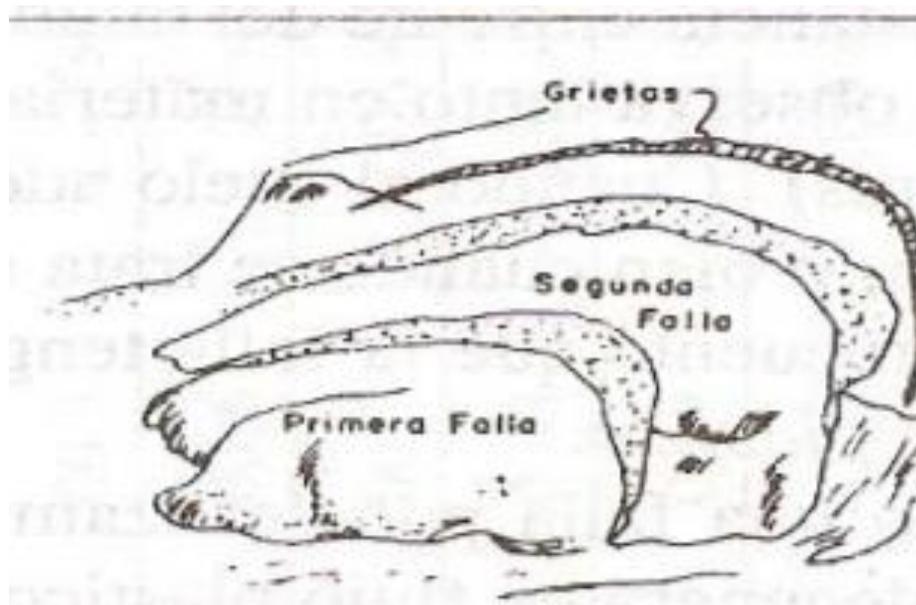


Figura 15: Formación de la falla en un talud
Fuente: (Villalaz, 2005)

Los esfuerzos máximos de corte se dan en el pie del talud y estos se propagan hacia arriba, por lo cual se puede decir que la rotura se alcanzara por fallas

progresivas. Si se logra identificar cual es el tipo de falla que afecta un talud, su remediación y análisis resultan ser aceptables. (Villalaz, 2005)

2.2-1.5. ESTABILIDAD DE TALUDES

La solución geotécnica que se le da a un talud o terraplén de corte, natural, de excavación, etc se le denominara estabilidad de un talud, siendo este capaz de brindar el equilibrio necesario y sostenible, atendiendo además los criterios sísmicos y gravitatorios medidos a través de un factor de seguridad sin permitir que este afecte su entorno negativamente. (RNE, 2012)

Es fundamental analizar los criterios de estabilidad de taludes tal como evaluar la inclinación ideal en un terraplén o corte, por lo general la inclinación más apropiada es la más escarpada, la cual permita que el talud se sostenga el tiempo requerido sin colapsar y este es la razón del estudio y el centro del problema. (Matteis, 2003)

Los problemas que presentan los taludes construidos o cortes son diferentes a los que presentan las laderas naturales. Una de las diferencias importantes está en la naturaleza de los materiales, entre otras de las diferencias está en el conjunto de circunstancias que dependen de cómo se formó el talud, su historia y la influencia que el hombre ejerce actualmente o haya ejercido en el pasado. Además es importante conocer la influencia de las condiciones climáticas, ambientales, la historia de los esfuerzos a los que fueron sometidos ya que estos son aspectos tan importantes como conocer la configuración de los suelos y rocas, así como también es importante conocer los flujos de aguas subterráneas en los suelos de los taludes o laderas, puesto que estos influyen en sus condiciones de estabilidad. (Matteis, 2003)

2.2-1.6. ANCLAJES

Los anclajes se encontraran alojados en taladros perforados o pueden ser autoperforantes en el talud, estos son armaduras metálicas que sirven para estabilizar taludes en terrenos sueltos y en rocas.

Los anclajes trabajan a tracción y brindan estabilidad a los taludes de dos maneras (Fig. 15). (Ministerio de Educacion y Ciencia, 2006)

- Genera una fuerza contraria al movimiento de la masa en deslizamiento.

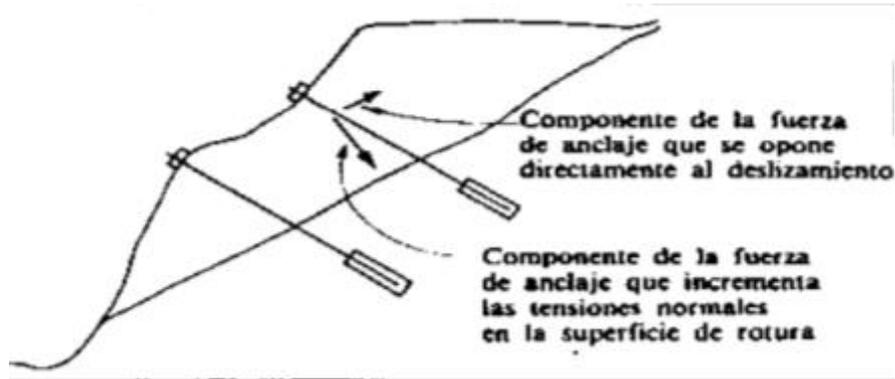


Figura 16: Efecto estabilizador de un anclaje

Fuente: (CANMET, 1977)

- Generan un aumento en las tensiones normales en la potencial superficie de rotura, lo que genera un incremento en la resistencia al deslizamiento en esta superficie. $(\tau = c' + \sigma' \operatorname{tg} \varphi')$.

Los anclajes cuentan con tres partes fundamentales (Figura.Nº15).

- **Zona de anclaje:** Es la parte que se encuentra a profundidad en el terreno, esta parte está encargada de transferir los esfuerzos al mismo.
- **Zona libre:** En esta parte la armadura podrá deformarse con total libertad al ponerse en tensión debido a que en esta zona la armadura se encuentra independizada del terreno que lo rodea.
- **Cabeza:** Es una zona de unión entre la placa de apoyo y la armadura. (Ministerio de Educacion y Ciencia, 2006)

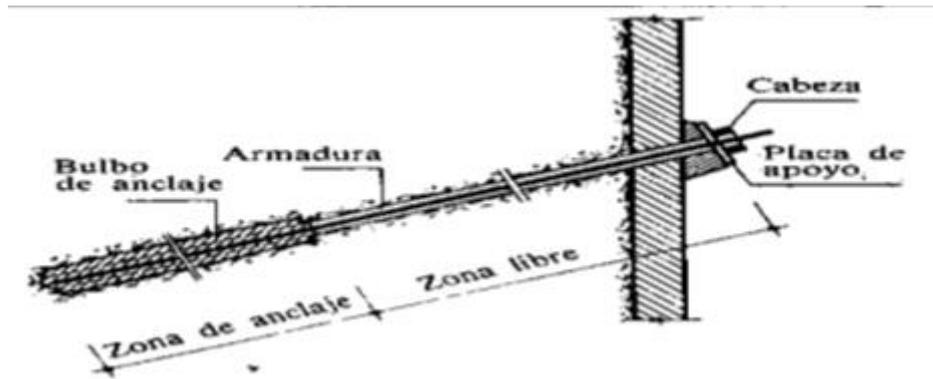


Figura 17: Esquema de un anclaje

Fuente: (JIMENEZ SALAS y otros, 1980)

Existen varios conceptos para la clasificación de los anclajes. En función del tiempo de servicio se pueden distinguir los siguientes tipos:

- **Anclajes provisionales:** Son temporales y brindan la estabilidad necesaria por un periodo de tiempo hasta disponer de otro elemento estabilizador que lo reemplace.
- **Anclajes permanentes:** Son definitivos y están diseñados para hacer frente a los peligros de corrosión por lo cual se van a dimensionar con un mayor coeficiente de seguridad.

Clasificación en función a su forma de trabajar se pueden clasificar en:

- **Anclajes pasivos:** Este tipo de anclaje entrara en tracción cuando comience a producirse el movimiento. Para estos anclajes no se va a pretensar la armadura después de su instalación.
- **Anclajes activos:** En estos anclajes la armadura es pretensada hasta llegar a su carga admisible luego de ser instalado, esto va a permitir comprimir el terreno desde la placa de apoyo hasta la zona de anclaje.
- **Anclajes mixtos:** En este tipo de anclajes se va a pretensar la armadura con una carga inferior a la admisible, dejando como reserva un porcentaje de su capacidad resistente en caso haya movimientos aleatorios en el terreno. (Ministerio de Educacion y Ciencia, 2006)

La **carga admisible** viene a ser la multiplicación del coeficiente de seguridad (0,75 para anclajes provisionales y 0.6 para anclajes permanentes) por el

producto de la sección del acero por su límite elástico. (Ministerio de Educación y Ciencia, 2006)

2.2-1.7. ANCLAJES AUTOPERFORANTES O PERNOS DE ANCLAJE

La barra autoperforante (Pernos de anclaje) es un sistema que combina la ejecución de perforación de la propia barra con la capacidad de carga geotécnica. Puesto que cuenta con una barra hueca autoperforante con barrido de lechada de cemento simultáneo, el proceso de la instalación se simplifica acortando así los tiempos.

La barra autoperforante cuenta con una boca perdida de perforación en su punta y esta se adapta a todo tipo de suelo, lo cual permite que la barra sirva como barra de perforación. La longitud de las barras va de entre 1m a 6m y estas se pueden acoplar a través de un maguito de unión hasta alcanzar la longitud deseada.

Al finalizar los trabajos de perforación, se realiza la inyección de la lechada de cemento, esta pasara por el interior de la barra y saldrá al exterior por unos orificios ubicados en la boca de perforación, este fluido sirve como un elemento estabilizador de la perforación, como fluido de barrido, esta inyección se realizara a través de un adaptador de inyección que estará fijada en el equipo de perforación.

Luego de alcanzar la profundidad requerida en la perforación, se cambiara la inyección de la lechada de barrido por otra con mayor resistencia. Luego de eso se puede decir que la barra hueca se convierte en un tirante de acero pudiéndose usar como perno de roca, micropilote o bulón. (Catalogo DSI UNDERGROUND)

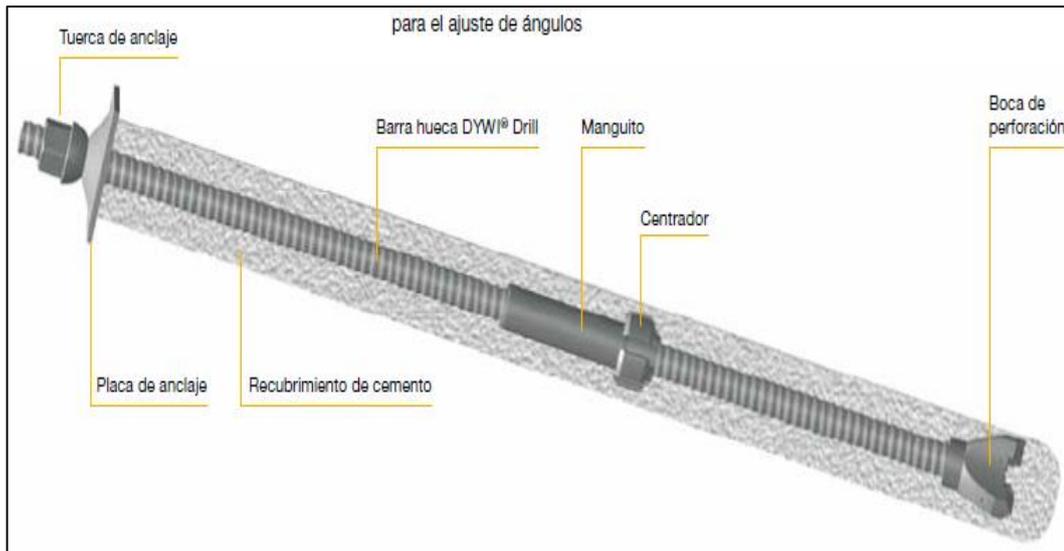


Figura 18: Partes de Anclaje Autoperforante

Fuente: (Catalogo DSI UNDERGROUND)

➤ Principales características

- Uso permanente, para el proceso constructivo de estructuras proyectadas en materiales no consolidados (suelos).
- Adaptables a diferentes superficies del talud a estabilizar.
- El tirante servirá a la vez como barra autopercutora
- No se va a requerir una perforación previa ya que la perforación y la inyección se hacen al mismo tiempo obteniendo así una instalación bastante rápida.
- No se necesitara mucho espacio durante la instalación ya que se usara equipos compactos.
- Se dispondrá de brocas para todo tipo de suelo.
- Uso como pilote o bulón.

2.2-1.8. SOIL NAILING CON ANCLAJES PASIVOS

El concepto del Soil Nailing se concentra en un sistema constructivo basado en la instalación de anclajes espaciados para satisfacer las necesidades de refuerzo en los terrenos existentes. Este sistema es capaz de resistir su propio peso y además aventaja a los muros convencionales de concreto reforzado en el tema de su funcionalidad contra costo económico como sistema de retención del suelo detrás de él. Los refuerzos pasivos incluidos en este sistema, desarrollan la acción de refuerzo mediante la interacción del suelo con el anclaje. En algunos casos, los pernos son considerados como elementos que trabajan por flexión y cortante (en la superficie de falla); sin embargo, la funcionalidad principal, en este tipo de sistema, es el esfuerzo a tensión a lo largo del perno. El objetivo principal de la implementación de este tipo de solución constructiva es proporcionar estabilidad por medio del incremento de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento. Los pernos se colocan inclinados a cierto ángulo con respecto al plano horizontal, de esta forma se prevé que el sistema contribuya parcialmente con las fuerzas estabilizadoras, y al mismo tiempo, parcialmente en el incremento de la resistencia cortante del suelo en las superficies de falla. El sistema total Soil Nailing incluye una pantalla de concreto lanzado, con malla electrosoldada en su espesor y pernos pasivos, descritos anteriormente. Estos pueden ser barras de acero, con recubrimiento de inyección de concreto en el interior de la perforación, para proporcionarle protección contra la corrosión y además para transferir las cargas del perno al suelo. La construcción de este tipo de muro comienza desde la parte superior del talud hacia su pie, tomando en cuenta la división del proceso por etapas. Esto evidentemente, beneficia en el tema de los costos, ya que se elimina la necesidad de excavaciones con rellenos, además disminuye el impacto ambiental en comparación con el proceso de construcción de los muros convencionales. También el proceso beneficia la practicidad y comodidad en sitio, ya que no impacta en demasía el derecho de vía, como en otros casos de muros. (Vallejos, 2017)

➤ Aplicaciones y evaluaciones de viabilidad

Las paredes de clavo para suelo se construyen utilizando una secuencia de construcción “top-down”, donde el suelo se excava en ascensores de altura limitada. Los clavos de suelo se instalan en cada ascensor excavación para proporcionar apoyo y con orientación inicial del hormigón proyectado. Posteriormente, un hormigón proyectado final (CIP) de revestimiento será instalado. Las uñas a menudo se instalan a una distancia vertical de 4 a 6 pies. El espaciamiento vertical de uñas es comparable a la altura típica de una, ascensor estable excavación, que es comúnmente de 3 a 5 pies y podría ser más en algunos suelos. La separación horizontal de las uñas es a menudo también en la gama de 4 a 6 pies. La figura 19 representa instalado para permitir la excavación en el derecho de paso para un proyecto de ampliación de la carretera una pared clavo para suelo. Tanto los clavos del suelo y el revestimiento inicial y final contribuyen a la estabilidad de la excavación. Los clavos del suelo apoyan el suelo y la transferencia de cargas a la masa de suelo detrás de la pared. El paramento apoya el suelo entre las uñas e inmediatamente detrás de la cara, proporciona continuidad estructural, y permite a la pared del clavo suelo para actuar como una unidad. (Reference Manual Developed Following, 2015)

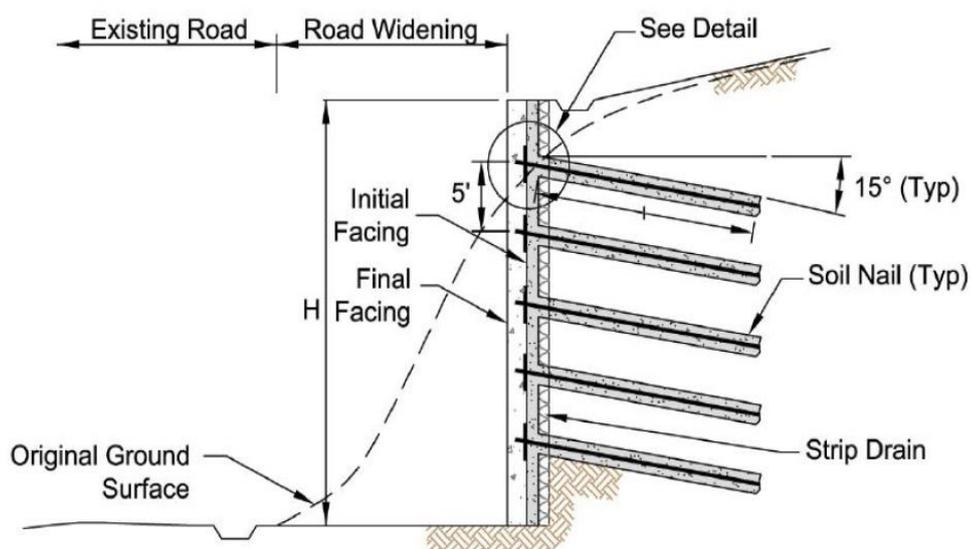


Figura 19: Sección transversal típica de una pared clavo para suelo

Fuente: (Reference Manual Developed Following, 2015)

2.2-2. INGENIERIA DEL PROYECTO

La elaboración del expediente técnico estuvo a cargo de la empresa JNR Consultores S.A. quien por encargo de PROVIAS NACIONAL elaboro el estudio del presente proyecto teniendo en cuenta los siguientes estudios y parámetros de diseño.

2.2-2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

➤ Geomorfología

Regionalmente, según lo establecido por el INGEMMET, el área por donde se ubicará la carretera Mollepata – Pallasca, comprende tres unidades geomorfológicas: Superficie Puna, Etapa Valle y Etapa Cañón.

La Superficie Puna presenta una morfología suave y ondulada y se ubica entre una altitud de 4,200 a 4,400 m.s.n.m. En el caso de la carretera, su influencia tendría lugar desde el inicio del tramo (distrito de Pallasca) hasta una tercera parte de la carretera aproximadamente. Las etapas Valle y Cañón, en el caso de la carretera, presentan su influencia entre las progresivas intermedia y final de la carretera, donde ésta inicia su descenso hacia el río Tablachaca y su ascenso hacia el distrito de Mollepata.

Localmente la carretera Pallasca – Mollepata, puede ser diferenciada en dos grandes unidades:

- La primera de lomadas y taludes, la cual se desarrolla desde el km. 0+000 hasta el km. 11+860 aprox., donde la vía se desarrolla por terrenos de lomadas de suave pendiente (en menor proporción), taludes bajos, hasta de cerros de considerable altura con taludes de corte abruptos, que predominan, entre estas progresivas.
- La segunda, la cual se inicia en el km. 11+860 aprox., y donde la vía desciende sobre el flanco izquierdo del valle del río Tablachaca. Inicialmente mediante tangentes largas para luego pasar a desarrollar una serie
- de curvas y contra curvas con tangentes cortas y radios muy reducidos hasta llegar al río Tablachaca, desde donde inicia su ascenso hacia Mollepata mediante tangentes cortas, radios reducidos y pendientes abruptas.

➤ Estratigrafía

Para la identificación aproximada de las unidades estratigráfica que afloran a lo largo de la carretera Pallasca – Mollepata, se tomó como referencia la información del INGEMMET (Boletines N° 60, hojas 17-h y 17-i); información

que fue correlacionado con las características de las rocas y/o suelos que afloran en los diferentes cortes y alrededores de la carretera.

Las unidades estratigráficas que tendrían su influencia a nivel regional, dentro del área de ubicación de la carretera o en sus proximidades (por su cercanía), según lo estudiado por el INGEMMET, serían las siguientes (ordenadas de las más antiguas a las más recientes):

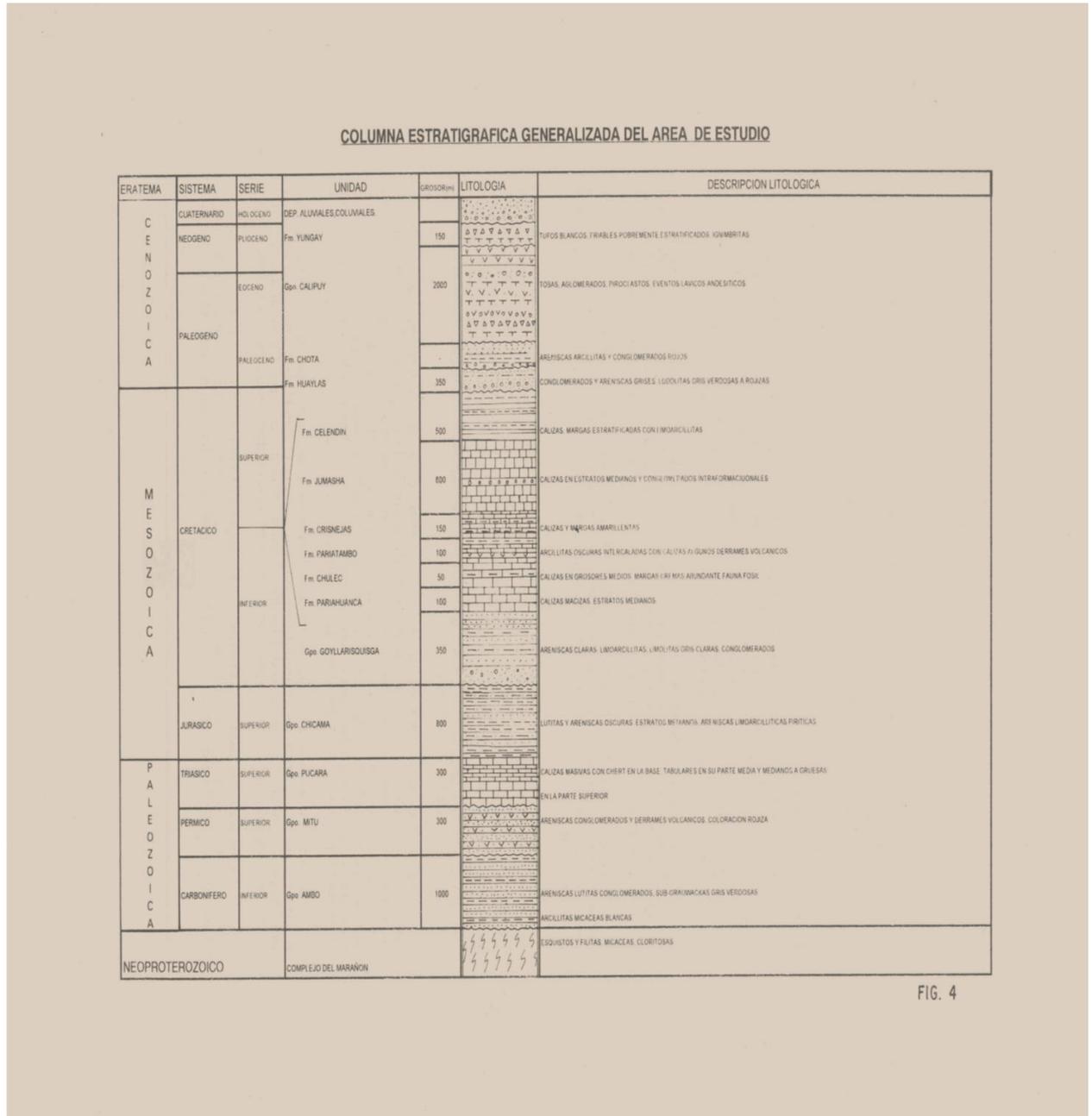


FIG. 4

Figura 20: Columna Estratigráfica del Área de Estudio
Fuente: INGEMMET (Boletines N° 60, hojas 17-h y 17-i)

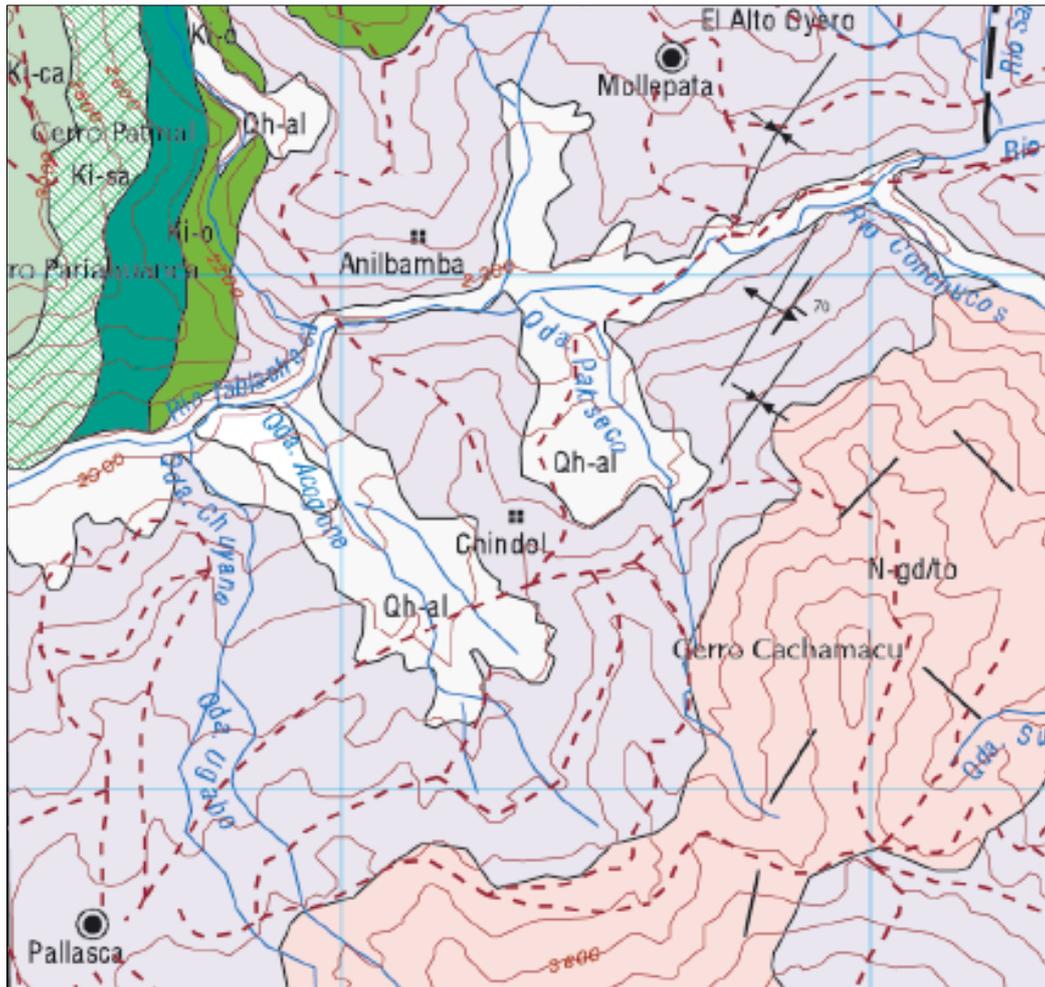


Figura 21: En la figura se aprecia las unidades estratigráficas, que tienen influencia en el área de ubicación de la carretera. De color celeste la Formación Chicama (Js-ch); de naranja rocas intrusivas (N gd/to) y de colores grises los depósitos cuaternarios.

Fuente: INGEMMET (Boletines N° 60, hojas 17-h y 17-i)

- **Jurásico Superior : Formación Chicama (Js – ch)**

Según el INGEMMET, esta formación aflora en una buena parte de las áreas estudiadas (Pallasca, Pomabamba, Corongo y Huari) se tratan de lutitas y areniscas finas de grosores considerables (800 a 1,000m, de potencia). No se observa afloramiento en su base, esta formación se encuentra discordante sobre el Gpo. Pucará y otras formaciones más antiguas e infrayece en discordancia paralela a la Fm. Oyón. Las lutitas de la Fm. Chicama, se

intercalan con las areniscas. Estos afloramientos extensos se dan como producto de factores estructurales.

Según la evaluaciones de campo esta unidad es la de mayor influencia en la carretera Pallasca - Mollepata, dado que aflora en varios cortes de la actual carretera existente, desde su inicio en Pallasca (hasta aprox., el km. 13); e indirectamente, desde el río Tablachaca hasta el distrito de Mollepata, donde se constituye en la base y/o cuerpo interno de los depósitos eluviales que lo cubren superficialmente. Como ejemplo de dichos afloramientos se podría mencionar a los que aparecen, entre otros, en los kilómetros:

FORMACIÓN CHICAMA (Js – ch)	
VARIANTE	TRAMO PALLASCA
Km. 0+360 - Km. 0+400, Km. 0+480 - Km. 0+520	Km. 0+790 - Km. 0+920, Km. 0+980 - Km. 1+160, Km. 2+120 - Km. 2+150, Km. 2+650 - Km. 2+850, Km. 3+000 - 3+120, Km. 4+080 - Km. 4+150, Km. 4+250 - Km. 4+290, Km. 4+320 - Km. 4+360, Km. 6+020 – 6+120, Km. 6+430 - Km. 6+550, Km. 9+030 - Km. 9+240, Km. 9+540 - Km. 9+670, Km. 9+920 - Km. 9+980, Km. 10+440 - Km. 10+690, Km. 10+720 - Km. 10+830, Km. 11+150 - Km. 11+230, Km. 11+440 - Km. 11+610, Km. 12+200 - Km. 12+500, Km. 13+970 - Km. 14+100, Km. 14+640 - Km. 14+800, Km. 14+900 - Km. 14+930, Km. 20+380 - Km. 20+500, Km. 20+800 - Km. 20+850, Km. 21+960 - Km. 22+100, Km. 24+660 - Km. 24+760, Km. 25+560 - Km. 25+630.

Tabla 2: Progresivas donde aflora la formación chicama

Fuente: Elaboración propia

- **Cuaternario (Qh)**

Sobreyaciendo a las unidades estratigráficas afloran amplios depósitos de origen reciente. Dichos materiales son de diverso origen y ofrecen características variadas. A lo largo de la carretera se han identificado suelos eluviales, coluviales y aluviales. Los eluviales son los más extensos y se encuentran, generalmente, formando lomadas y terrenos llanos o, en otros casos, se constituyen en la cobertura superficial de los taludes sobre los cuales se desarrolla la carretera. Las características de estos materiales se observa en los cortes expuestos de la carretera, como en las progresivas:

DEPOSITOS ELUVIALES	
VARIANTE	TRAMO PALLASCA
Km. 0+050 - Km. 0+150, Km. 0+550 - Km. 1+140, Km. 1+140 - Km. 0+380, Km.	0+380 - Km. 0+790, Km. 2+150 - Km. 2+300, Km. 2+470 - Km. 2+650, Km. 2+850 - Km. 3+000, Km. 3+520 - Km. 4+080, Km. 4+150 - Km. 4+250, Km. 4+430 - Km. 4+950, Km. 5+700 - Km. 6+020, 6+120 - Km. 6+430, Km. 10+830 - Km. 11+070, Km. 11+610 - Km. 12+200, Km. 12+500 - Km. 12+560, Km. 12+560 - Km. 12+650, Km. 14+800 - Km. 14+840, Km. 14+930 - Km. 15+000, Km. 23+230 - Km. 23+310, Km. 23+600 - Km. 23+700, Km. 26+400 - Km. 26+500, Km. 26+760 - 26+860, Km. 27+200 - Km. 27+260, Km. 27+940 - Km. 28+500.

Tabla 3: Progresivas donde se encuentra Suelos Eluviales

Fuente: Elaboración propia

Los depósitos aluviales están representados, principalmente, por los materiales de las quebradas y del río Tablachaca, los cuales están constituidos por

materiales que varían de tamaño y granulometría, desde limos, arenas y bolonería de gran tamaño, como los que puede apreciarse a lo largo del río Tablachaca, como en las progresivas:

DEPOSITOS ALUVIALES	
VARIANTE	TRAMO PALLASCA
Km. 0+360, Km. 0+400 - Km. 0+480, 0+520 - Km. 0+550	Km. 0+920 - Km. 0+980, Km. 1+160 - Km. 2+120, Km. 2+300 - Km. 2+470, Km. 3+120 - Km. 3+520, Km. 4+360 - Km. 4+430, Km. 4+950 - Km. 5+700, Km. 6+550 - Km. 6+780, Km. 6+880 - Km. 9+030, Km. 9+240 - Km. 9+540, Km. 9+670 - Km. 9+920, Km. 9+980 - Km. 10+440, Km. 11+070 - Km. 11+150, Km. 11+230 - Km. 11+440, Km. 13+700 - 13+970, Km. 16+240 - Km. 16+450, Km. 16+450 - Km. 16+550, Km. 16+550 - Km. 17+610, Km. 17+810 - Km. 20+380, Km. 20+850 - Km. 21+960, Km. 22+100 - Km. 22+460, Km. 22+530 - Km. 23+230, Km. 23+310 - Km. 23+600, Km. 23+700 - 24+660, Km. 24+760 - Km. 25+000, Km. 25+000 - Km. 25+160, Km. 25+160 - Km. 25+560, Km. 25+630 - Km. 26+300, Km. 26+300 - Km. 26+400, Km. 26+500 - Km. 26+760, Km. 26+860 - Km. 27+200, Km. 27+260 - Km. 27+940, Km. 28+500 - Km. 29+417.

Tabla 4: Progresivas donde se encuentra Depósitos Aluviales

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se han identificado depósitos de origen coluvial, los cuales ofrecen una compacidad y granulometría variable desde compactos a sueltos que ofrecen tendidos variables. Ejemplos de dichos depósitos se ubican en los kilómetros:

Km. 6+780 – Km. 6+880, Km. 12+650 - Km. 13+700, Km. 14+100 - Km. 14+640, Km. 14+840 - Km. 14+900, Km. 15+000 - Km. 16+240, Km.17+610 - Km.17+810.

2.2-2.2. GEOLOGÍA LOCAL DEL TRAZO DE CARRETERA

➤ Característica Geomorfológica y Geotécnica de los Depósitos Recientes Y Cuaternarios:

• Depósitos residuales (Q-re):

Cuando el producto de la meteorización (descomposición química de las rocas o desintegración física) y la acción ambiental disgregadora de la erosión (fragmentación y desgaste del material de la superficie terrestre debido a agentes erosivos tales como el viento y el agua) se van acumulando en su lugar de formación debido a que estas no son transportadas como sedimentos, se origina la formación de suelos residuales. Existe la posibilidad de que se forme una acumulación de suelos residuales, esto se dará en el caso de que la velocidad de descomposición de las rocas sobrepase a la velocidad del arrastre. Factores como el drenaje, la actividad bacteriana, la naturaleza de la roca original, el clima (lluvia, temperatura) pueden influir en la variación de la velocidad de la alteración de la meteorización.

Afloran en las siguientes progresivas:

DEPÓSITOS RESIDUALES (Q-re)	
VARIANTE	TRAMO PALLASCA
Km. 0+050 - Km. 0+150, Km. 0+550 - Km. 1+140, Km. 1+140 - Km. 0+380, Km.	0+380 - Km. 0+790, Km. 2+150 - Km. 2+300, Km. 2+470 - Km. 2+650, Km. 2+850 - Km. 3+000, Km. 3+520 - Km. 4+080, Km. 4+150 - Km. 4+250, Km. 4+430 - Km. 4+950, Km. 5+700 - Km. 6+020, 6+120 - Km. 6+430, Km. 10+830 - Km. 11+070, Km. 12+560 - Km. 12+650, Km. 23+230 - Km. 23+310, Km. 23+600 - Km. 23+700, Km. 26+400 - Km. 26+500, Km. 26+760 - 26+860, Km. 27+200 - Km. 27+260, Km. 27+940 - Km. 28+500.

Tabla 5: Progresivas donde se encuentra Depósitos Residuales

Fuente: Elaboración propia

Q-re-al

Km. 11+610 - Km. 12+200, Km. 12+500 - Km. 12+560.

Q-re-co

Km. 14+800 - Km. 14+840, Km. 14+930 - Km. 15+000.

• **Depósito aluvial (Q-al):**

Se tratan de depósitos (movilizados como flujos de lodos) que se encuentran formando los conos de deyección de quebradas antiguas de limos y arenas (con bordes subredondeados) mal graduados, espesores variables, con estabilidad de moderada a buena y presentando una plasticidad de baja a mediana. Afloran en las siguientes progresivas:

DEPÓSITO ALUVIAL (Q-al)	
VARIANTE	TRAMO PALLASCA
Km. 0+150 - Km. 0+360, Km. 0+400 - Km. 0+480, 0+520 - Km. 0+550.	Km. 0+920 - Km. 0+980, Km. 1+160 - Km. 2+120, Km. 2+300 - Km. 2+470, Km. 3+120 - Km. 3+520, Km. 4+360 - Km. 4+430, Km. 4+950 - Km. 5+700, Km. 6+550 - Km. 6+780, Km. 6+880 - Km. 9+030, Km. 9+240 - Km. 9+540, Km. 9+670 - Km. 9+920, Km. 9+980 - Km. 10+440, Km. 11+070 - Km. 11+150, Km. 11+230 - Km. 11+440, Km. 13+700 - 13+970, Km. 16+240 - Km. 16+450, Km. 16+550 - Km. 17+610, Km. 17+810 - Km. 20+380, Km. 20+850 - Km. 21+960, Km. 22+100 - Km. 22+460, Km. 22+530 - Km. 23+230, Km. 23+310 - Km. 23+600, Km. 23+700 - 24+660, Km. 24+760 - Km. 25+000, Km. 25+160 - Km. 25+560, Km. 25+630 - Km. 26+300, Km. 26+500 - Km. 26+760, Km. 26+860 - Km. 27+200, Km. 27+260 - Km. 27+940, Km. 28+500 - Km. 29+417

Tabla 6: Progresivas donde se encuentra Depósitos Aluviales

Fuente: Elaboración propia

Q-al-re

Depósitos residuales, formando capas de ± 6 metros de espesor, constituidos por gravas angulosas en una matriz limo-arenosa, cubriendo Roca suelta bien alterado y fracturado, con formación a suelo residual, Presenta terrazas

aluviales en las quebradas de ± 3 metros de altura, constituido por material granular, polimíctico en una matriz arcillo-arenosa.

Km. 25+000 - Km. 25+160, Km. 26+300 - Km. 26+400.

Q-al-co

Terrazas aluviales de ± 4 metros de altura, constituido por material granular polimíctico en una matriz arcillo-arenosa. Cortes de taludes bajos, cubiertos por depósitos gravitacionales, formando capas de material coluvial, constituidos por derrubios en una matriz arenosa, depositados en curvas de desarrollo y presenta cortes de taludes bajos cubiertos de arbustos.

Km. 16+450 - Km. 16+550.

• Depósito coluvial (Q-co)

Son acumulaciones de materiales que han caído por gravedad, encontrándose en las laderas de los cerros. Consisten de suelos gravosos, con bloques y cantos, contenidos en una matriz areno arcillosa o areno limosa. La forma de losa fragmentos rocosos es angular. Afloran en las siguientes progresivas:

Km. 6+780 – 6+880, Km. 12+650 - Km. 13+700, Km. 14+100 - Km. 14+640, Km. 14+840 - Km. 14+900, Km.17+610 - Km.17+810.

Q-co-al

Terrazas aluviales de ± 4 metros de altura, constituido por material granular polimíctico en una matriz arcillo-arenosa. Cortes de taludes bajos, cubiertos por depósitos gravitacionales, formando capas de material coluvial, constituidos por derrubios en una matriz arenosa, depositados en curvas de desarrollo y presenta cortes de taludes bajos cubiertos de arbustos.

Km. 15+000 - Km. 16+240.

• Depósitos Fluviales: (Q-fl)

Son materiales de acarreo fluvial (de ríos y quebradas) que se encuentran rellenando las depresiones y en los márgenes de las quebradas forman terrazas (de diversos espesores). Estas acumulaciones de detritos fluviales (sedimentos sin consolidar) se presentan en las planicies aluviales de los ríos. Una de las formas más representativas de los depósitos aluviales vienen a ser las planicies aluviales ya que este es el resultado de la acumulación de los ríos. Granulométricamente y petrográficamente están formadas por conglomerados de cantos rodados (10 – 20 %), gravas (60 – 80%), arena y limos (10 – 20%),

los elementos gruesos presentan formas subredondeadas a redondeadas, ello por el transporte que han sufrido desde sus orígenes (estribaciones andinas), siendo de color gris clara los componentes predominantemente de fragmentos de rocas, rocas sedimentarias de calizas y areniscas. Determinándose en las siguientes progresivas:

Km. 20+500 - Km. 20+800.

Q-fl-al

Km. 4+290 - Km. 10+720, Km. 22+460 - Km. 22+530

2.2-2.3. ASPECTOS GEODINAMICOS

La geodinámica son los procesos de transformación físicas o químicas, exógenas o endógenas que se dan sobre la corteza terrestre, estos pueden causar cambios en la morfología y la estructura, estos cambios se dan periodos de escala geo cronológico.

➤ Geodinámica Interna

Son los procesos endógenos que se dan dentro de la corteza terrestre, relacionados con la actividad tectónica (reactivación de fallas, movimientos telúricos) estos no van a depender de los fenómenos atmosféricos. Dentro de este concepto también se encuentran los procesos metamórficos de las rocas ,los procesos magmáticos, entre los eventos de geodinámica interna están los siguientes:

a) Sismos

Los sismos son movimientos que se dan al interior de la tierra por los procesos naturales de ajuste (liberación de energía), la liberación de energía producirá ondas elásticas las que se propagaran a través de rocas u otros materiales como ondas de diferentes características, los sismos pueden producir derrumbes, deslizamientos, etc.

El acomodo de las placas tectónicas constituye el 95% del origen de los sismos, el constante movimiento en las placas debido a la colisión entre ellas es la que provoca la liberación de la energía. En el Perú la placa de nazca se subducta bajo el continente sudamericano lo que provoca una zona de subducción de Benioff, obteniendo el levantamiento de la cordillera de los Andes como resultado.

La ruptura cortical de las masas pétreas expuestas a grandes esfuerzos de deformación constituyen los llamados sismos, en este periodo se acumulara cantidades considerables de energía, la cual cuando se supera el punto crítico límite de la deformación elástica es cuando la energía se libera a través de ondas elásticas generando vibraciones que se conocen como sismos.

La teoría de la tectónica de placas explica el origen de los esfuerzos involucrados en este fenómeno.

El mecanismo de subducción es el que produce sismos de mayor magnitud, esta es en donde un bloque con mayor densidad se súbda debajo de una de menor densidad, es este modelo el que opera en el Perú lo que la hace una región altamente sísmica.

Las ondas se desplazarán en diferentes direcciones alcanzando los suelos de las estructuras las cuales se amplificaran dependiendo el tipo de suelo, generando fuerzas inerciales, si una estructura no es capaz de transmitir estas fuerzas sufrirá daños hasta el colapso de la estructura.

Los sismos se pueden dimensionar en términos cuantitativos midiendo la magnitud de la energía liberada en los índices de magnitud de la escala de Richter, también se pueden dimensionar cualitativamente midiendo la intensidad de los efectos del grado de destrucción.

Distribución espacial de los sismos

En los últimos tiempos la ubicación de los hipocentros ha mejorado, para la obtención de datos sismológicos se va a considerar los siguientes periodos.

“Sismicidad Histórica

- 1) Antes de 1900: datos históricos descriptivos de sismos destructores.

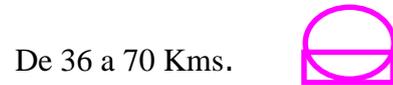
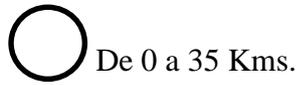
Sismicidad Instrumental

- 2) 1900 - 1963 : datos instrumentales aproximados
- 3) 1963 - 1992 : datos instrumentales más precisos” (SISRA, 1992)

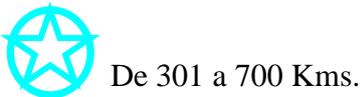
Los datos publicados verificados en el ISC (Internacional Seismological Center) en el año 1992 fueron utilizados para actualizar la información recopilada del catálogo sísmico del Proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina) 1985.

Los sismos ocurridos entre 1963 y 1992 se presentan en el siguiente mapa en donde las magnitudes están en función de las ondas de cuerpo Mb. Adicional se observa la representación de las diferentes profundidades focales:

Superficiales



Intermedios



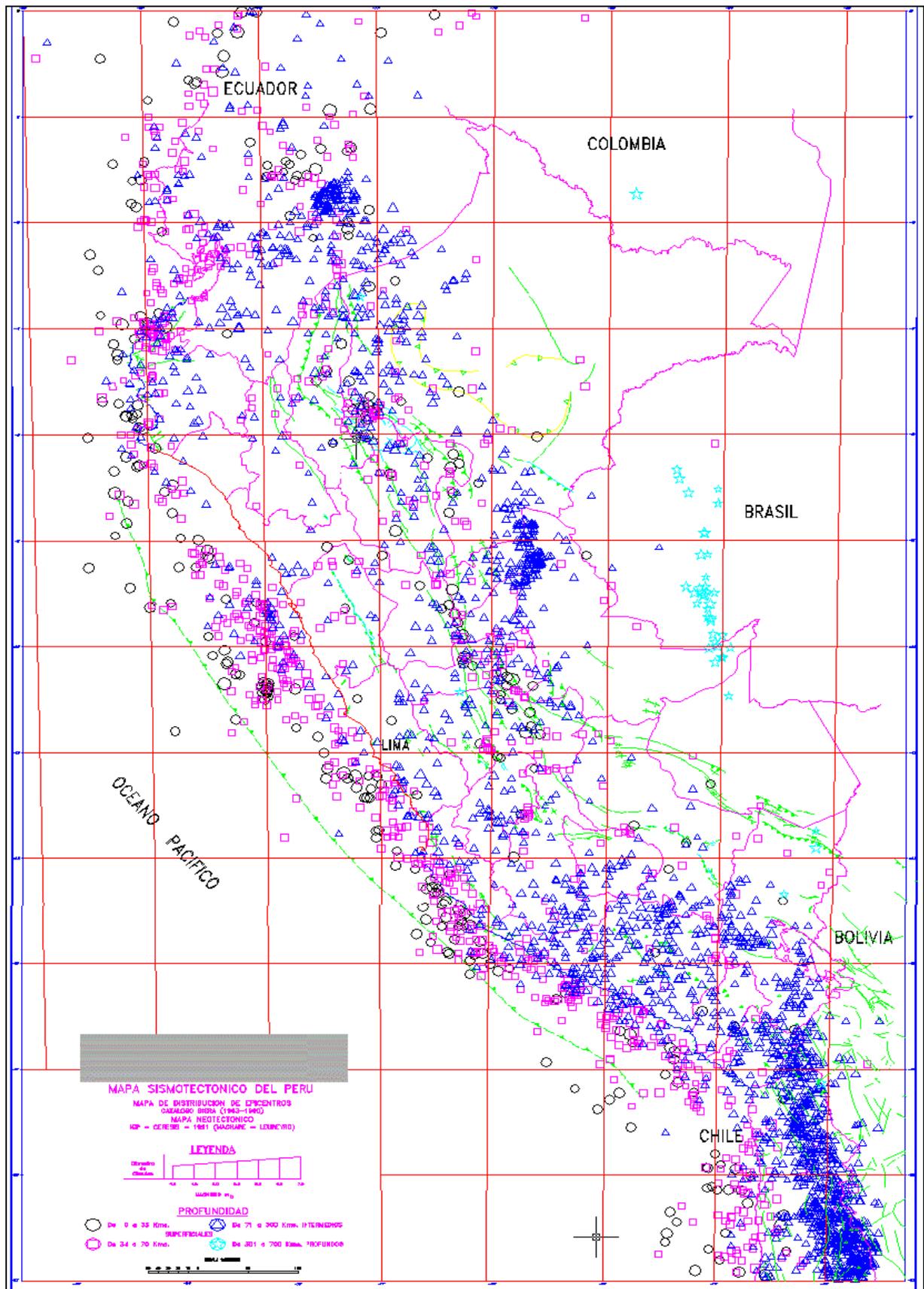


Figura 22: Sismo tectónico del Perú

Fuente: (Alva y Castillo, 1993)

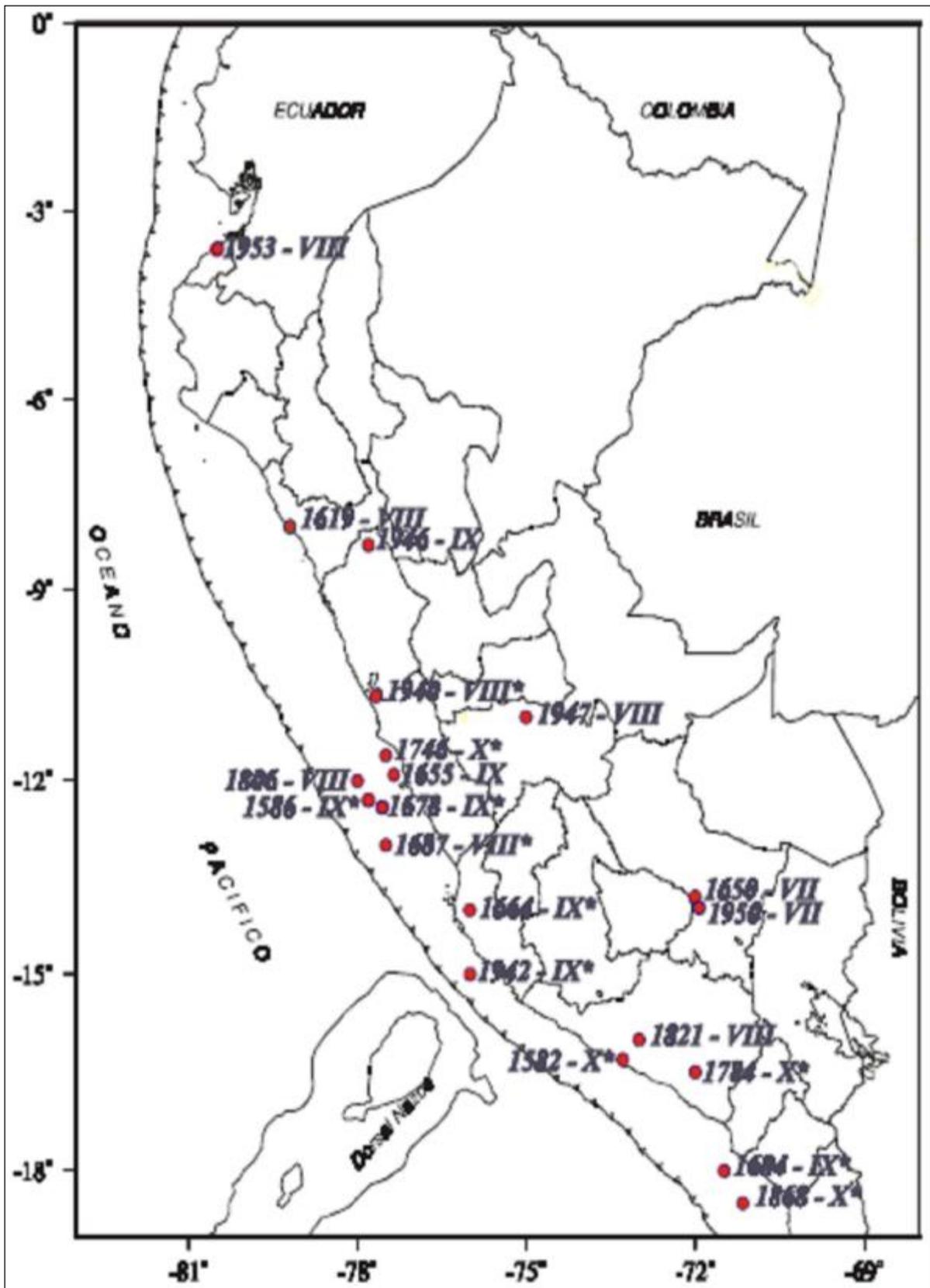


Figura 23: Escala Mercalli Modificada. “Zonificación Sísmica del Perú”

Fuente: (Alva y Castillo, 1993)

b) Sismología Regional

Según la nueva Norma Sismo Resistente de Estructuras (NTE E-030 - 2003), el mapa de zonificación sísmica del Perú y el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú (J. Alva Hurtado, 1984), el que está en base de datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes y también en la isosistas de sismos ocurridos en el Perú; se llega a la conclusión que el área de estudio se encuentra en la zona 3 (Zona de alta sismicidad), con la probabilidad de que ocurran sismos de intensidades, que van desde VI hasta IX en la escala Mercalli Modificada. Presenta un valor extremo de carácter local (XI), según la escala mencionada, la cual se debe tener en cuenta, al momento de diseñar una estructura. “Zonificación Sísmica del Perú” y “Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas”



Figura 24: MAPA de la Zona de Sismicidad del Perú

Fuente: (Alva y Castillo, 1993)

Puesto que la carretera Pallasca – Mollepata se encuentra en una zona de alta sismicidad (zona 3), se debe utilizar los siguientes parámetros para los diseños Sismo - Resistentes de Estructuras:

- Factor de amplificación del suelo
- Factor de Zona
- Período que define la plataforma del espectro

Escala de Mercalli		Escala de Richter
I. Casi nadie lo ha sentido.		2,5 En general no sentido, pero registrado en los sismógrafos.
II. Muy pocas personas lo han sentido.		3,5 Sentido por mucha gente.
III. Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.		4,5 Pueden producirse algunos daños locales pequeños.
IV. Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.		6,0 Terremoto destructivo.
V. Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.		7,0 Terremoto importante.
VI. Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.		8,0 Grandes terremotos.
VII. Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.		o más
VIII. Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente, las otras se derrumban.		
IX. Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.		
X. Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.		
XI. Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.		
XII. Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo que se levantan y voltean.		

Figura 25: Máximas Intensidades Sísmicas

Fuente: (Alva y Castillo, 1993)

➤ **La Tectónica Andina.**

Las rocas de la edad Mesozoica y Cenozoica han sido afectadas por la tectónica andina, comprende las siguientes fases el área de estudio:.

- **Fase Peruana**

En esta etapa se reactiva antiguas fallas de origen hercinico, estas forman cuencas intramontañosas las que dan lugar a nuevas depresiones tectónicas obteniendo de esto la deposición de sedimentos.

- **Fase Inca**

Esta fase se caracteriza por ser de naturaleza compresiva, teniendo como consecuencias la reactivación de las fallas regionales. Se le considera a esta fase como el evento tectónico más importante del ciclo andino debido a la intensidad de sus esfuerzos y su extensión geográfica.

- **Fase Quechua**

Se distingue esta fase por una ligera discordancia angular entre las formaciones Yaguarango e Ipuro en la región de la cordillera. Esta es una fase de deformación que va a perjudicar las rocas de la era Mesozoico y Cenozoico.

➤ **Estudio de la Geodinámica Externa**

Los factores estáticos y dinámicos van a intervenir de manera directa o indirecta en la formación de los fenómenos de Geodinámica Externa, en los factores estáticos podemos considerar los topográficos, litológicos (grado de alteración de rocas y suelos, fracturamiento, litificación), estructurales (pliegues, fracturas, fallas, estratificación, etc.) e hidrometeorológicos; y en los factores dinámicos podemos considerar la actividad sísmica, la gravedad, volcánica, la acción del agua de las lluvias que van a influir en la inestabilidad del macizo rocoso.

La identificación de fenómenos potencialmente activos o activos es parte de la evaluación de la geodinámica externa. Se indicara el grado de susceptibilidad al deslizamiento como se observa en la Tabla 7 basado en una escala cualitativa, para ello se observara el comportamiento del talud a través del tiempo identificando huellas escarpadas antiguas o nuevas, forma del relieve, tipo de material, altura del talud, grietas, presencia de agua, grado de alteración de las rocas en afloramiento, actividad del hombre, observados en el lugar, en

base a estas observaciones se establecerán las medidas de control y mitigación para cada caso.

GRADO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Baja	Poca o ninguna probabilidad de que se dé un fenómeno de geodinámica externa y este pueda afectar negativamente la estabilidad del talud.
Moderada	Intermedia probabilidad de que se dé un fenómeno de geodinámica externa, no hay una completa seguridad de que estos se produzcan.
Alta	Amenaza potencial de la ocurrencia de un fenómeno de geodinámica externa que puede afectar negativamente la estabilidad de un talud.

Tabla 7: Grados de Susceptibilidad a Fenómenos de Geodinámica Externa

Fuente: Elaboración propia

Se recomendara tomar las siguientes medidas en el proyecto, estas estarán agrupadas en 4 grupos:

- Medidas orientadas a anular el material inestable, a través de remoción y descarga del material del talud, cambiando así la inclinación el talud, se puede usar las banquetas y el tendido del talud.
- Medidas orientadas a retener y contener las zonas inestables, pudiendo utilizar muros rígidos o flexibles.
- Medidas orientadas a controlar el drenaje subterráneo, sub-superficial, superficial, a través de revegetación y subdrenes.
- Medidas dirigidas a controlar la humedad del material del talud, infiltración, procesos erosivos, a través de revegetación.

Serán 4 los factores que limiten los fenómenos de geodinámica externa, ya que en el proyecto se observa que son de moderada envergadura:

- Inclinación actual del talud que no está de acuerdo al tipo de material.
- Modificación del contenido de humedad (agua) en rocas y suelos en temporadas de precipitación.
- Altura de corte proyectada.
- Presencia de suelos residuales.

En relación a la geodinámica externa de la vía se han identificado varias zonas inestables cuyo riesgo puede ser calificado de moderado a alto.

Es importante considerar, así mismo, que debido a la configuración geomorfológica abrupta del sector y la ubicación de los distritos por interconectar; así como la presencia de quebradas, cárcavas y áreas de evacuación de aguas y/o precipitaciones pluviales la mejora del trazo geométrico se ve dificultada por dichas circunstancias.

2.2-2.4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS SECTORES AFECTADOS POR PROCESOS DE GEODINÁMICA EXTERNA.

Se presentara a continuación los tipos de geodinámica externa que se dan en la vía, las progresivas en donde se encuentran estos fenómenos y las medidas correctivas para cada caso.

a) Deslizamientos

Es la ruptura o desplazamiento pendiente abajo y hacia fuera de masas de rocas o suelos que pueden ser grandes o pequeñas, así como también rellenos artificiales en un talud artificial o natural.

Se va a producir el movimiento a la largo de una superficie de falla o deslizamiento este puede ser lento o violento.

Por su movimiento puede ser Rotacional y traslacional, en el primer caso el desplazamiento del material deslizante es a través de un plano de deslizamiento de tendencia circular y en el caso del traslacional se produce a lo largo de una superficie predispuesta de tendencia plana pudiendo ocurrir tanto en suelo como en roca.

Causas:

Se produce por:

- Disminución del soporte lateral de la ladera, producidos generalmente en la construcción o manteniendo de obras viales.
- Falta de soporte en la base del talud.
- Movimientos sísmicos o acción de la gravedad.
- Hidratación o desintegración paulatina del afloramiento rocoso.
- Intercalación de estratos incompetentes (lutitas con areniscas, en el cual la primera sirve como plano de deslizamiento) con estratos competentes.
- Fuertes precipitaciones pluviales que sobresaturan los suelos
- Fuertes pendientes de las laderas.
- Buzamientos (inclinación) desfavorables de los estratos rocosos hacia el talud, etc.

b) Derrumbes

Es cuando el suelo o roca pierde la resistencia al esfuerzo cortante provocando la caída de una porción de masa. Este no cuenta con una superficie de deslizamiento, se presentan en rocas meteorizadas y fracturadas.

Causas: Un derrumbe se puede originar por:

- Pendientes de ladera mayores de 30°(fuertes pendientes)
- La fuerza de la gravedad
- Movimientos sísmicos
- Excavación del pie del talud o ladera por acción natural o antrópica.
- Corte o modificación de una ladera.
- Presencia de zonas débiles (diaclasamientos, fallas, fracturas, etc.)
- Infiltración del agua o precipitaciones pluviales fuertes los que pueden provocar una presión hidrostática debido al agua acumulada.
- Inadecuada resistencia física de los materiales.
- Modificación o corte de un talud natural.
- Taludes demasiado empinados o altura excesiva de ellos.
- Sobreuso de explosivos o uso indebido de ellos, etc.

Áreas de la carretera que presentan este tipo de fenómeno:

Km. 12+650 – Km. 12+820; Km. 12+930 – Km. 13+460; Km. 14+100 – Km. 14+200; Km. 14+500 – Km. 14+600; Km. 15+000 – Km. 15+320; Km. 15+560 – **Km. 15+735**; Km. 16+000 – Km. 16+200; Km. 17+620 – **Km. 17+665**; Km. 20+780 – Km. 20+820

2.2-2.5. INFORME DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

➤ Metodología para la Evaluación

En el presente estudio el criterio de evaluación utilizado está en función al tipo de material que gobierna la estructura del talud:

Debido a que un talud en roca debe su comportamiento a las propiedades de la roca intacta, distribución de las discontinuidades, característica del relleno.

Mientras que un talud constituido por un depósito relativamente reciente debe su comportamiento a su granulometría, grado de alteración de las partículas, compacidad, geometría, susceptibilidad a la erosión y presencia de agua.

No se tomara en consideración en esta evaluación el criterio en función de la dureza y/o resistencia de la roca, puesto que basándonos en experiencias se pudo demostrar que taludes en roca alterada presentan un buen comportamiento si su sistema de discontinuidades no desfavorece el corte, de la misma manera, se demostró que taludes en roca dura pueden presentar mal comportamiento (inestabilidad) si su sistema de discontinuidades desfavorece el corte.

En tanto, se considerara para todo tipo de material el sistema que se describe a continuación.

➤ Valoración de la Estabilidad de Taludes en Suelos (ETS)

La valoración de la Estabilidad de taludes en Suelo (ETS), estará en función a la investigación de más de 700 taludes.

Los parámetros que influyen en la inestabilidad de los taludes fueron agrupados para observar su comportamiento, analizando la susceptibilidad de cada uno de ellos, observamos que son 7 los factores principales que influyen en la estabilidad de los taludes en suelo:

a) Granularidad

Cuando se tiene como envolvente una mayor concentración de finos, esto lo hace más estable. De igual manera si las partículas son más angulosas le da una mayor estabilidad, por lo tanto podemos decir que la granularidad es un parámetro importante en la evaluación de taludes.

El rango varía de 0 a 2.5

b) Relación del ángulo del talud y su compacidad

Un talud será más inestable en tanto más se aleje de su ángulo de reposo, en el caso que haya compacidad en todos los bloques este efecto disminuye, se tomara como valor de la compacidad a la diferencia del ángulo del talud respecto al ángulo de reposo, afectado por el grado de compacidad.

El rango varía de 0 a 5

c) Altura del talud

La altura del talud tiene una relación directamente proporcional con la estabilidad de un talud, por ello se considerara este parámetro en la evaluación.

El rango varía de 0 a 5

d) Altura crítica y su ubicación

Se define como altura crítica, a la altura predispuesta al deslizamiento, la ubicación de este en el talud es un parámetro que puede afectar de manera global la estabilización, se define 3 ubicaciones, parte alta del talud, parte media y parte baja.

El rango varía de 0 a 5

e) Condiciones del Agua.

Se ha observado que un talud es más inestable si tiene más agua contenida, por ello se identificara si esta húmeda, seca, si existe flujo de agua o goteo, se dará una mayor valoración en caso exista flujos de agua.

El rango varía de 0 a 5

f) Grado de alteración.

La influencia de este parámetro es mínima, pero es importante resaltar que el grado de alteración de las partículas también influye en la estabilidad de un talud.

El rango varía de 0 a 2

g) Susceptibilidad al deslizamiento.

Serán más propensos al deslizamiento o desprendimiento de bloques si se tratan de taludes erosionados, tomando en cuenta la posibilidad de ocurrencia de este parámetro.

El rango varía de 0 a 15

Finalmente sumando las valoraciones parciales se obtendrán la “**VALORACIÓN ETS**”, lo que nos va a llevar a describir finalmente el comportamiento del talud en base a su estabilidad, tomando en consideración los siguientes:

Rango de Valoración (ETS)	Descripción
0 - 7.50	Totalmente Estable
7.50 - 15.0	Normalmente Estable
15.0 - 30.0	Inestable
> 30.0	Crítico

Tabla 8: Grados de Estabilidad Según la Valoración ETS

Fuente: Elaboración propia

Para taludes en suelo considerando la valoración ETS, se tiene:

GRADO DE ESTABILIDAD	E3	E2	E1	E0
VALORACIÓN ETS	> 30.0	15.0 - 30.0	7.50 - 15.0	0 - 7.50
DESCRIPCIÓN DEL GRADO DE ESTABILIDAD	Crítico	Inestable	Normalmente Estable	Totalmente Estable

Tabla 9: Rangos de los grados de estabilidad obtenidos de la valoración ETS

Fuente: Elaboración propia

➤ **Valoración de Estabilidad de Taludes en Rocas.**

Se utilizara las relaciones empíricas basadas por Bieniawski en 1979 para determinar las propiedades mecánicas de las rocas, ya que determinar estas propiedades resulta complicado por su magnitud y escala, además de ello los macizos rocosos se presentan de una manera no homogénea, no continua ni isotrópica, afectado por discontinuidades(pliegues ,agrietamientos, juntas, fallas).

Este método presenta algunas ventajas como por ejemplo:

- Brinda las características del lugar investigado dando un mínimo de parámetros de clasificación.
- Para propósitos de diseño, brinda información cuantitativa.
- Basado en parámetros medibles ya que pueden ser hallados a bajo costo y rápidamente, en términos es simple y significativo.

El sistema RMR, cuenta con cinco parámetros básicos siendo estas los siguientes:

a) Resistencia de la Roca Intacta

Las evaluaciones de Bieniawski estarán basadas en rangos de Resistencia Compresiva Uniaxial de la roca intacta, o en base al PLT (índice de la carga puntual).

b) Designación de la Calidad de la Roca (RQD)

La propuesta de Deere (1967) para el RQD estará en base al fracturamiento del macizo rocoso, para poder medir la calidad de los testigos de perforación. El RQD viene a ser la relación porcentual de la sumatoria de las longitudes de los testigos libres de fracturas mayor o igual a 10cm sobre la longitud perforada.

$$RQD = \frac{\sum \text{long. de testigos} > 10 \text{ cm}}{\text{Longitud perforada}} \times 100$$

En caso de no contar con testigos de perforación se puede hallar el RQD en un afloramiento rocoso utilizando la relación dada por Barton en 1974.

$$RQD = 115 - 3.3 J_v$$

Dónde:

J_v = N de fracturas/m³ de roca.

c) Espaciamiento de Discontinuidades

Se considerara para esta característica del macizo rocoso los rangos recomendados por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, puesto que Bieniawski considera estos rangos en su clasificación RMR modificada de 1979.

d) Estado de las Discontinuidades

Se considerara la abertura o extensión de las discontinuidades, rugosidad, extensión, tipo de material del relleno y grado de alteración de las paredes, estos se tomaran en cuenta para la evolución de este parámetro.

e) Condiciones de Agua Subterránea

La influencia del flujo de agua subterránea se tomara en cuenta, a través de rangos de flujo observado, considerando alguna observación cualitativa del

agua subterránea o la relación de las presiones de agua en las discontinuidades respecto al esfuerzo mayor principal.

Se aplicaran factores de reducción para la clasificación RMR, a través de la relación de la orientación de las discontinuidades, al igual que de los métodos de excavación.

Romana en 1985 sugiero un sistema de valoración para taludes, en base a la valoración propuesta por Bieniawski en 1979, el sistema propuesto por Romana toma en cuenta el efecto que tiene la discontinuidades del macizo rocoso en base al corte del talud, en otro sentido considera también el método de excavación, el tipo de falla predominante, a continuación se resume el cuadro de valoración de propuesta que se utilizara para la evaluación.

CLASE	V	IV	III	II	I
SMR	0 - 20	21 – 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
DESCRIPCIÓN	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Muy Buena
ESTABILIDAD	Muy inestable	Inestable	Parcialment e Estable	Estable	Totalment e Estable
FALLA	Planar o como suelo	Planar o cuñas grandes	Algunas juntas o muchas cuñas	Algunos bloques	Ninguno
SOPORTE	Re-excavación	Correctivos Vastos	Sistemático	Ocasional	Ninguno

Tabla 10: Descripción generada del puntaje total

Fuente: Elaboración propia

En el presente estudio se ha considerado antes de realizar el corte de los taludes los resultados de los ensayos obtenidos.

Grado de Estabilidad de Taludes

Se propone dividir los taludes actuales de acuerdo a su grado de estabilidad, para que de esta manera todo se entienda bajo un mismo criterio y poder uniformizar las evaluaciones, obteniendo así los siguientes grupos:

Codificación	Calificación
E0	Talud Totalmente Estable
E1	Talud Normalmente estable o Parcialmente estable
E2	Talud Inestable
E3	Talud Crítico

Tabla 11: Calificación de Taludes

Fuente: Elaboración propia

Los rangos de estabilidad consideran los siguientes criterios:

- **Totalmente Estable (E0)**

En este nivel se encuentran los taludes que no representan ningún peligro para la carretera ni a las viviendas que puedan estar ubicadas en la parte inferior o superior del talud, en el caso de que ocurra una caída de material fino o bloque este solo cubriría la berma de la carretera pero sin ocasionar daños mayores, no se toma ninguna medida correctiva en este nivel de estabilidad.

- **Normalmente Estable (E1)**

En este nivel se encuentran los taludes que representan un peligro moderado para la carretera y viviendas ubicadas en el pie o parte superior del talud, en caso de que ocurra desprendimientos o pequeños derrumbes este afectaría la berma lateral pero no comprometería más de una vía, sin obstruir el tránsito vehicular. Los taludes en este nivel se consideran mayormente estables con caídas de bloques ocasionales, la solución en este nivel generalmente está asociado a los muros de contención en caso ocurra un evento geodinámico, desquiches de gravas sueltas o bloques.

- **Inestable (E2)**

En este nivel se encuentran los taludes que presentan un peligro para la carretera, en caso de ocurrir desprendimientos importantes o derrumbes este podría dañar las viviendas en la parte superior o pie del talud, la estructura del talud y obstruiría el tránsito vehicular e incluso pérdida de vidas humanas. En este nivel se propone como solución los cortes del talud, enmallados, muros y vallas de retención.

- **Crítico (E3)**

En este nivel se encuentran los taludes con estados muy críticos (constantes movimientos), estos van a presentar un peligro serio para las viviendas aledañas y carretera, en caso de ocurrir una caída de bloques y gravas desprendimiento, derrumbes, este dañaría las viviendas ubicadas al pie o en la parte superior del talud, la carpeta asfáltica de la carretera e incluso pérdida de vidas humanas. En este nivel se proponen soluciones como una combinación de soluciones geotécnicas, el cambio de trazo y sobre todo un estudio geotécnico detallado.

2.2-2.6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Los cálculos relativos al análisis de estabilidad de taludes se realizaron empleando un programa de cómputo geotécnico de reconocida confiabilidad (programa de ROCKSCIENCE SLIDE) este nos permite estudiar una diversidad de configuraciones alternativas hasta lograr una sección óptima (económica y segura).

El análisis de la estabilidad de taludes en el programa se da considerando las características geométricas del talud, las variables desencadenantes del deslizamiento (nivel del agua) y sobre todo las propiedades del suelo (ángulo de fricción, cohesión).

Para el análisis de estabilidad de taludes se utilizara los siguientes parámetros de las propiedades de los materiales:

- Ángulo de resistencia al corte
- Peso unitario saturado (γ_{sac})
- Peso unitario húmedo (γ_h)
- Cohesión

Para la obtención de los valores de estos parámetros se ha considerado los resultados de los ensayos realizados tanto en laboratorio como en campo además del análisis de las condiciones geotécnicas y geológicas de los cimientos.

➤ **Análisis de Estabilidad de Taludes en Suelo:**

Se ha empleado el método simplificado de Bishop (1955) y Jambu (1956) para el análisis de la estabilidad de taludes, este es un método para fallas de superficies circulares, el valor del factor de seguridad que se obtiene de este método se diferencia en un 5 a 10% (margen conservador de seguridad) de los métodos rigurosos como el de Morgenstern – Price o Spencer. Podemos decir que el método de Jambu es satisfactorio para fines prácticos.

El método de las dovelas se utiliza en el cálculo, ya que este método asume que no existe fuerzas de corte entre dovelas adyacentes, la geometría de cada dovela estará delimitada por las inclinaciones de la base (α) y la parte superior (β), su altura que será medida a lo largo de una línea central y su ancho Δx .

El equilibrio de fuerzas verticales es satisfecho por este método para cada dovela. Entonces utilizando el diagrama de cuerpo libre obtendremos:

$$\begin{aligned} \sum F_v &= (\Delta N' + \Delta U_\alpha) \cos \alpha + \Delta S \operatorname{sen} \alpha - \Delta W (1 - k_v) \\ &- \Delta U_\beta \cos \beta - \Delta Q \cos \delta = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

De la misma forma, el equilibrio de momento será satisfecho por este método, respecto de toda la porción susceptible de falla (se tomara en base al centro de la superficie circular de falla analizada); obteniendo:

$$\begin{aligned} \sum M_o &= \sum_{i=1}^n [\Delta W (1 - k_v) + \Delta U_\beta \cos \beta + \Delta Q \cos \delta] (R \operatorname{sen} \alpha) \\ &- \sum_{i=1}^n [\Delta U_\beta \operatorname{sen} \beta + \Delta Q \operatorname{sen} \delta] (R \cos \alpha - h) \\ &- \sum_{i=1}^n [\Delta S] (R) + \sum_{i=1}^n [k_h \Delta W] (R \cos \alpha - h_{aq}) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

De la expresión anterior (2), h es la altura promedio de cada dovela, R es el radio de la superficie circular de falla y h_{aq} es la altura vertical entre el centro de la base y el centroide de cada dovela.

En otro aspecto, la resistencia al corte Mohr – Coulomb movilizada (ΔS) a lo largo de la base de cada dovela será expresada de la siguiente manera, considerando que el factor de seguridad es el mismo para todas las dovelas:

$$\Delta S = \frac{\Delta C + \Delta N' \operatorname{tg} \phi}{F} \quad (3)$$

Se podrá determinar el factor de seguridad al deslizamiento, con la siguiente formula:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [\Delta C + \Delta N' \operatorname{tg} \phi]}{\sum_{i=1}^n A_1 - \sum_{i=1}^n A_2 + \sum_{i=1}^n A_3} \quad (4)$$

En donde:

$$A_1 = [\Delta W (1 - k_v) + \Delta U_\beta \cos \beta + \Delta Q \cos \delta] (\operatorname{sen} \alpha)$$

$$A_2 = [\Delta U_\beta \operatorname{sen} \beta + \Delta Q \operatorname{sen} \delta] (\cos \alpha - h/R)$$

$$A_3 = [k_h \Delta W] (\cos \alpha - \frac{h_{eq}}{R}) \quad (4a)$$

y la fuerza normal ($\Delta N'$) es:

$$\Delta N' = \frac{1}{m_\alpha} [\Delta W (1 - k_v) - \frac{\Delta C \operatorname{sen} \alpha}{F} - \Delta U_\alpha \cos \alpha + \Delta U_\beta \cos \alpha + \Delta U_\beta \cos \beta + \Delta Q \cos \delta]$$

(4b)

Dónde:

$$m_\alpha = \cos \alpha [1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \phi}{F}] \quad (4c)$$

Las ecuaciones (4), (4a), (4b) y (4c) estarán programadas en el programa SLIDE, el que nos permitirá determinar el factor de seguridad al deslizamiento

en superficies de falla circulares como indica el método simplificado de Bishop.

- **Evaluación del Nivel de Riesgo de la Inestabilidad de Taludes.**

Esta evaluación considera la probabilidad de la ocurrencia de una inestabilidad en un talud. Esto estará en base a los parámetros más importantes de la estabilidad como el volumen de movimientos, la topografía, velocidad con que se desarrolla el fenómeno (este va a depender de las propiedades físicas, forma de la superficie de rotura, pendiente del talud) y los efectos que este produzca. Se definirán los siguientes niveles de riesgo para este trabajo:

a) Riesgo Bajo (1)

El peligro que representan estos taludes en la carretera son pocos, en caso de que se dé un derrumbe no interrumpirá el tránsito vehicular y no afectará más del borde interno de la plataforma. Las medidas correctivas para este nivel son labores de mantenimiento a través de la remoción de materiales o ninguna medida correctiva. Generalmente en este tipo de riesgos se tienen taludes de corte con alturas <10 m.

b) Riesgo Medio (2)

El peligro que representan estos taludes para la carretera es moderado, en caso de que se dé un derrumbe o desplazamiento permitirá que el tránsito vehicular se de con normalidad, comprometiendo una sola vía de la carretera. Las medidas correctivas serán un mantenimiento periódico, luego de lluvias muy intensas o un sismo. Generalmente se tratan de taludes de corte de entre 10 y 35m de altura.

c) Riesgo Alto (3)

El peligro que representan estos taludes en la carretera es mayor o considerable, en caso se de desplazamientos estos pueden dañar estructuras como muros y alcantarillas puesto que ocupara la totalidad de la plataforma los materiales caídos, interrumpiendo así el tránsito vehicular. Generalmente se tratan de taludes con pendientes elevadas (50° a 80°) y con alturas mayores a 35m.

d) Riesgo Elevado o Crítico (4)

Estos taludes presentan una propensión o evidencia de activación. En caso de algún movimiento este afectaría las estructuras existentes y la plataforma de la vía.

Considerando estos procesos de valoración de taludes se concluye que el estado de los taludes es: 20% taludes con riesgo bajo, 80% taludes estables.

➤ Análisis de Estabilidad de Taludes en Macizo Rocosos:

Para realizar el diseño y análisis de estabilidad de taludes en macizos rocosos se debe investigar cuidadosamente las propiedades de la roca fracturada las mismas que se encuentran influenciadas notablemente por la existencia de fisuras y otras superficies de separación de índole geológica.

La proyección estereográfica de las discontinuidades que se encuentran en los taludes del macizo rocoso debe ser determinada con el programa de computacional CONTEO u otro similar, la misma que muestra de forma gráfica las discontinuidades agrupándolos en "set" o familias principales para posteriormente hallar el tipo de falla con mayor probabilidad de ocurrencia en el talud, luego de ser hallada el tipo de falla para cada caso se estudiara a través del método de equilibrio límite. Luego del análisis del macizo rocoso los siguientes tipos de falla fueron identificados.

a) Falla tipo planar

Este tipo de falla se da con la presencia de una fractura dominante orientada convenientemente sobre el talud. La falla planar va a estar definido por el buzamiento del talud o ángulo de fricción según la salida del programa "conteo". Este tipo de falla es el más simple que pueda darse en un talud.

b) Falla tipo cuña

El factor de seguridad será más complicado de obtener que en el caso de una falla planar ya que se hará en 3 dimensiones el cálculo (lo que nos da un mayor número de variable angulares). Se producirá esta falla mediante 2 discontinuidades dispuestas oblicuamente a la superficie del talud, teniendo la intersección de ambas líneas aflorando en la superficie del talud mismo y desfavorables buzamientos.

c) Falla por volteo

Se da esta falla cuando 2 familias de discontinuidades ortogonales dirigidas convenientemente producen un sistema de bloques. Se analizara la estabilidad de taludes para cada talud debido a la variación de la dirección de las discontinuidades.

2.2-2.7. EVALUACIÓN DE PELIGRO SÍSMICO

Los siguientes pasos se realizaron para la evaluación del peligro sísmico:

- a) Hallar la sismicidad regional,
- b) Reconocer las características sismo tectónicas,
- c) Evaluar la atenuación de los efectos sísmicos regionales
- d) Determinar el coeficiente sísmico de diseño.

Se utilizara el método probabilístico para evaluar el peligro sísmico. Para el área del proyecto se planteara niveles sísmicos de movimiento también se planteara valores para el coeficiente sísmico en el diseño de taludes.

➤ Historia Sísmica del Área de Influencia

El trabajo de Silbago (1969,1973, 1978 y 1992) será la fuente principal de datos de intensidades sísmicas, ya que en él se detalla los eventos sísmicos mas importantes ocurridos en el Perú.

Se agrega un resumen con la descripción de los sismos ocurridos con influencia en el área del Proyecto, este estará en función al Proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina) y el trabajo de Silgado (1943-1992) .Se observa que desde el siglo XVI hasta el siglo XIX solo se registran sismos sentidos en las principales ciudades de Arequipa.

Por lo tanto se evalúa la información que se tiene, concluyendo que existe poca información histórica en el área de influencia.

➤ Distribución Espacial de los Sismos

En los últimos tiempos la ubicación de los hipocentros ha mejorado, para la obtención de datos sismológicos se tomara los siguientes periodos:

- 1) Antes de 1900: datos históricos descriptivos de sismos destructores.
- 2) 1900 - 1963: datos instrumentales aproximados.
- 3) 1963 - 1992: datos instrumentales precisos.

Se obtuvo del Instituto Geofísico del Perú la información sismológica utilizada, a solicitud de la JNR CONSULTORES SA., y abarca un área mayor, los parámetros

focales de los sismos entregados corresponden al período 1960 al 2014, con intervalo de magnitud ≥ 4.0 grados. Serán publicados por el ISC (Internacional Seismological Center) los datos verificados.

La distribución espacial de los sismos en el área de influencia tienen el mismo patrón que en el resto del territorio peruano, la actividad sísmica mayor se concentrara en el mar, paralelo a la costa. Se puede observar como la placa de nazca se subducta, teniendo en cuenta que las profundidades focales de los sismos hacia el continente aumenta. Los sismos que se producen en el continente están relacionados con fallas existentes y son superficiales.

➤ **Tectónica y Sismotectónica**

a) **Tectónismo de los Andes Peruanos**

El Perú está ubicado en una región con alta actividad sísmica, conformando el Cinturón Circumpacífico.

Los rasgos tectónicos mas importantes en la región occidental de Sudamérica vienen a ser la fosa oceánica Perú Chile y la cordillera de los Andes, estos están asociados a la alta actividad sísmica, producto de la interacción de 2 placas convergentes.

El principal mecanismo que provoca el movimiento de las placas se desconoce pero se asume que se debe a movimientos del manto caliente y plástica de la tierra o a corrientes de convección, también a la rotación de la tierra y efectos de la gravedad.

Los márgenes continentales escasamente coinciden con los bordes de las placas en caso se den pueden ser de 3 tipos:

- Según fallas de transformación, en estas las placas se deslizan una sobre otra.
- Según cordilleras axiales, se forman nuevos suelos oceánicos, debido a la divergencia de las placas.
- Según zonas de subducción, las placas convergen, sumergiéndose una de ellas bajo el borde delantero de la suprayacente.

La mayor actividad tectónica se da en el borde de las placas, los terremotos serán producto del frotamiento de estas placas. Uno de los bordes mayores de la tierra viene a ser la margen continental occidental de Sudamérica en la cual la Placa de Nazca es subducida bajo la Placa Continental Sudamericana.

De la cadena meso-oceánica del Atlántico crece la Placa Sudamericana, este avanza con una velocidad de 2 a 3cm por año al noroeste en donde se encuentra con la Placa de Nazca(al extremo occidental).

De la cadena meso-oceánica del Pacífico Oriental crece la Placa de Nazca avanzando con una velocidad de 5 a 10 cm por año al este, encontrándose con la Placa Sudamericana y subyaciendo por debajo de esta con una velocidad convergente de 7 a 12cm por año.

Como respuesta de la subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana se forman la Fosa Perú-Chile y la Cadena Andina. Como resultado de la interacción de estas placas se tiene una proporción mayor de la actividad sísmica en la zona occidental de este continente.

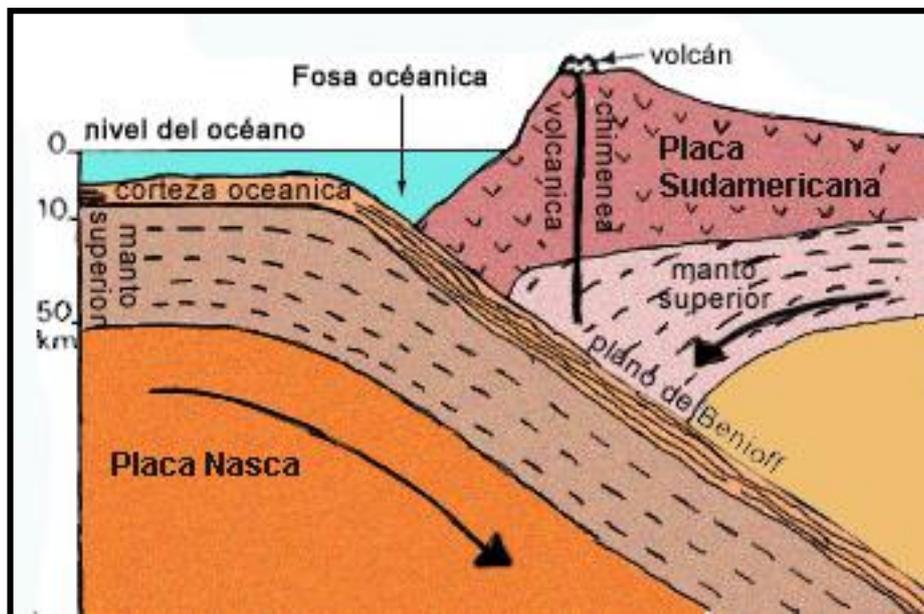


Figura 26: Gráfico donde se observa en vista vertical, el “choque” entre dos placas tectónicas, por estar ubicados en una zona de tectónismo comprensivo.

Fuente: (Berrocal et al, 1975).

En el área de estudio se tiene los siguientes rasgos tectónicos superficiales más importantes: (Berrocal et al, 1975).

- La Dorsal de Nazca.
- La porción hundida de la costa al norte de la Península de Paracas, relacionada con un zócalo continental más ancho

- La Fosa Oceánica Perú Chile.
- La cadena de los Andes.
- Sistemas regionales de fallas normales e inversas y de sobre escurrimientos.
- Las unidades de deformación y sus intrusiones magmáticas asociadas.

Para la constitución tectónica de la parte occidental, la Dorsal de Nazca tiene una influencia decisiva. La Fosa Oceánica será dividida en la Fosa de Lima y la Fosa de Arica por la Dorsal de Nazca.

El rasgo tectónico más evidente es la Cadena Andina. La convergencia de la Placa de Nazca y la Sudamericana da como respuesta una deformación al interior de la Litósfera continental.

b) Sismo-Tectónica Regional

De acuerdo al estudio sobre Observaciones acerca de la Neotectónica del Perú (Sebrier et al 1982), en áreas relativamente cercanas al proyecto existen las fallas activas de la Cordillera Blanca y la falla activa de Huaytapallana.

Las fallas de la Cordillera Blanca están limitando el borde oeste de la Cordillera Blanca, con rumbos entre N100° y N 15°E y con buzamientos entre 55° y 75° SW. El sistema está definido como una falla normal activa, constituyéndose como la de mayor importancia en los Andes del norte del Perú. Se extiende por una longitud de 200 km. desde Chiquián hasta Corongo. El sector norte tiene una traza continua, mientras que el sector sur tiene trazas individuales.

La falla de Huaytapallana se ubica al pie de la cordillera del Huaytapallana. Dicha cordillera constituye el segmento de la Cordillera Oriental que domina la cuenca de Huancayo. El sentido global de la falla es NW-SE, con un buzamiento de 65° hacia el NE. Esta falla fue reactiva en el sismo de 1969, ocasionando un movimiento del tipo Siniestral-Inverso. Al norte de la falla el desplazamiento vertical alcanza hasta 2 m. La magnitud del sismo en 1969 fue de $m_b=5.9$, Con 25 Km de longitud.

Se observa la actividad sísmica de la porción oceánica en el mapa sismotectónico, esta actividad está conformada por sismos superficiales (con profundidades focales <70Km) concentrados específicamente entre la línea de la costa y la fosa marina.

Frente a la costa de Ancash se encuentra un área de alta concentración.

En el Huaytapallana (porción continental) se encuentran nidos sísmicos superficiales y en gran parte de la zona subandina del Perú Central. Pertenecerán a la zona de subducción todos los sismos que se encuentran en la porción oceánica, en tanto pertenecerán a la zona de Benioff los sismos que se encuentran en la porción continental, teniendo 70 Km a más de profundidades focales y también los sismos continentales superficiales.

Es importante tener en cuenta las diferencias principales en las características de atenuación relacionadas con los sismos superficiales y de subducción al momento de considerar las fuentes de sismos.

Podemos concluir que se atenúan con mayor velocidad los sismos superficiales que los sismos de subducción.

Finalmente cabe la pena resaltar que es importante considerar las fuentes cercanas de los sismos continentales superficiales con relación en el área del Proyecto así como es importante la consideración de las fuentes sísmicas de subducción.

➤ **Relación de Sismos Históricos con Influencia en el Área de Estudio**

FECHA	MAGNITUD	NOMBRE	EPICENTRO	ZONAS AFECTADAS	VÍCTIMAS Y DAÑOS MATERIALES
14 de febrero, 1619	8.4 Mw	Trujillo de 1619	Cerca de Trujillo, actual departamento de La Libertad.	Costa norte del Perú.	3.000-5.000 muertos. Destrucción de Trujillo, Piura, Saña y Santa
27 de noviembre, 1630	7.8 Ms	Lima y Callao de 1630	Océano pacífico	Costa central del Perú.	Desastroso. Varios muertos y contusos en Lima. Destrucción de algunos edificios en Lima y Callao.
13 de noviembre, 1555	7.5 Ms	Lima de 1555	Océano Pacífico, 15 km al noreste de las Islas Hormigas de Afuera	Costa central del Perú	Causa serios daños en las edificaciones de Lima.
17 de julio, 1578	7.7 Mw	Villa de Santa María de Cañete de 1578	Cerca de la Provincia de Cañete	Costa centro del Perú	Destruye casas, templos y el palacio de los virreyes.
9 de julio, 1586	8.6 Mw	Lima y Callao de 1586	Océano Pacífico, frente a Lima.	Costa central del Perú	22 muertos. La torre de la Catedral de Lima y las partes altas de edificios se derrumban. Maremoto arrasa el Callao y otros poblados.
19 de octubre, 1609	7.5 Ms	Lima y Callao de 1609	Océano Pacífico, 30 km al noroeste del Callao	Costa central del Perú.	aprox. 200 muertos. Unas 500 casas en Lima se derrumban y la Catedral es seriamente afectada.
13 de noviembre, 1655	7.8 Ms	Lima y Callao de 1655	Océano pacífico	Costa central del Perú.	Un muerto. Gran destrucción en Lima y Callao. Se abren 2 grietas en

					la Plaza Mayor y se derrumba la iglesia de los jesuitas. Graves daños en el Presidio de la Isla San Lorenzo.
12 de mayo, 1664	8.0 Mw	Ica y Pisco de 1664	Océano pacífico	Actual departamento de Ica.	Acompañado de un maremoto. Destrucción total de la ciudad de Ica. 400 muertos en Ica y 60 muertos en Pisco. Pérdida de gran cantidad de vinos y aguardientes almacenados en las bodegas. En Lima se sintió con gran intensidad.
17 de junio, 1678	7.5 Ms	Lima y Callao de 1678	Océano pacífico	Costa central del Perú.	9 muertos. Fuerte destrucción en Lima y Callao.
20 de octubre de 1687	8.0 Mw 8.4 Mw	Lima y Callao de 1687	Océano Pacífico, al oeste de Lima y el Callao.	Costa y sierra central del Perú.	Dos terremotos en el mismo día. Maremoto arrasa el Callao y otras ciudades costeras. 1,541 muertos. Destrucción total de Lima. Se salva la imagen del Señor de los Milagros.
14 de julio de 1699	6.5 Mb	Lima de 1699	Océano pacífico	Actual Departamento de Lima	Fuerte temblor en Lima.
6 de enero, 1725	7.8 Ms	Trujillo de 1725	Cerca de Trujillo.	Norte del Perú.	Fuerte sismo de duración prolongada. 4.000 muertos. Daños materiales en Trujillo y Lima. En los nevados de la Cordillera Blanca originó la

					rotura de una laguna glaciar, la cual desbordándose, arrasó un pueblo cercano a Yungay, muriendo 1,500 personas. Similar al de Ancash de 1970.
28 de octubre, 1746	8.6 Mw ó 8.8 Mt	Lima y Callao de 1746	Océano Pacífico, Oeste del Callao.	Costa y sierra central del Perú.	El mayor terremoto de la historia de Lima. Maremoto gigantesco. Entre 15,000 a 20,000 muertos. En Lima unas 5,000. En el Callao solo se salvaron 200 de una población de 5,000. Destrucción total de Lima y el Callao.
14 de marzo, 1747	7.0 Ms	Tauca de 1747	Cerca de la provincia de Pallasca	Tauca, hoy en la provincia de Pallasca, Ancash	Sismo destructor en el pueblo de Tauca, entonces en la jurisdicción de Conchucos. Causó muertos y se registraron daños en Corongo.
2 de setiembre, 1759	7.8 Ms	Trujillo de 1759	Cerca de Trujillo.	Norte del Perú.	5 muertos en Trujillo. Varias edificaciones averiadas. La Catedral sufrió en sus bóvedas y torres. Sentido entre San Pedro y Santa. En Huamachuco fue intenso.
26 de enero, 1777	6.5 Mb	Lima de 1777	Océano Pacífico	Costa central del Perú.	Temblores muy violentos.

14 de octubre, 1791	6.0 Mb	Pasco de 1791	Cerca de Pasco	Villa de Pasco	Fuerte temblor, acompañado de gran ruido. Se apreció una dirección NE-SO según Rossi y Rubi.
1 de diciembre, 1806	8.0 Mw	Lima de 1806	Océano Pacífico, frente al Callao.	Costa central del Perú.	Fuerte seísmo de larga duración (aprox. 2 minutos), acompañado de un maremoto. Daños en Lima y el Callao.
30 de marzo, 1813	7.0 Ms	Ica de 1813	Cerca de Ica.	Actual departamento de Ica.	32 muertos. Destrucción de la villa de Ica. Grandes grietas se formaron en el cauce del río Ica, emergiendo gran cantidad de lodo.
30 de marzo, 1828	7.9 Ms	Lima de 1828	Océano Pacífico, oeste del departamento de Lima.	Costa central del Perú.	Acompañado de un maremoto. 30 muertos. Serios daños en Lima. La ciudad queda intransitable por los escombros. Otras ciudades de la costa destruidas.
4 de julio, 1839	6.8 Mb	Chanchamayo de 1839	Actual distrito de Chanchamayo, departamento de Junín.	Chanchamayo, selva central del Perú.	Saca de su lecho al río Aynamayo, cambiando su curso.
20 de agosto, 1857	7.9 Ms	Piura de 1857	Cerca de Piura, departamento de Piura.	Noroeste del Perú.	Destrucción de muchos edificios en Piura. Se abrió la tierra, de la cual emanaron aguas negras. Daños menores en el puerto de Paita.
13 de abril, 18	6.0 Mb	Apurímac de 1861	Cerca a Apurímac	Departamento de	Afectados los pueblos

61				Apurímac y parte del de Ayacucho	de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera.
20 de septiembre, 1898	6.0 Mb	Callao de 1898	Océano Pacífico	Lima y Callao.	Fuerte sismo que causa daños en las edificaciones. Se sintió fuerte en el Callao.
2 de enero de 1902	6.5 Mb	Casma y Chimbote de 1902	Océano Pacífico	Costa norte y central del Perú.	Fuerte y prolongado en Casma y Chimbote. Se sintió desde Paita hasta Lima.
4 de marzo, 1904	6.5 Mb	Lima y Callao de 1904	Matucana, departamento de Lima, Perú	Costa central del Perú.	5 muertos. Los mayores daños materiales ocurrieron en Chorrillos y el Callao
12 de diciembre, 1908	8.2 Mw	Costa central del Perú de 1908	Frente a las costas de Ancash y Lima.	Costa Central del Perú.	10 muertos.
24 de julio, 1912	7.8 Mw	Piura de 1912	Huancabamba, departamento de Piura.	Dpto. de Piura.	Provincias de Piura, Huancabamba y Jaén afectadas, también en Las Guayas (Ecuador) Percibido en Lima (III), Trujillo (VI).
2 de diciembre, 1914	7.0 Ms	Parinacochas de 1914	Cerca de Parinacochas	Provincia de Parinacochas, departamento de Ayacucho.	34 muertos. Daños mayores en pueblos situados en la divisoria de la Cordillera Occidental entre Ayacucho y Arequipa.
20 de mayo, 1917	6.0 Mb	Trujillo de 1917	Cerca de Trujillo, departamento de La Libertad	Costa norte del Perú.	Causa daños en edificios públicos de Trujillo. Se sintió fuerte en Saña, Chimbote y Casma.
11 de marzo, 1926	6.4 Mb	Lima de 1926	Océano Pacífico	Costa y sierra central del	Fuerte sismo en Lima; se producen

926				Perú.	derrumbes en la ruta del ferrocarril central.
19 de enero, 1932	7.5 Mw	Huacho de 1932	Huacho, Dpto. de Lima	Costa central del Perú.	Muchos daños en Huacho.
5 de marzo, 1935	6.4 Mb	Norte del Perú de 1935	Océano Pacífico	Costa y sierra norte del Perú.	Se sintió en la costa peruana, entre las latitudes 5° y 11°, causó muchos daños en Trujillo, ligeros daños en Cutervo, Cajamarca, Chimbote y Casma; sentido en todas las poblaciones del Callejón de Huaylas hasta Chiquián.
21 de junio, 1937	7.0 Ms	Costa norte del Perú de 1937	Océano Pacífico	Costa norte del Perú.	En Trujillo ocasiona caída de cornisas y rajaduras en paredes. En Lambayeque y Salaverry derrumbes de torres de iglesias.
24 de diciembre, 1937	6.5 Mb	Huancabamba y Oxapampa de 1937	Huancabamba, departamento de Pasco.	Vertientes orientales de la Cordillera Central.	53 muertos.
24 de mayo, 1940	8.2 Mw	Lima y Callao de 1940	Océano Pacífico, frente a las costas de Callao y del departamento de Lima.	Costa central del Perú.	Acompañado de un maremoto. Fue sentido desde Guayaquil en el Norte hasta Arica en el Sur. 1,000 muertos. Las zonas más afectadas en Lima fueron el Centro, Barranco, La Molina y Chorrillos.
15 de	5.3 Mb	Lima de	Océano	Costa central	Temblores muy

junio, 1945		1945	Pacífico	del Perú.	fuerte en Lima, causa cuarteaduras en el Barrio Obrero del Rímac. Sentido desde Supe hasta Pisco en la costa, en Canta, Matucana, Morococha, Casapalca y Huaytará en el interior
21 de agosto, 1945	5.5 Mb	Sierra central de 1945	Cerca de Tarma	Sierra central del Perú y vertientes orientales de los Andes.	Se siente fuerte en Cerro de Pasco, San Ramón, Llata, Huánuco. Ligeramente en las ciudades de la costa, entre Lima y Mala.
10 de noviembre, 1946	7.3 Ms	Sihuas de 1946	Quiches, provincia de Sihuas, departamento de Ancash.	Dptos. de Ancash y La Libertad.	2,500 muertos. Seísmo asociado a un visible caso de dislocación tectónica. Ocurren transformaciones topográficas y derrumbes en la parte alta del pueblo de Quiches.
1 de noviembre, 1947	7.7 Mw	Satipo de 1947	Satipo, departamento de Junín	Entre la sierra central y la selva peruana.	2,233 muertos. Daños pronunciados en Satipo y otros pueblos aledaños. La carretera a Satipo es afectada en varios tramos. Sentido en casi todo el territorio peruano.
14 de febrero, 1948	5.6 Mb	Quiches de 1948	Quiches, departamento de Ancash	Dpto. de Ancash.	7 muertos

28 de mayo de 1948	7.0 Ms	Cañete de 1948	Cerca de Cañete	Provincia de Cañete, departamento de Lima.	Sismo destructor; ocasiona 3 muertos y deterioro en la mayoría de las construcciones de adobe y quincha.
10 de diciembre, 1950	6.5 Mb	Ica de 1950	Cerca de Ica, departamento de Ica.	Dpto. de Ica	10 muertos. Daños de consideración en algunas edificaciones de adobe. Sobre el terreno provocó la apertura de grietas en algunos terrenos de sembrío, donde surgió agua.
31 de enero, 1951	6.0 Mb	Lima de 1951	Océano Pacífico	Departamento de Lima	Fuerte temblor en Lima. El movimiento fue sentido en el litoral desde el paralelo 10° hasta el 14°.
4 de marzo, 1951	6.3 Mb	Chala de 1951	Cercanías de Chala, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa.	Dptos. de Arequipa e Ica.	El pueblo de Chala muy afectado. Ligeramente destructor en Caravelí.
23 de junio, 1951	7.2 Mw	Costa Norte de 1951	Océano Pacífico, frente a las costas del norte del Perú.	Dptos. de La Libertad y Ancash.	Afecta Trujillo, Yungay y Pacasmayo; sentido en Cajamarca y en todo el Callejón de Huaylas.
21 de abril, 1954	6.0 Mb	Cañete-Chincha de 1954	Entre Cañete y Chincha.	Dptos. de Lima e Ica	1 muerto
19 de agosto, 1955	7.2 Mw	Norte del Perú de 1955	Océano Pacífico	Dptos. de Ancash y La Libertad.	Ligeramente destructor en la Hacienda Cartavio y en Chimbote. Sentido desde Piura hasta Lima.
17 de	5.8 Mb	Chimbote	Océano	Dptos.	Temblor sentido

febrero, 1956		de 1956	Pacifico	de Ancash y La Libertad.	en todas las poblaciones de dichos dptos.
18 de febrero, 1956	6.2 Mb	Carhuaz de 1956	Carhuaz, departamento de Ancash	Callejón de Huaylas, dpto. de Ancash.	Sismo destructor sentido en todo el Callejón de Huaylas, causando 14 muertos. Daños en Carhuaz y en los caseríos de Amascha, Shilla, Lipa y Hualcán.
29 de octubre, 1956	6.5 Mb	Huánuco y Tingo María de 1956	Cerca de Huanuco	Dptos. de Huánuco y Ancash.	Ligeramente destructor en Huánuco y Tingo María. Sentido fuertemente en los pueblos aledaños al río Marañón, en el Dpto. de Ancash y en el pto. de Chimbote; levemente en Lima.
18 de febrero, 1957	5.5 Mb	Costa central del Perú de 1957	En el mar, frente a las costas del departamento de Lima	Dptos. de Ancash, Lima e Ica.	4 muertos. Sentido desde Huarmey hasta Chincha.
24 de diciembre, 1959	6.2 Mb	Ayacucho de 1959	Cerca de Ayacucho	Sierras del departamento de Ayacucho.	7 muertos. Destrucción de 250 viviendas en los poblados de Pomabamba, Moyobamba y Huahuapuquio. Sentido en la ciudad de Ayacucho y pueblos vecinos.
3 de marzo, 1962	6,0 Mb	Yungul de 1962	Yungul, distrito de Ulcumayo, departamento de Junín.	Vertientes orientales de los Andes centrales.	20 muertos. Destrucción y agrietamientos de las partes altas.
18 de abril, 1962	5.8 Mb	Huaraz de 1962	Cerca de Huaraz	Dpto. de Ancash.	Causa numerosos agrietamientos en las construcciones

					de adobe de la ciudad de Casma y deterioros en una de las torres de la Catedral de Huaraz. Deslizamientos de relaves en el asiento minero de Quiruvilca.
17 de septiembre, 1963	6.5 Mb	Norte y Centro del Perú de 1963	Cerca de Ancash	Dptos. de La Libertad, Ancash y Lima.	Movimiento destructor prolongado y ruidoso que se sintió a lo largo de la costa, entre Cañete y Trujillo y en las poblaciones del Callejón de Huaylas.
24 de septiembre, 1963	7.1 Mw	Ancash de 1963	Cerca de Ancash	Dpto. de Ancash.	Causa fuertes daños a las casas de adobe de los pueblos de la Cordillera Negra. Muchas averías en los canales de regadío y caminos. En Huaraz y Huarmey se producen severos daños en las viviendas; algunas rajaduras en inmuebles antiguos del norte de la ciudad de Lima; sentido fuertemente en Chimbote y Salaverry.

17 de octubre, 1966	8.2 Mw	Lima y Callao de 1966	Océano Pacífico, frente a las costas de Huacho y Barranca, departamento de Lima	Costa central del Perú.	Acompañado de un maremoto moderado. 220 muertos; 1,800 heridos; 258,000 damnificados. Las zonas más afectadas de Lima fueron La Molina, Puente Piedra, las zonas antiguas del Rímac y del Cercado, las zonas adyacentes a los cerros y una banda a lo largo del río Rímac hasta el Callao
1 de octubre, 1969	6.2 Mb	Huaytapallana de 1969	Huaytapallana, distrito de Pariahuanca, departamento de Junín	Huaytapallana	1,300 muertos. Se produce una falla o desplazamiento vertical del terreno en las faldas del nevado Huaytapallana.
14 de febrero, 1970	6.2 Mb	Panao de 1970	Panao, Provincia de Pachitea, Departamento de Huánuco	Panao.	10 + muertos; numerosos heridos. Los pueblos más afectados fueron Chaglla, Quero, Ayllamarca, La Linda y otros donde quedaron destruidas todas las viviendas rurales.
31 de mayo, 1970	7.9 Mw	Ancash de 1970	Océano Pacífico, frente a las costas del departamento de Ancash	Norte del Perú.	El más catastrófico ocurrido en el Perú, por la cantidad de víctimas. 100,000 muertos (25,000 desaparecidos); 358,000 heridos (157,245 hospitalizados); 3,000,000

					<p>damnificados. La ciudad de Yungay desaparece cubierta por un gigantesco aluvión.</p> <p>Dstrucción de Huaraz y otras ciudades. Sentido desde Tumbes hasta Ica y desde la costa hasta Iquitos.</p>
5 de mayo, 1971	6.2 Mb	Sihuas de 1971	San Miguel, provincia de Sihuas, departamento de Ancash.	Dpto. de Ancash.	<p>En el caserío de San Miguel de Chingalpo y el pueblo de Quiches se producen víctimas por deslizamientos y desplomes: 5 muertos; 30 heridos. Tuvo su origen en el mismo foco del terremoto de 1946.</p>
10 de junio, 1971	5.8 Mb	Pasco de 1971	Cerca de Pasco	Centro del Perú.	<p>Deteriora varias casas rurales antiguas en Pasco. Sentido fuerte en Huánuco, Junín, Chincha e Ica.</p>
3 de octubre, 1974	8.1 Mw	Lima de 1974	Al Oeste de la Región Central, en la costa sur del departamento de Lima.	Dptos. de Lima e Ica	<p>Duración de cerca de 2 minutos. 252 muertos; 3,600 heridos; 300,000 damnificados. Son afectadas Lima, Mala, Cañete, Chincha y Pisco. En Lima sufrieron daños edificios públicos, iglesias, monumentos históricos. El Tsunami inundó</p>

					varias fábricas en El Callao.
18 de abril, 1993	6.4 Mw	Lima de 1993	Centro del departamento de Lima		13 + muertos; 200 heridos; más de 480 familias damnificadas.
26 de febrero, 1996	7.5 Mw		Al Oeste del Perú, lejos de la costa norte-centro,	Dptos. De Lambayeque, La Libertad y Ancash	40 + muertos (17 desaparecidos); 200 heridos y 22,000 damnificados por tsunami.
20 de octubre, 2006	6.7 Mw	Cañete-Chincha del 2006	Oeste de Chincha, departamento de Ica		Heridos leves.
15 de agosto, 2007	8.0 Mw	Pisco e Ica del 2007	Océano Pacífico, a 40 km al Oeste de Chincha Alta, departamento de Ica.	Provincia de Pisco, Chincha, Ica y Cañete	596 fallecidos; 2,000 heridos; 340,000 damnificados.
16 de noviembre, 2007	6.8 Mw		La frontera de Perú-Brasil; límites de los dptos. de Ucayali y Loreto, Perú.		Heridos leves.
29 de marzo, 2008	5.5 Mw	Callao del 2008	Al Oeste de Limay Callao, en el mar.	La Punta (en el Callao) y Lima.	1 mujer anciana muere por paro cardíaco; varios heridos leves y más de 140 familias damnificadas.
26 de agosto, 2008	6.4 Mw	Pucallpa del 2008	66 km al noroeste de Pucallpa	Selva Central del Perú, amazonía de Brasil	Daños materiales.
3 de	5.7 Mw		75 km al	Costa y sierra	Daños materiales

enero,2010			noroeste de Huaraz en Ancash	central del Perú	menores. Debido a que su hipocentro de encontró a 100 km de profundidad, se sintió en zonas alejadas como Ica y Piura
25 de enero,2010	5.9 Mw		39 km al noreste de Puerto Inca, en el límite entre las regiones Huánuco y Ucayali	Centro del Perú	No se registraron daños
23 de marzo,2010	6.0 Mw		40 km al sureste de Nasca, a 40 km de profundidad	Centro y sur costero de Perú	No se registraron daños
22 de setiembre, 2010	5.7 Mw		39 km al oeste de Tambo de Mora, en Ica	Centro-sur del Perú	Corte del fluido eléctrico y de las comunicaciones. 10 viviendas inhabitables.
24 de agosto, 2011	7.0 Mw	Pucallpa(Terremoto del Perú de 2011)	44 km. al sur de Contamana Ucayali	Centro del Perú. Percibido en Ecuador, Colombia, Brasil y Bolivia.	03 muertos y 50 heridos leves, daños menores a estructuras, derrumbes y corte temporal de la electricidad y las comunicaciones.
28 de octubre, 2011	6.9 Mw	-	117 km al suroeste de Ica	Centro y sur del Perú	1 muerto, 103 heridos, 134 casas destruidas, 600 inhabitables y casi 1000 damnificados. Corte temporal de las comunicaciones y fluido eléctrico. Asimismo, la catedral de Ica (patrimonio cultural) y 2 iglesias más

					colapsaron.
30 de enero, 2012	6.4 Mw	-	47 km al suroeste de Ica	Centro y sur del Perú	150 heridos, 15 casas destruidas, 125 inhabitables y alrededor de 800 damnificados. Corte de fluido eléctrico y de las telecomunicaciones en la región Ica.
02 de agosto, 2012	6.2 ML	-	47 km al suroeste de Pucallpa, Ucayali	Centro y oriente del Perú	Daños leves, corte de fluido eléctrico.
18 de junio, 2013	4.8 Mw	-	58 km al oeste del Callao	Centro del Perú.	Derrumbes menores en los acantilados limeños.
15 de marzo, 2014	6.2 Mw	-	45 kilómetros al sur de Pisco, en la región Ica	Centro-sur del Perú.	Viviendas precarias dañadas.
15 de mayo, 2014 17:43	5.8 ML	-	29 kilómetros al suroeste de San Pedro de Lloc, La Libertad	Costa norte del Perú	Causó pánico en Trujillo, Chiclayo y zonas aledañas; grietas en viviendas antiguas de Trujillo, 02 niñas con heridas leves.
3 de junio, 2014 16:46	5.4 ML	-	50 kilómetros al oeste de Chilca Lima	Costa central del Perú	Sentido con nivel IV en Lima, Mala, Callao y Chilca; causó pánico, congestión de líneas telefónicas y derrumbes de piedras en la Costa Verde y el Serpentin de Pasamayo.

Tabla 12: Relación de Sismos Históricos con Influencia en el Área de Estudio

Fuente: Elaboración propia

➤ **Estudio Sísmico Probabilístico**

Se define como peligro sísmico a la posibilidad de que un sismo de gran magnitud se de en una cantidad de años, en una zona determinada y este puede exceder o no un determinado nivel de magnitud ya dada (velocidad, aceleración, etc.).

Inicialmente en este método se va a realizar un análisis de la actividad sísmica pasada para poder obtener así las fuentes sismogenicas teniendo en cuenta en la región las características tectónicas. Posteriormente se hallara la recurrencia de las zonas sismogenicas y se podrá determinara los posibles valores de intensidades máximas con la atenuación sísmica.

a) Fundamentos del Análisis del Peligro Sísmico

Se definió al inicio lo que es peligro sísmico con lo cual se puede decir que el termino intensidad se hace extensivo a cualquier característica de un sismo como la aceleración máxima, su magnitud, el valor espectral del desplazamiento del suelo, el valor espectral de la velocidad, valor medio de la intensidad Mercalli Modificada y otros parámetros.

Los mecanismos geotécnicos influyen en gran manera en la generación de sismos. Hasta la fecha no se puede pronosticar de manera determinada la ocurrencia de un sismo tal como su intensidad, la situación de ocurrencia, tiempo, etc. Por lo tanto podemos decir que la generación de sismos, tiempo, espacio, pertenece a la categoría general de procesos estocásticos.

Es posible poder predecir un futuro evento sísmico en base a datos pasados, estos pueden ser hallados por modelos estadísticos como el de Poisson y Markov. Los modelos mencionados son usados para simular la ocurrencia de sismos producidos en el tiempo.

El modelo de Poisson es el más usado. El modelo de Markov difiere al de Poisson ya que este asume que la ocurrencia de eventos sísmicos nuevos va a estar relacionados con eventos sísmicos pasados, sin embargo el modelo de Poisson indica que la ocurrencia de un evento sísmico es independiente de otros eventos pasados.

Se observa una diferencia entre los resultados obtenidos por estos dos modelos. La teoría del rebote elástico es usada por el modelo de Markov, este modelo presenta algunas desventajas puesto que requiere un desarrollo más numérico

.Por otro lado el modelo de Poisson para magnitudes sísmicas pequeñas no está siempre asociada con los datos experimentales, este modelo ignora la tendencia de los sismos de agruparse en espacio y tiempo. A pesar de ello el modelo de Poisson es muy acertado.

Entonces podemos decir que el modelo de Poisson tiene las siguientes proposiciones:

- 1) Son espacialmente independientes los sismos
- 2) Son temporalmente independientes los sismos
- 3) La posibilidad de que dos eventos sísmicos se den en el mismo sitio y en el mismo instante es cero.

La no ocurrencia o ocurrencia de un sismo en un lugar no afecta otro evento sísmico en otro lugar de eso trata la primera proposición. Los eventos sísmicos no tienen memoria en el tiempo de eso trata la segunda proposición. La Ley de Poisson es expresada de la siguiente manera, en su forma más general:

$$P_n(t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^n}{n!}$$

Dónde:

$P_n(t)$: es la probabilidad de que hayan eventos en un período de tiempo t ;

N : es el número de eventos; y

λ : es la razón de ocurrencia por unidad de tiempo.

El modelo de Poisson tiene una desventaja y es que este no se ajusta para sismos de baja magnitud, pero para magnitudes grandes el modelo es muy efectivo. Generalmente en la ingeniería se tiene como principal interés los movimientos fuertes, por ello el modelo de Poisson resulta ser muy eficiente y de gran utilidad.

Para el análisis de la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico se aplica la teoría de las probabilidades ya que la ocurrencia de un evento sísmico es de carácter aleatorio. Aplicando esta teoría se puede demostrar que si la ocurrencia de un evento A depende de la ocurrencia de otros eventos: E_1, E_2, \dots, E_n , mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos; entonces, de acuerdo al

teorema de la probabilidad total, la probabilidad de ocurrencia de A está dada por la siguiente expresión:

$$P(A) = \sum_i^n P(A/E_i) \cdot P(E_i)$$

Donde $P(A/E_i)$ es la posibilidad condicional que A suceda, en caso E_i ocurra. La intensidad generalizada (I) de un sismo en un lugar específico va a depender del tamaño del sismo (intensidad epicentral o la magnitud) y de la distancia al lugar de interés. Si el tamaño de un sismo limitadas por sus funciones de densidad de probabilidad, $f_S(s)$ y $f_R(r)$ respectivamente, entonces el peligro sísmico basado por la probabilidad que la intensidad I sea mayor o igual que una intensidad dada, será: $P(I \geq i)$ y está dada por:

$$P(I \geq i) = \iint P[I(s, r)] f_S(s) f_R(r) ds dr$$

Esta es la expresión de la teoría desarrollada por Cornell (1968), para analizar el peligro sísmico. El desarrollo de la integral se realizara por el programa de cómputo Huaco elaborado por R. McGuire (1976) en el cálculo del peligro sísmico.

b) Evaluación de Fuentes Sismogénicas

Las fuentes sismogénicas que se utilizaron fueron las obtenidas del estudio de evaluación del peligro sísmico en el Perú (Castillo, 1993). Nos basamos en la características tectónicas con influencia en el área de estudio y el mapa de distribución de epicentros para la determinación de las fuentes sismogénicas. Las fuentes serán agrupadas en subducción y continentales debido a la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana y el proceso de reajuste tectónico del aparato andino.

Las placas de Nazca y Sudamericana serán modeladas por las fuentes de subducción. La actividad sísmica superficial andina estará relacionada con las fuentes continentales. Las fuentes serán presentadas como áreas puesto que no existe suficientes datos para que las fallas sean modeladas como fuentes lineales en este tipo de análisis.

Los sismos ocurridos en el área de estudio mayormente son el resultado de la interacción de las placas Sudamericana y Nazca en donde la placa de Nazca se subducta debajo de la Sudamericana con ángulos variables y a medida que

avanza hacia el continente se profundiza más, pudiendo observar fuentes de subducción superficiales, intermedias y profundas con 50,100 y 600 km respectivamente de profundidades focales.

c) Análisis Estadístico de Recurrencia

Hasta el año 1963 la información que existe es incompleta, puesto que no cuenta con profundidades focales ni valores de magnitudes de onda (m_b). Por lo cual se utilizara la información a partir del año 1963 en adelante para poder realizar el análisis estadístico de recurrencia.

De acuerdo a la expresión de Richter (1958) se determina la recurrencia de terremotos:

$$\text{Log } N = a - bM$$

Dónde:

N = número de sismos de magnitud M o mayor por unidad de tiempo.

a, b = parámetros que dependen de la región.

La expresión anterior también se puede describir como:

$$N = \Gamma_0 \cdot e^{-\beta M}$$

Dónde:

Γ_0 = 10^a es el número de sismos por unidad de tiempo con $M > 0$.

β = $b \cdot \ln 10$

Se utilizó la magnitud M para calcular los parámetros estadísticos de recurrencia en cada una de las fuentes sismogénicas, definiendo $M = \max \{m_b, M_s\}$. Se realizó una relación entre las 2 magnitudes para homogenizar la muestra de datos:

$$m_b = 3.30 + 0.40 M_s$$

El método de máxima verosimilitud se utilizó para el análisis estadístico de recurrencia, tomando los datos del 1963 - 1992. Dicho método ajusta la recta al valor medio de los datos de la magnitud mínima de homogeneidad, incluyendo la máxima magnitud dada, Regulando el aporte que dan los sismos de diversas magnitudes. Permitiendo que refleje de mejor manera el estudio de los esfuerzos de la región el valor b.

d) Ley de Atenuación

La primera ley es la propuesta por Casaverde y Vargas (1980), de las 2 leyes que se utilizaran, esta será usada para fuentes relacionadas a mecanismos de subducción. Se basa esta ley en los registros de acelerógrafos de las componentes horizontales de 10 sismos ocurridos en lima y alrededores.

Es evidente que la atenuación de los sismos peruanos es menor a diferencia de la atenuación en otras partes del mundo. En el Instituto Geofísico en la avenida Arequipa, el Instituto Geológico en la Plaza Habich, en la casa del Dr. Huaco en las Gardenias y en la Molina, en Zárate, se registraron los sismos de los acelerógrafos instalados en estos lugares.

la ley es Atenuación de Aceleraciones:

$$a = 68.7 e^{0.8 M_s} (R + 25)^{-1.0}$$

Dónde:

a = es la aceleración en cm/seg²

Ms = es la magnitud de las ondas superficiales

R = es la distancia hipocentral en kms

Existe una escasez de datos de registro de aceleraciones, ya que los datos que se tiene son solo de la ciudad de lima.

La propuesta de McGuire (1974), es la segunda ley de atenuación usada, esta ley es utilizada para fuentes relacionadas con los sismos continentales, fue propuesta esta ley para la costa Oeste de los Estados Unidos. Esta ley tiene la siguiente forma:

Atenuación de Aceleraciones:

$$a = 472 * 10^{0.28 M_s} (R + 25)^{-1.3}$$

Que expresada en forma logarítmica resulta:

$$\ln a = 6.156 + 0.64 M_s - 1.30 \ln (R+25)$$

Dónde:

- a = es la aceleración en cm/seg²
 Ms = es la magnitud de las ondas de superficie
 R = es la distancia hipocentral en km.

e) Determinación del Peligro Sísmico

Se utilizó la metodología e información importante disponible en la literatura para determinar el peligro sísmico en el área de estudio. Se utilizó el programa de cómputo Risk desarrollado por McGuire (1976), con datos para las leyes de atenuación de aceleraciones de McGuire (1974) para los sismos continentales y de Casaverde y Vargas (1980) para los sismos de subducción. Se utilizó la propuesta de Castillo (1993) para los parámetros de recurrencia y las fuentes sismogénicas. Se utilizaron las siguientes coordenadas geográficas para la carretera en estudio.

UBICACIÓN	UTM		GRADOS DECIMALES	
	Inicio: Pallasca	18L 169830.87 E	9086369.02 S	-8.25 latitud
Final: Mollepata	18L 174767.97 E	9093233.29 S	-8.19 latitud	-77.95 longitud

Tabla 13: Coordenadas Geográficas.

Fuente: (Castillo, 1993)

Presentamos las corridas del programa Risk mostrando los resultados para la carretera Pallasca - Mollepata

El peligro sísmico anual se presenta para períodos de retorno de 30, 50, 100, 200, 400, 475 y 1000 años.

ZONA	AREA DE INFLUENCIA (°)		
Carretera Pallasca - Mollepata	Período Años	Rango de Magnitud mb	N° de Eventos
	1960 - 2014	>=4.0	1750

(°) Proporcionada por el Solicitante

Tabla 14: Parámetros de Selección.

Fuente: (Castillo, 1993)

- **Resumen de Resultados de las Corridas del Programa RISK**

Pallasca						
Periodo Retorno (Años)	50	100	200	400	475	1000
Intensidad	5.14	5.32	5.50	5.69	5.73	5.92
Antilogaritmo	170.16	204.44	245.61	295.09	308.56	372.22
Aceleración Max	0.174	0.209	0.251	0.301	0.315	0.380
Mollepata						
Periodo Retorno (Años)	50	100	200	400	475	1000
Intensidad	5.13	5.31	5.49	5.68	5.72	5.91
Antilogaritmo	168.47	202.39	243.14	292.09	305.55	368.52
Aceleración Max	0.172	0.207	0.248	0.298	0.312	0.376

Figura 27: Resumen de Resultados de las Corridas del Programa Risk

Fuente: Programa Risk

La selección del movimiento sísmico de diseño estará en base del tipo de obra, se considera períodos de retorno de 475 años para el sismo de diseño, para estructuras con una vida útil de 50 años y un nivel de excedencia del valor propuesto del 10%. Lo anterior significa que en la localidad en estudio la aceleración máxima del sismo de diseño será el promedio de 0.315g y 0.312g, teniendo como resultado **0.313g, para un periodo de retorno de 475 años.** Es pertinente considerar una aceleración efectiva en vez del instrumental pico, aplicando una reducción del valor de la aceleración, en el orden del 50% para

los casos de análisis pseudoestático de muros y taludes; y de 30% para el caso de análisis pseudoestático de Puentes y Túneles.

Por lo tanto, la aceleración efectiva (para una vida útil de 50 años) para Muros y taludes es de **0.16 g para periodos de retorno 475 años** y para el caso de Puentes y Túneles es 0.26g, el coeficiente sísmico para el diseño estará expresado en términos del período de la estructura y del período predominante del suelo

2.2-2.8. GEOTECNIA DEL PROYECTO

➤ Clasificación de Materiales.

La clasificación según las EG-2000 solo dan dos tipos de materiales: Material Suelto y Roca. Pero para cuestiones prácticas y de acuerdo a la realidad, los materiales para efectos de explanación (excavación y/o remoción) son clasificados como:

- **Excavación en roca fija (RF):**

Se tratan de la excavación de masas de rocas fuertemente litificadas o medianamente litificadas que a causa de consolidación y cementación necesitan el empleo sistemático de explosivos, en este grupo también se encuentra la excavación de bloques con más de 1m³ de volumen individual, estas son masas acumuladas o transportadas o macizos alterados por acción natural que requieren el uso de explosivos para su fragmentación. Incluye desquinche y peinado de talud.

- **Excavación en roca suelta (RS):**

Comprende el corte o excavación de masas de rocas cuyo grado de fracturamiento, cementación y consolidación permiten el uso de maquinaria y explosivos, siendo el empleo de este último en menor proporción que para el caso de roca fija. Comprende también la excavación de bloques de rocas con volumen individual menor de un metro cúbico (1 m³), procedentes de macizos fracturados o alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

- **Excavación de material suelto (MS):**

Comprende el corte o excavación de materiales, constituidos por suelos de distinta naturaleza, origen, compacidad y consistencia, cuya remoción y/o

extracción sólo requiere el empleo de herramientas manuales y/o maquinaria. Incluye la eliminación y peinado de los taludes.

En los trabajos de Movimientos de Tierras (explanaciones), es conveniente el uso de métodos de voladura controlada (Ver especificaciones técnicas) , no siendo recomendable el empleo de calambucos, para las voladuras, ni anfo como explosivo, a fin de evitar inestabilizar los taludes, y no generar desprendimientos y flujos de escombros, que pudieran acarrear desgracias materiales y humanas.

Con respecto a la concordancia con el tipo de material, la experiencia indica que no necesariamente existe correspondencia así por ejemplo:

El criterio de evaluación en función a la dureza de la roca, no se considera en esta evaluación dado que la experiencia ha demostrado, que taludes en roca dura pueden ser inestables si su sistema de discontinuidades es desfavorable al corte; así mismo, se ha visto que taludes en roca muy alterada, tienen un buen comportamiento si su sistema de discontinuidades es perpendicular al corte de la carretera.

Por lo tanto, el comportamiento de un talud en roca está relacionado con la distribución del sistema de discontinuidades, características del relleno y las propiedades de la roca intacta; y el comportamiento de un talud conformado por un deposito cuaternario, está íntimamente relacionado con su geometría, granulometría, compacidad, presencia de agua, grado de alteración de las partículas y la susceptibilidad a la erosión.

2.2-2.9. ANÁLISIS DEL ANCLAJE PASIVO PERMANENTE (PERNOS DE ANCLAJE R32-360)

a) Anclaje pasivo: El concepto básico de un perno de suelo, está basado en la instalación de un elemento longitudinal de refuerzo en el terreno. Por tanto, este sistema de carga difiere significativamente de los anclajes al terreno (tensionados) y pilas a tensión, ya que el perno es instalado sin tensión (sistema pasivo). Por consiguiente, los pernos incrementan la capacidad de carga de toda la estructura y actúan como un grupo de elementos, resistiendo tanto las fuerzas de tensión como cortantes que actúan en los

pernos. Un anclaje sometido a una carga inicial baja, normalmente comprendida entre 10 y el 25% de la máxima prevista en proyecto.

b) Pernos permanentes: con vida útil de hasta 50 años

c) La distancia y longitud de pernos: de centro a centro de los pernos es de 1.50m, que están debidamente calculadas, de tal forma, que estos son capaces de actuar como un sistema completo de pernado cuyas longitudes son de 12m.

d) Concreto lanzado y malla: Ejecutado el talud recomendado, antes de la instalación de pernos, la excavación de frente será soportada por dos capas de 5cm, de concreto lanzados (shotcrete resistencia concreto 210 kg/cm² - vía húmeda:) con una colocación intermedia de malla electrosoldada que será sostenida y o engrampada desde la corona superior del talud.

e) Los sistemas de anclajes: al terreno consisten de los siguientes, tres componentes:

- Longitud adherida: el anclaje es puesto en el barreno usando lechada de cemento (mortero), y es capaz de transferir las fuerzas al suelo portante por adherencia y fricción
- Longitud no adherida (o libre): el tendón está separado de la pared del barreno usando una cubierta (vainas) la cual es sellada hacia el acople o barra hueca; la porción no adherida puede ser libremente extendida y el tensionamiento puede ser aplicado al sistema de anclaje
- La cabeza del anclaje, transfiere la fuerza del anclaje a la estructura seguido se colocará con elementos prefabricados a una aplicación de vida útil permanente.

f) Diámetro externo de R32-360: de acuerdo a los cuadros adjuntos en la Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo.

g) Tipo de broca: En rellenos mixtos (gravas), el tipo de broca normalmente usado son brocas en dos etapas con retro-flujo, rocas en forma de arco o brocas en cruz.

➤ **Proceso Constructivo de Estabilización de Taludes con Anclaje Pasivo Permanente (Anclajes Autoperforantes, Shotcrete y Malla Electrosoldada)**

a) Corte y tallado del talud

El corte del talud, se iniciará, desde la parte alta o corona del talud superior, ya sea formando banquetas, hasta llegar al hombro del talud fijado, donde iniciara el corte recomendado. Se adecuará una rampa de acceso al área de trabajo, y se iniciara los cortes en terraplenes de alturas máximas de 3.00 metros de alto por 3m ancho y a lo largo. De las progresivas señaladas. Con el uso de retroexcavadora, excavadora, cargador frontal, mini cargador y camión de volteo.

b) Perforación para anclajes autoperforantes.

Para la perforación de anclajes del sistema de barra autoperforante, se utilizará una perforadora del sistema trackless, calibrada con una perforación dirigida de 15° de inclinación, respecto a la horizontal, hasta una profundidad de 12m de longitud, el desempeño de la perforación, depende principalmente de la dureza y agresividad del terreno, el método de perforación el diámetro de la perforación.

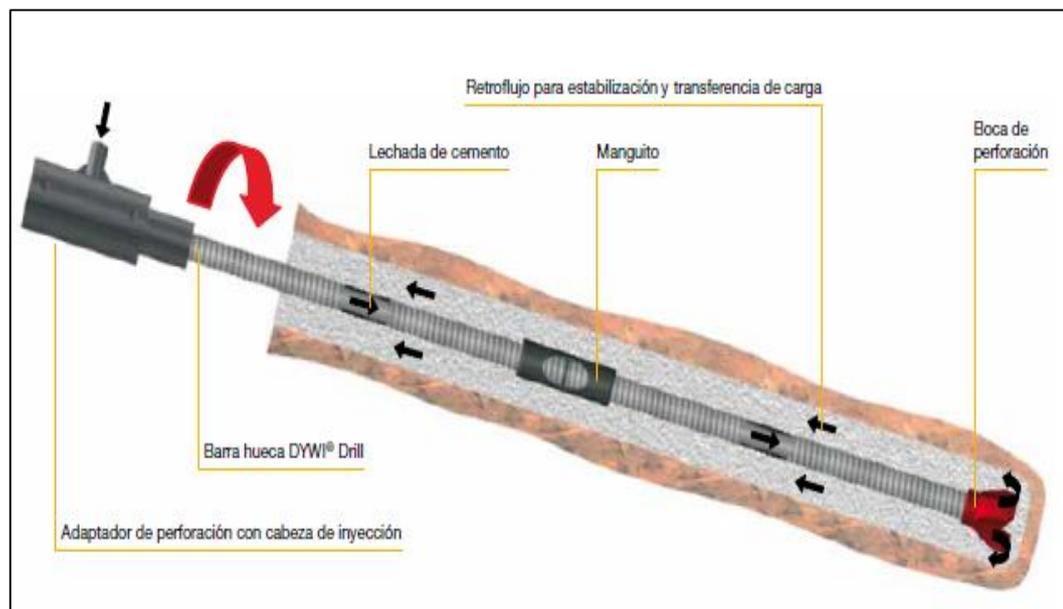


Figura 28: Perforación de barra Autoperforante
Fuente: (Catalogo DSI UNDERGROUND)

c) Colocación y fundición de anclajes

Los anclajes serán de 12m. de longitud, consisten en barras huecas que se convierten en tirantes de acero o acero galvanizado, de 1 1/4" o 0.032 m. de diámetro, enterrado en el talud, con 5.1 cm. de diámetro de perforación mínima aplicada de rosca en un extremo, se trataron con pintura anticorrosiva para evitar ser dañadas por humedad u otros factores.

La aplicación de pintura anticorrosiva se hizo a mano después de la hechura de la rosca a la varilla, se aplicó con todo el cuidado necesario para que no se corriera en la parte roscada de la varilla.

Después de ser tratada la barra de acero, estas se colocaron separados cada 1.50 metros horizontal y verticalmente, manteniendo el recubrimiento de la varilla en el agujero, después se introdujo en el agujero y quedo lista para ser fundida con mortero a presión mediante bombas de inyección, cuando se llega al final de la perforación.



Figura 29: Se utilizó mortero con resistencia de 3000 psi con fluidificante.

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)



Figura 30: Los anclajes quedaron fundidos con una pequeña longitud fuera del suelo que tiene que ser adecuada al grosor de la pantalla de concreto lanzado y para ser sujetado con platinas y tuercas.

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)



Figura 31: Antes y Después de la estabilización del Talud

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

d) Colocación de la malla electrosoldada

La malla electrosoldada, se colocó después de tener un tramo de aproximadamente 25 mts de longitud y 3 mts de alto. Se introdujeron en el talud unos pines de acero en los que se sujetó la malla electrosoldada de manera que se guardara el recubrimiento y se colocaron unos hilos para mantener la alineación y poder conservar el grosor requerido de la pantalla. Se colocó por partes, según el avance del corte del talud, en la figura se observa la colocación en la primera etapa de corte del talud, este siguió avanzando hasta llegar al pie y el proceso se repitió en cada tramo y etapa.



Figura 32: Colocación de la malla electrosoldada

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)



Figura 33: Malla electrosoldada fijada en el talud

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

e) Lanzado de concreto

Cuando está colocada la malla electrosoldada, se lanzó el concreto, fue transportado por medio de una manguera, bombeado y lanzado con aire, se usó un compresor para lanzar en la parte superior del talud, fue necesario armar andamio para poder manipular la manguera debido al peso y presión que esta ejercía.



Figura 34: Lanzado de concreto

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

El concreto se lanzó por capas, en la figura se observa que se aplicó la primera capa a un tramo del muro, cuando tenía unos días de fraguado, se aplicó la segunda capa y quedó terminada la pantalla. Cada capa es de 5 cm. de espesor

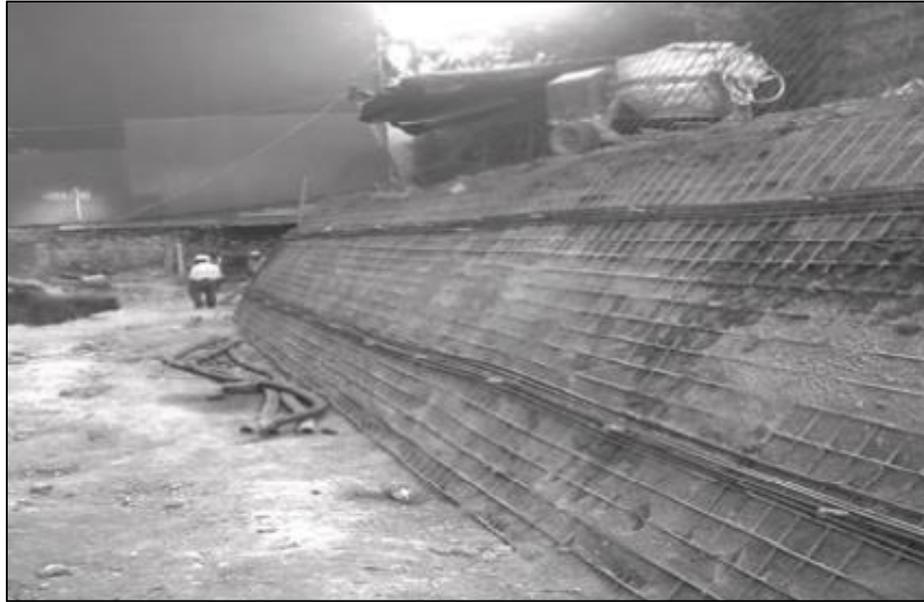


Figura 35: Primera capa de concreto lanzado en el talud

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

f) Colocación de platinas y tuercas

La platina se colocó sobre la pantalla de concreto lanzado, en cada uno de los anclajes de acero, debido a que la pantalla quedó terminada con un acabado casi liso, se preparó con una punta el área que ocupa la platina.



Figura 36: Preparación de superficie para colocar platina

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

Después de tener preparada la superficie se colocó la platina y la tuerca perpendicularmente al anclaje de acero como lo indicaban las especificaciones.

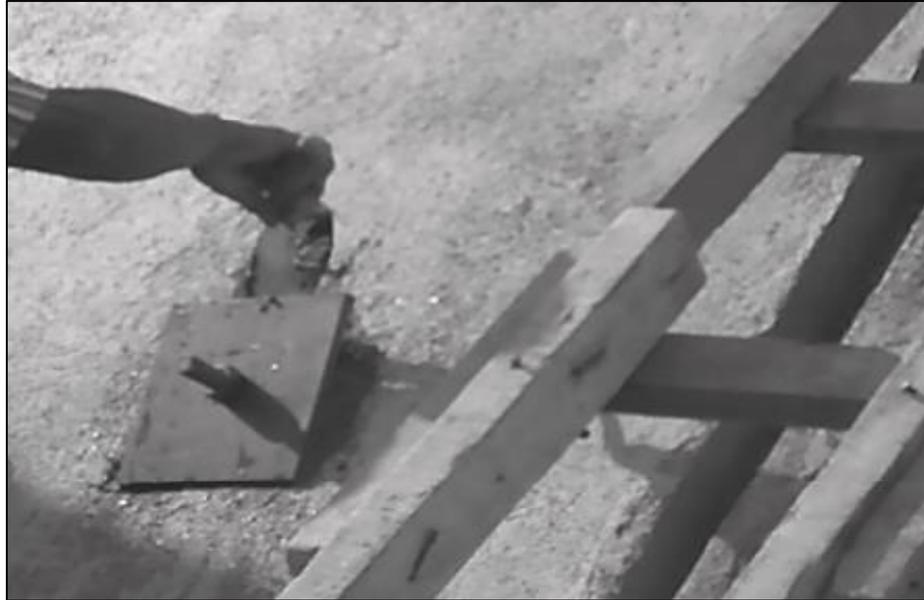


Figura 37: Colocación de platina

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

Para poder lograr el ángulo de 90° entre la platina y el anclaje se fundió con sabieta la parte posterior de la platina.



Figura 38: Colocación de platina

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

La figura muestra como quedó terminada la colocación de platinas en la primera etapa de estabilización del talud.



Figura 39: Platinas colocadas

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

g) Colocación de drenajes

Se colocaron drenajes de una pendiente de 10° , referente a la línea horizontal con tubo PVC y 2" de diámetro, perforados de 3", de 9 y 6 metros de longitud, La perforación de la tubería responderá, que el agua escurra de la infiltración del subsuelo y ser drenada hacia el talud acabado.



Figura 40: Tubo perforado

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

A la tubería se colocara un geotextil no tejido clase II, para evitar que se cuelen los finos a la tubería y se produzcan cavernas, tapones o exista saturación del suelo.



Figura 41: Colocación de Geotextil no tejido

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

La perforación del agujero para el drenaje se hizo ya fundida la pantalla de concreto lanzado con la misma perforadora que se utilizó para hacer los agujeros de los anclajes.



Figura 42: Perforación para drenajes

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

Si introdujo el tubo perforado y forrado con geotextil no tejido al agujero y se sellaron las orillas con mortero para asegurarlo.



Figura 43: Colocación de drenajes

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

h) Acabado final.

Cuando se funde la última capa de concreto lanzado se hizo en el momento adecuado el acabado final el cual se logró al mismo tiempo que se quitaron los sobrantes de concreto, el acabado se hizo con planchas de madera y por último se aplicó Antisol, con lo que se obtuvo el proceso de fraguado y resistencia requerida del concreto.



Figura 44: Acabado de la pantalla

Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

i) Vista frontal de estabilización del talud.

En la figura se muestra como quedaron terminadas las pantallas uniendo todas las etapas de construcción que se describieron anteriormente para la estabilización de un talud donde se utilizó el método de pantallas de concreto lanzado con malla electro soldada y anclajes de concreto reforzado.

Se puede observar que en la parte superior se terminó la estabilización y se visualiza como se hizo por partes la construcción de forma conveniente.



Figura 45: Elevación de estabilización con el método planteado
Fuente: (Estabilización de talud en Edificio Koica Intecap, 2008)

2.3- NORMATIVIDAD

2.3-1. NORMA E050- SUELOS Y CIMENTACIONES (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009)

2.3-1.1. CAPÍTULO 4 (CIMENTACIONES SUPERFICIALES)

➤ Artículo 24.- Cimentaciones Superficiales en Taludes

En el caso de cimientos ubicados en terrenos próximos a taludes o sobre taludes o en terreno inclinado, la ecuación de capacidad de carga debe ser calculada teniendo en cuenta la inclinación de la superficie y la inclinación de la base de la cimentación, si la hubiera.

Adicionalmente debe verificarse la estabilidad del talud, considerando la presencia de la estructura.

El factor de seguridad mínimo del talud, en consideraciones estáticas debe ser 1,5 y en condiciones sísmicas 1,25

2.3-2. DYWI® DRILL SISTEMA BARRA AUTOPERFORANTE (Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

2.3-2.1. BARRA AUTOPERFORANTE DYWI® DRILL

➤ **Pernos permanentes:** con vida útil de hasta 50 años, está de acuerdo a las propiedades químicas de los suelos respecto a su tolerancia contra la corrosión por su comportamiento es una función dependiente del tiempo.

➤ **La barra autoperforante R32-360:** (R= significa que tiene una rosca continua externa, el número 32 es el diámetro nominal en milímetros de la barra autoperforante y el número 360 es el valor nominal en kN, de la capacidad de carga de la barra autoperforante). incluye los siguientes componentes:

- Elemento de Soporte - barra autoperforante
- Broca
- Coplas para la unión de las barras autoperforantes
- Componentes de anclaje para la conexión a la estructura o la primera línea
- Sistema de Protección contra la corrosión

➤ Campo de Aplicación de Pernos Permanentes R32-360

El claveteado en suelo es un método de construcción para mantener o aumentar la estabilidad de suelos mediante la instalación de elementos, de

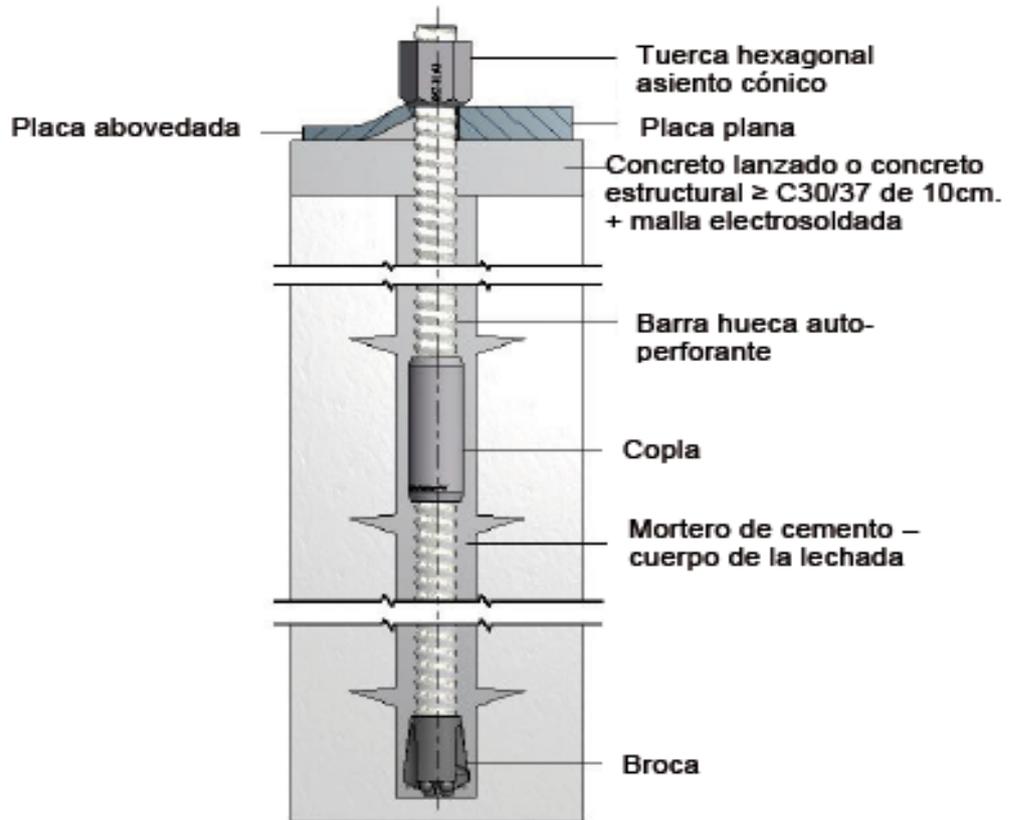
refuerzo (pernos) siguiendo los principios de implementación en obras geotécnicas. El claveteado para el refuerzo de suelo construye una estructura de soporte al talud.

2.3-2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BARRA AUTOPERFORANTE DYWI® DRILL R32-360

➤ Barra Autoperforante DYWI® Drill

Las barras autoperforantes no pueden ser soldadas ni dobladas. Durante el montaje del claveteado, la barra autoperforante se utiliza como barreno de perforación. La longitud estándar de la barra autoperforante varía de 3 o 4 m. Otras longitudes pueden ser hechas desde que sean solicitadas al momento de hacer el pedido.

Ensamblaje para claveteado de suelo



Claveteado de suelo y roca tipo

Diámetro nominal de la barra auto perforante y capacidad de carga de tracción

Tipo			R32		
Diámetro nominal	$D_{e,nom}$	mm	32		
Capacidad de carga de tracción nominal	$F_{t,nom}$	kN	360		

		Ensamblaje para claveteado de suelo y roca Tipo claveteado de suelo y roca	Apéndice 1
--	--	---	------------

Figura 46: Ensamblaje de Barra Auto-perforante

Fuente: (Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

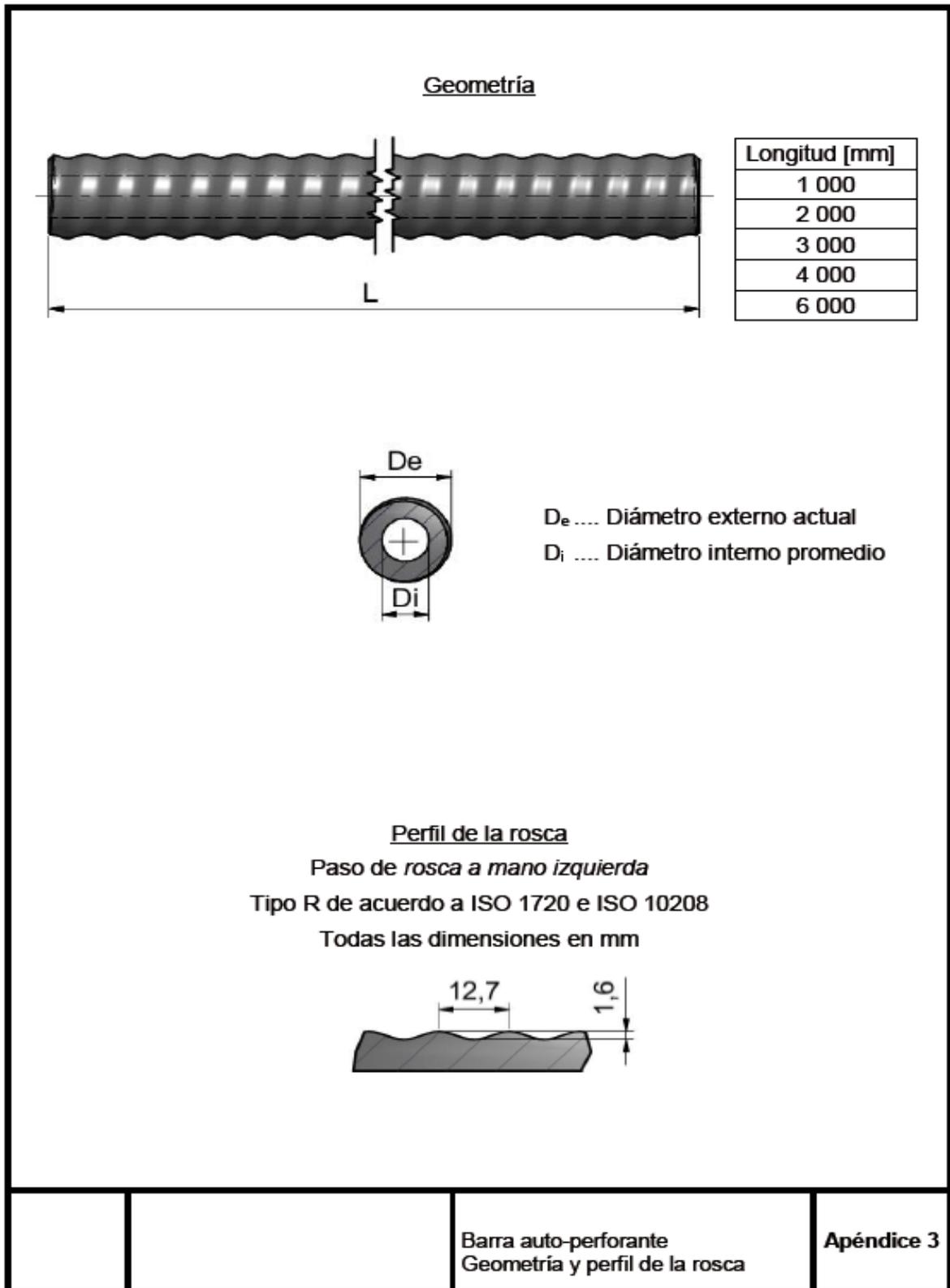


Figura 47: Geometría y Perfil de la rosca

Fuente: (Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

Valor característico			Tipo			
						R32-360
Diámetro exterior nominal	$D_{e,nom}$	mm	32			
Diámetro exterior actual	D_e	mm	31,1			
Diámetro interior promedio ¹⁾	D_i	mm			15,0	
Sección nominal ²⁾	S_0	mm ²			510	
Peso nominal ³⁾	m	kg/m			4,00	
Área específica de costilla	f_k	-	0,13			
Fuerza en el límite de fluencia de 0,2% ⁴⁾	$F_{p0,2,nom}$	kN			280	
Fuerza máxima ⁴⁾	$F_{t,nom}$	kN			360	
Resistencia en el límite de fluencia ⁵⁾	$R_{p0,2}$	N/mm ²			550	
Resistencia a la tracción ⁵⁾	R_m	N/mm ²			710	
$R_m/R_{p0,2}$ ⁶⁾	-	-	$\geq 1,15$			
Alargamiento durante fuerza máxima ⁶⁾	A_{gf}	%	$\geq 5,0$			
Resistencia a la fatiga $2 \sigma_s$ ⁷⁾	-	N/mm ²	190			
La resistencia de unión ⁸⁾	f_{ax}	N/mm ²	5,1			

Figura 48: Propiedades de Barra Auto perforante R 32-360

Fuente: (Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

➤ La Broca

El tipo apropiado de broca se elige con base al diámetro seleccionado, al tamaño del perno, a la cobertura de inyección de cemento o lechada y las condiciones del terreno. Si es necesario, un experto con habilidades y experiencia apropiadas

debe ser consultado. La barra auto perforante DYWI® Drill trabaja con una broca. Esta se acopla a la barra auto perforante y se utiliza para perforar el taladro, para la construcción del bulbo con cemento y, finalmente, permanece en el suelo. La barra auto perforante se utiliza, de este modo, como taladro de acero. La broca no tiene ninguna función en el perno ya instalado.

➤ Coplas para la Unión de las Barras Auto perforantes

Usando coplas, las barras auto perforantes puede extenderse hasta la longitud deseada. Las coplas se fabrican a partir de tubos sin soldadura de acero templado de baja aleación. Estos están diseñados de forma idéntica para cada diámetro nominal de la barra auto perforante y de acuerdo con la respectiva capacidad máxima de carga.

La rosca interna es continua y con un tope al medio.

La barra autoperforante y la copla deben estar tensionadas con un contra-torque.

Durante el proceso de perforación, la energía de impacto y torque se limitarán a los pares de valores especificados:

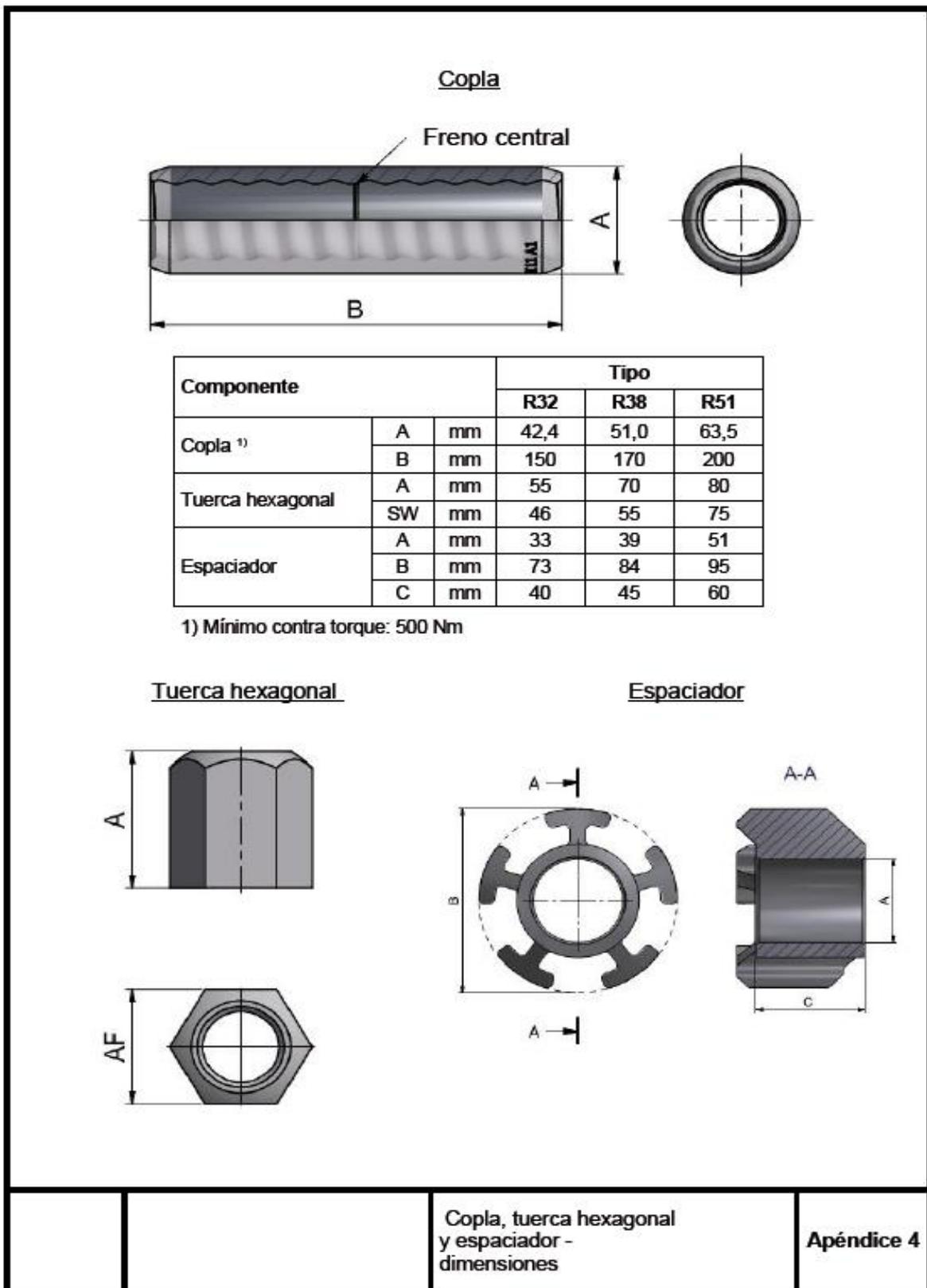


Figura 49: Dimensiones de la Copla

Fuente: (Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

Pares de valores recomendados para la instalación									
Área	Unidad		Tipo						
			R32-210	R32-250	R32-280	R32-320	R32-360	R32-400	
$E_{s,max}$	E_s	Joule	70	80	90	110	120	140	
2	M	Nm	440	480	520	570	600	620	
$M_{t,max}$	E_s	Joule	110	120	140	160	180	200	
2	M	Nm	320	340	370	410	430	450	

E_s ... Energía de Impacto
M ... Torque

Figura 50: Pares de valores Recomendados para la Barra Autoperforante R 32-360

Fuente: (Idoneidad Tecnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

➤ Placa

La cabeza del perno consiste en una placa abovedada cuadrada o plana de acero de construcción con un agujero con rosca y una tuerca hexagonal de acero templado que es convexa en un lado. Las tuercas hexagonales están diseñadas lado 7 de 17 (traducción) para cada diámetro nominal de la barra autoperforante de acuerdo con la respectiva capacidad de máxima carga. La placa en forma abovedada se utiliza preferentemente para pequeños tipos de barras autoperforantes y con aplicación directa en concreto, concreto lanzado o roca.

Las tuercas son mostradas en el Apéndice 4 y las placas de anclaje en el Apéndice 5. Los tipos de placas utilizadas son las siguientes:

–Tipo R32-210 a R51-800 placas abovedadas.

–Tipo R32-360, R32-400, R38-500, R38-550 y R51-800 placas planas.

La placa está dispuesta perpendicularmente al eje de la barra autoperforante. Pequeñas desviaciones angulares son compensadas por la tuerca de forma convexa.

El anclaje del perno inicialmente se hace apretando de forma manual la tuerca. La fuerza del perno se transfiere a la parte delantera sobre la cabeza del mismo.

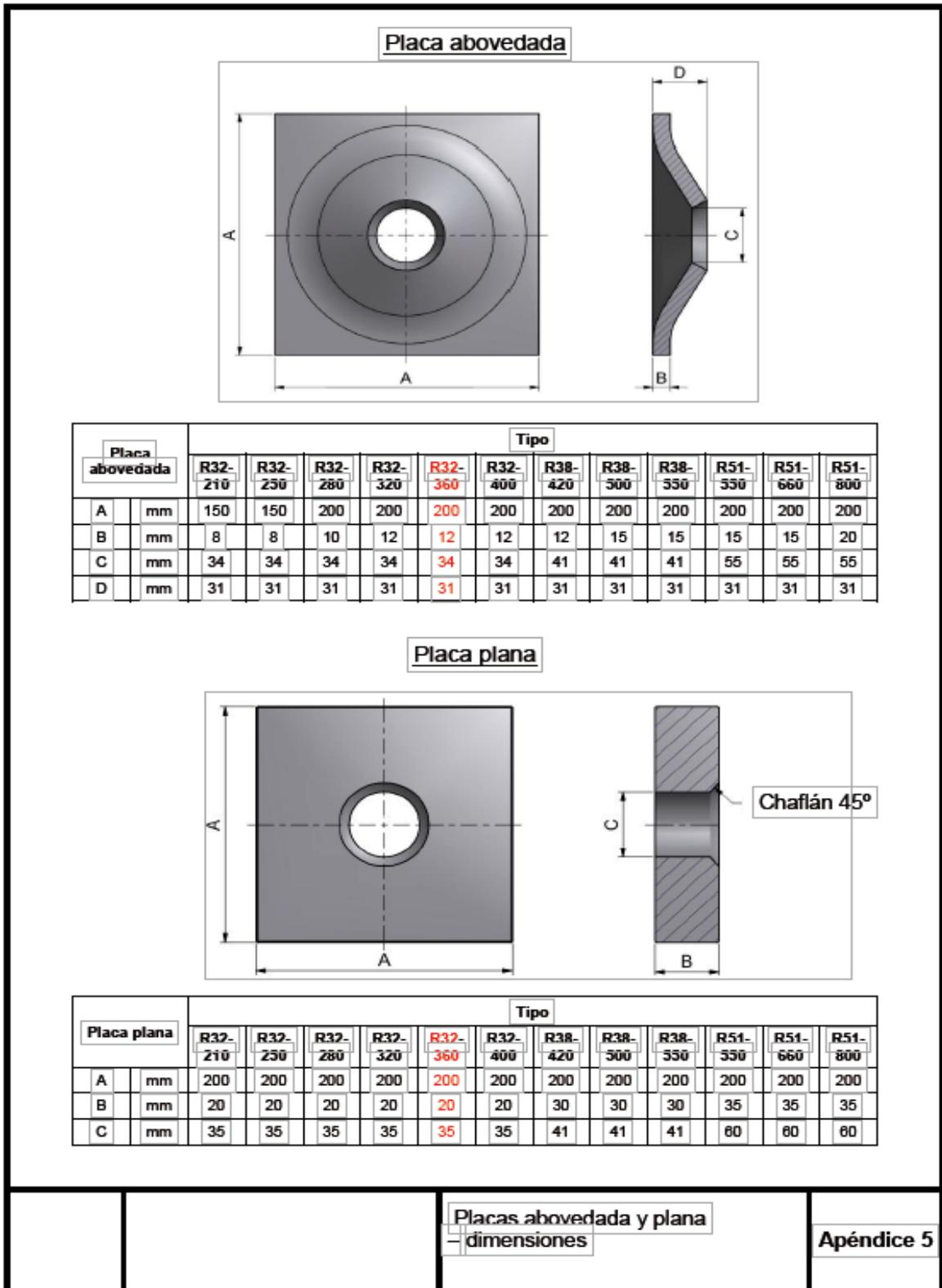


Figura 51: Especificaciones de placa de acuerdo al tipo de anclaje
Fuente: (Idoneidad Tecnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

➤ Protección contra la Corrosión

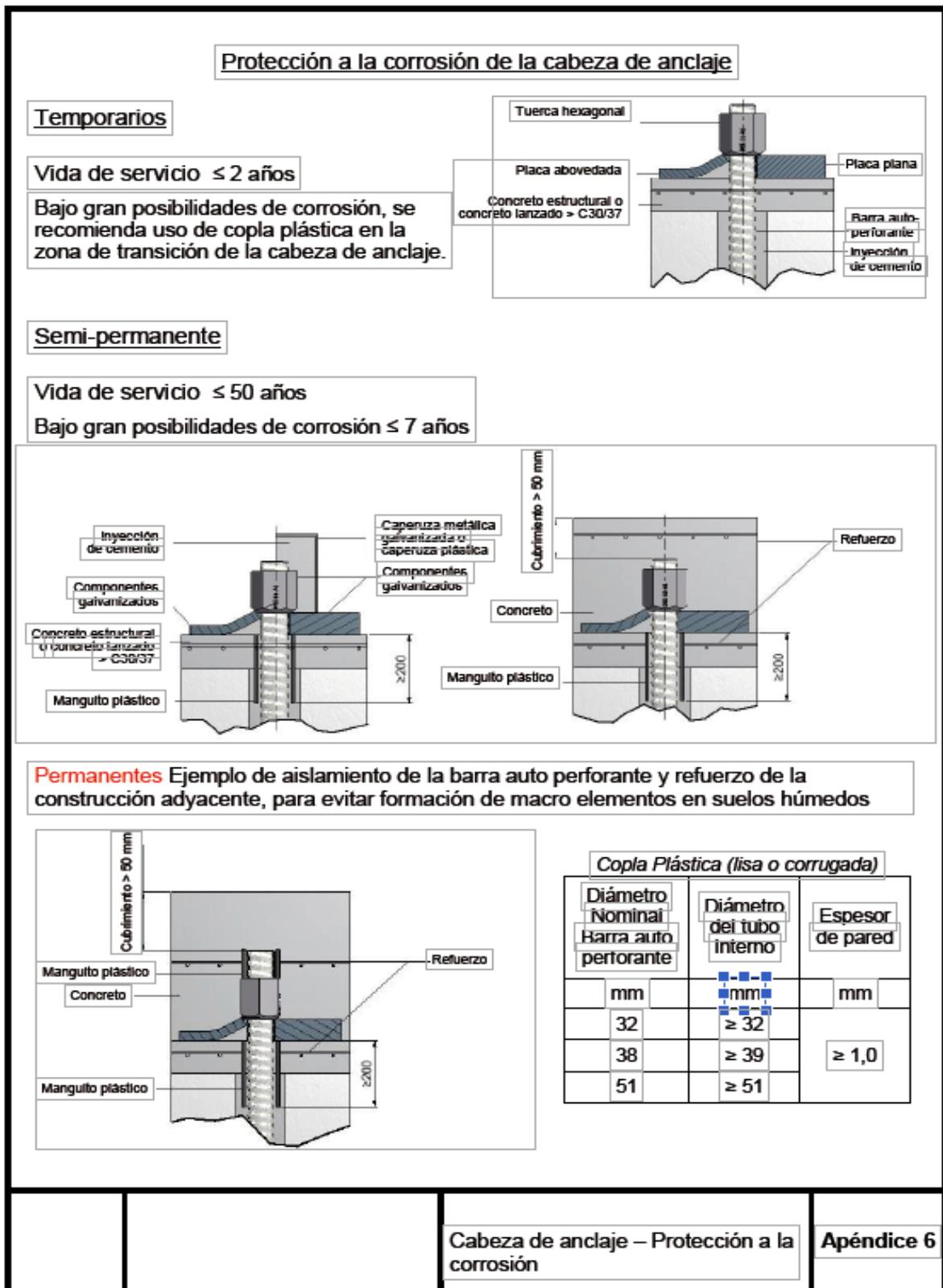


Figura 52: Protección contra la corrosión de acuerdo a la vida útil del anclaje

Fuente: (Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

Pérdida de la capacidad de carga debido a la corrosión						
Espesor de sacrificio	Tipo auto-perforante					
	R32-210	R32-250	R32-280	R32-320	R32-360	R32-400
	Pérdida en el área de la sección transversal ¹⁾					
mm	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0
0,1	3	3	2	2	2	2
0,2	6	5	5	4	4	4
0,3	9	8	7	6	6	5
0,4	12	11	10	8	8	7
0,5	15	13	12	11	10	9
0,6	17	16	14	13	12	11
0,7	20	19	17	15	13	12
1	29	26	24	21	19	17

Figura 53: Pérdida de la capacidad de carga debido a la corrosión de Barra Auto-perforante R 32-360

Fuente: (Idoneidad Técnica Europea Pernos de Roca y Suelo, 2013)

2.3-3. GUÍA PARA EL DISEÑO Y LA EJECUCIÓN DE ANCLAJES AL TERRENO EN OBRAS DE CARRETERA (Dirección General de Carreteras, 2001)

2.3-3.1. TIPOS DE ANCLAJES CONSIDERADOS

➤ Clasificación y Recomendaciones de Uso

Los anclajes se clasifican, según el nivel de carga inicial que se les aplica, en **activos** y **pasivos**.

A los primeros se les somete a una carga de tesado, después de su ejecución, generalmente del mismo orden de magnitud que la máxima prevista en proyecto, y nunca inferior al 50% de esta última, mientras que a los segundos se les deja con una carga inicial baja, aunque nunca inferior al 10 % de la máxima de proyecto, que adquieren normalmente por los movimientos de la estructura. Esta Guía se refiere principalmente a los anclajes activos.

También, en función de los elementos constituyentes de los tirantes, se clasifican en **anclajes de cables** o **anclajes de barra**.

Otra clasificación que debe hacerse es atendiendo a su vida útil, así, se denomina **anclaje permanente** al proyectado para una vida superior a los dos años, y **anclaje provisional** al que debe actuar durante un periodo inferior a esos dos años, o menor en el caso de ambientes y/o terrenos especialmente agresivos. En la Figura N°54 se incluye el croquis de un anclaje provisional, y en la N°55 un detalle de la cabeza de un anclaje permanente.

En cuanto a la facultad de efectuar operaciones que varíen la carga sobre los anclajes durante su vida útil, se clasifican en **retesables** y **no retesables**.

Finalmente también se clasifican, según se efectúe o no la **reinyección** del bulbo, como: de **inyección única** global (IU), de **inyección repetitiva** (IR) o de **inyección repetitiva y selectiva** (IRS). En la Figura 56 se incluye croquis de los procedimientos de inyección IU de los anclajes.

La nomenclatura de los anclajes contemplados en esta Guía es la siguiente:

VIDA ÚTIL Y TIPO DE INYECCIÓN	TIRANTE DE CABLES	TIRANTE DE BARRA
Provisional con inyección única global (IU)	Tipo 1	Tipo 5
Provisional con inyección repetitiva (IR)	Tipo 2A	Tipo 6A
Provisional con inyección repetitiva y selectiva (IRS)	Tipo 2B	Tipo 6B
Permanente con inyección única global (IU)	Tipo 3	Tipo 7
Permanente con inyección repetitiva (IR)	Tipo 4A	Tipo 8A
Permanente con inyección repetitiva y selectiva (IRS)	Tipo 4B	Tipo 8B

Figura 54: Nomenclatura de Anclajes

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2001)

- Las reinyecciones, o inyecciones repetitivas en varias fases tienen por objeto aumentar la capacidad del anclaje en la zona de bulbo. Los parámetros de presión y caudal deben definirse en el Proyecto.
- Los anclajes del tipo IU suelen ser los más adecuados en rocas, terrenos cohesivos muy duros y suelos granulares.
- Los anclajes del tipo IR se emplean generalmente en rocas fisuradas blandas y en aluviales granulares gruesos e incluso finos.

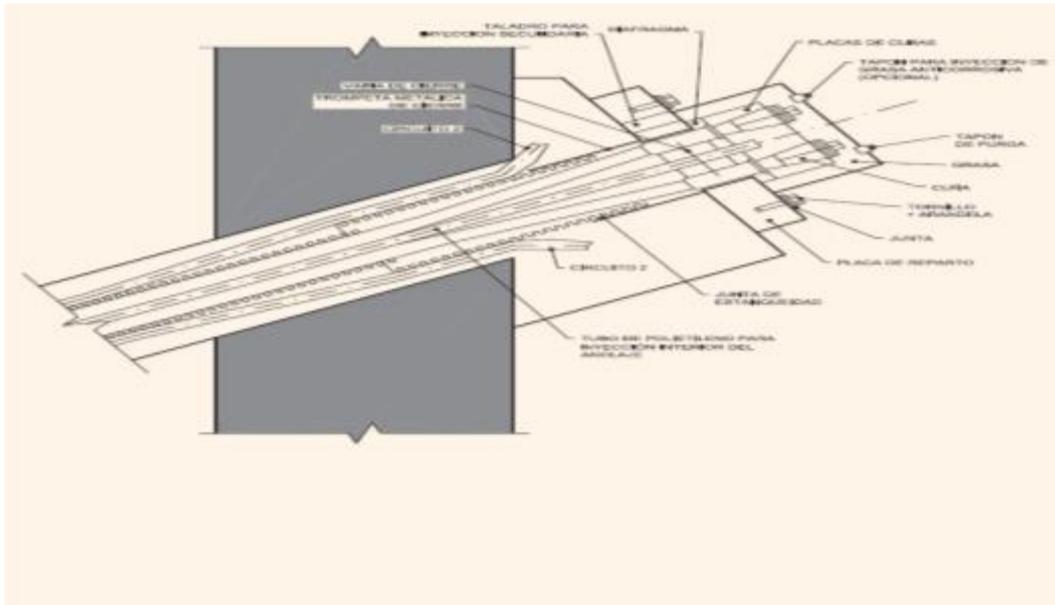


Figura 56: Croquis de la Cabeza de un Anclaje Permanente

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2001)

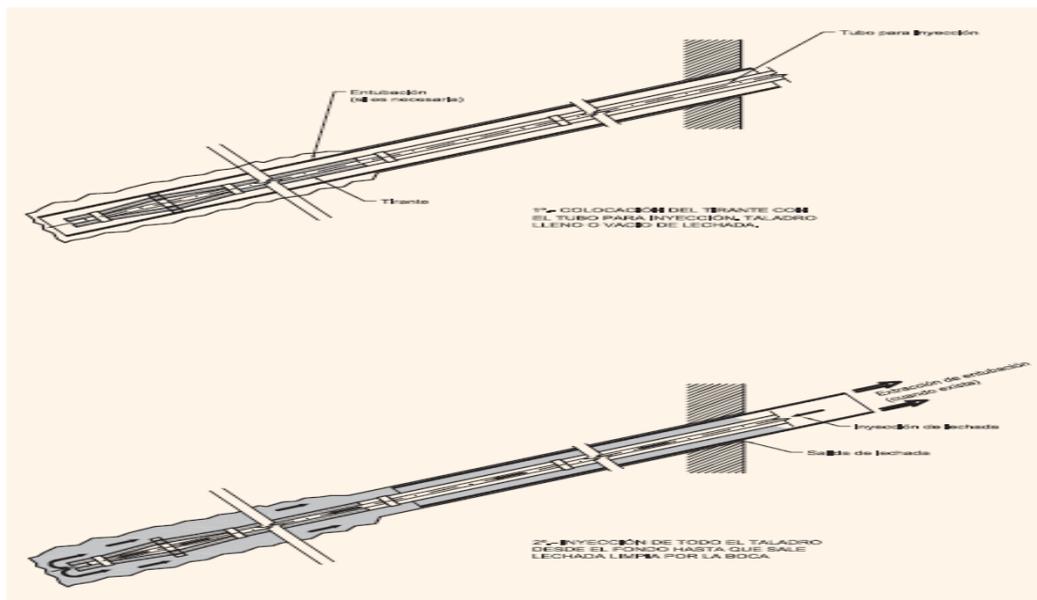


Figura 57: Procedimiento de Inyección Única Global (Anclajes IU) (Tipos 1,2,5,y7)

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2001)

2.3-3.2. COEFICIENTE F1 EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ANCLAJE (MAYORACIÓN DE LAS CARGAS ACTUANTES)

TIPO DE ANCLAJE	F ₁
Permanente	1,50
Provisional	1,20

Figura 58: Coeficiente F1 en Función del Tipo de Anclaje

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2001)

2.3-3.3. RESISTENCIA MEDIA AL ARRANCAMIENTO

Tipo de terreno	Resistencia media al arrancamiento, Tu (kN/m ²)
Roca dura (granito, gneis, caliza, etc)	1 000 - 2 500
Roca blanda (margas, esquistos, pizarras, etc)	300 - 1 000
Grava y arenas gruesas	700 - 1 000
Arenas finas y medias, arenas limosas y arcillas arenosas	300 - 600
Arcillas de consistencia:	
Rigida (C=200 kN/m ²)	600 - 800
Firme (100 kN/m ² < C < 200 kN/m ²)	200 - 600
MEDIA (50 kN/m ² < C < 100 kN/m ²)	50 - 200

Figura 59: Resistencia media al arrancamiento

Fuente: CICCIP, ATEP e Instituto Eduardo Torrojo, 1996)

2.3-3.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE

la longitud de trabajo del anclaje, se determinara usando la fórmula de la **Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo** despejando el Lb.

$$PNd / (\pi \cdot DN \cdot Lb) \leq Adm$$

Siendo:

PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje (carga de trabajo de una barra de diámetro determinado KN).

DN = diámetro nominal del bulbo (Diámetro de Perforación).

Lb = longitud de cálculo del bulbo.

Aadm = adherencia admisible frente al deslizamiento o arrancamiento del terreno que rodea el bulbo (Resistencia al Arrancamiento KN/m²).

La adherencia admisible del bulbo se puede obtener utilizando correlaciones empíricas, en cuyo caso:

$$Aadm = Alim / F3$$

Siendo:

alim = adherencia límite obtenida aplicando métodos empíricos (Resistencia media al arrancamiento)

F3 = coeficiente de reducción en la Figura N°69

➤ Coeficiente de Reducción F3

TIPO DE ANCLAJE	F ₃
Provisional	1,45
Permanente	1,65

Figura 60: Coeficiente F3 en Función del Tipo de Anclaje

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2001)

2.3-3.5. COMPROBACIÓN DE LA TENSIÓN ADMISIBLE DEL ACERO

Para la **comprobación de la tensión admisible del acero del tirante** se minorará la tensión admisible en el tirante de forma que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

En anclajes provisionales:

$$PNd / AT \leq f_{pk} / 1,25$$

$$PNd / AT \leq f_{yk} / 1,10$$

en anclajes permanentes:

$$PNd / AT \leq f_{pk} / 1,30$$

$$PNd / AT \leq f_{yk} / 1,15$$

Siendo:

PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.

AT = sección del tirante.

f_{pk} = límite de rotura del acero del tirante.

f_{yk} = límite elástico del acero del tirante..

2.3-3.6. COMPROBACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DEL TIRANTE EN LA LECHADA, DENTRO DEL BULBO

Para la comprobación de la **seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo** se minorará la adherencia límite entre el tirante y la lechada que lo rodea en el bulbo, por el coeficiente 1,2.

Se deberá verificar:

$$P_{Nd} / (L_b \cdot p_T) \leq \tau_{lim} / 1,2$$

Con:

$$\tau_{lim} = 6,9 (f_{ck}/22,5)^{2/3}$$

Siendo:

PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.

p_T = perímetro nominal del tirante $= 2\sqrt{\pi \cdot A_T}$

AT = sección del tirante.

L_b = longitud de cálculo del bulbo.

T_{lim} = adherencia límite entre el tirante y la lechada expresada en MPa.

f_{ck} = resistencia característica (rotura a compresión a 28 días) de la lechada expresada en MPa.

2.3-3.7. LECHADAS DE CEMENTO

Para la protección anticorrosión que está en contacto con armaduras, es utilizada las lechadas de cemento; estas tendrán que tener la propiedad de agua/cemento (a/c) no mayor a 0.4 para poder limitar el agua.

Las lechadas para la formación del bulbo están sujetas a las características topográficas del terreno, se dosificarán con relación agua/cemento (a/c) entre 0.4 a 0.6. Ante presencia de sustancias agresivas en el terreno, el cemento va a ser muy resistente. Se utilizarán aditivos para que la compacidad y manejabilidad sean mayores en la lechada previa autorización del Director de las Obras, mientras no sea dañino al tirante y a la inyección. Este proceso ayuda a reducir el agua libre y la retracción, la cual acelera el fraguado.

No podrán contener más al 0.1 % en peso de nitratos, cloruro o sulfatos. Se podrá adicionar arena a la lechada de cemento para poder limitar las pérdidas en la perforación; esto en caso fuera necesario. De ser el caso, debe ensayarse la mezcla para estudiar su inyectabilidad.

2.3-3.8. PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

Todo elemento en acero estructural al estar sometido a tracción es protegido, durante su vida útil, ante la corrosión. En este periodo de vida útil se determina el tipo de protección del acero:

- Menor de dos años, o un periodo inferior en el caso de ambientes y/o terrenos especialmente agresivos: anclajes provisionales.
- Mayor de dos años: anclajes permanentes.

2.3-4. SOIL NAIL WALLS (Reference Manual Developed Following, 2015)

“Paredes de Clavos de Suelo, Manual de Referencia, Desarrollado siguiente: Especificaciones del Diseño del Puente AASHTO LRFD (7ª Edición)”

2.3-4.1. SEPARACIÓN DE LAS UÑAS O BARRAS DE ACERO DEL SUELO

Los clavos de suelo o barras de acero se instalan en un patrón de rejilla. La separación del clavo horizontal, S H, a menudo es el mismo que el espaciamiento vertical, S V (Figura 60). La Separación del clavo o barra en ambas direcciones generalmente varía de 4 a 6 pies y en ocasiones hasta 6,5 pies, y se selecciona de forma rutinaria a 5 pies. La separación se puede

comprobar de tal manera que $S_H \times S_V$ es menor que aproximadamente 36 a 42 pies².

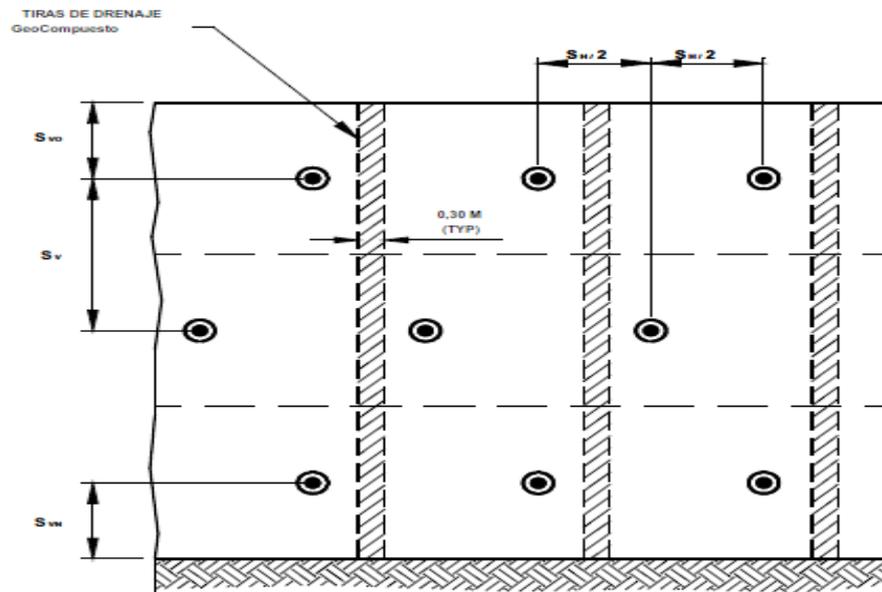


Figura 61: Patrones de suelo en la cara de la pared.

Fuente: (Reference Manual Developed Following, 2015)

2.3-4.2. INCLINACIÓN DE LAS UÑAS O BARRAS DE ACERO DEL SUELO

Los clavos de suelo o barras de acero se instalan en 10 a 20 grados respecto a la horizontal, y más comúnmente a los 15 grados. La lechada puede fluir en estas inclinaciones de la parte inferior de la perforación hasta la cabeza. La lechada generalmente puede llenar el orificio sin dejar bolsas de aire para perforaciones típicas dimensiones y mezclas de lechada. Se deben evitar los ángulos de inclinación de menos de 10 grados para evitar la creación de vacíos en la lechada y un "pico de pájaro" extendido en la cabeza de la uña o barras de acero. Los vacíos pueden reducir la resistencia al arrancamiento y disminución de la protección contra la corrosión.

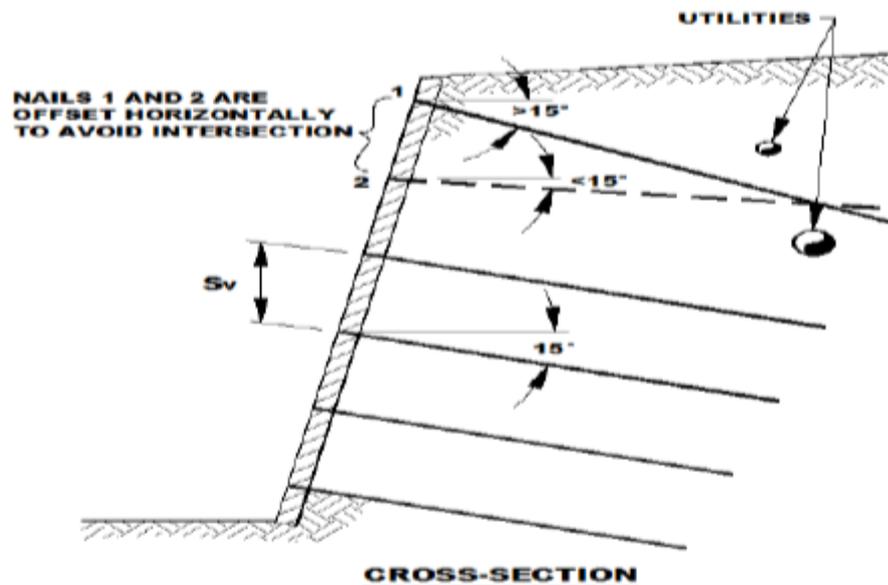


Figura 62: Inclinación de uñas o barras de acero
 Fuente: (Reference Manual Developed Following, 2015)

2.3-4.3. CONTROL DE AGUA SUPERFICIAL PERMANENTE

Los drenajes están instalados horizontal o con pendiente ascendente leve (5 a 10 grados de la horizontal) para reducir las presiones de agua de los poros dentro de la masa de suelo y suelos reforzada más allá. Esta solución puede ser apropiada cuando el agua subterránea detrás de una pared es elevada y se pueda mitigar el potencial de inestabilidad interna o global a través del drenaje de presiones de poro en la masa de suelo retenida. Los tubos de drenaje también pueden ayudar a que drene el agua.

Los tubos de drenaje consisten en 2plg de diámetro de tubos ranurados o perforados de PVC que salen a través de la cara de la pared. Se pueden necesitar tuberías de drenaje de mayor diámetro o en múltiples filas como lo indica el análisis de filtración. Las longitudes de los tubos de desagüe dependen de la aplicación y las condiciones del subsuelo y agua subterránea existente detrás de la pared; y será determinado por el nivel más bajo de agua subterránea seleccionado para el diseño.

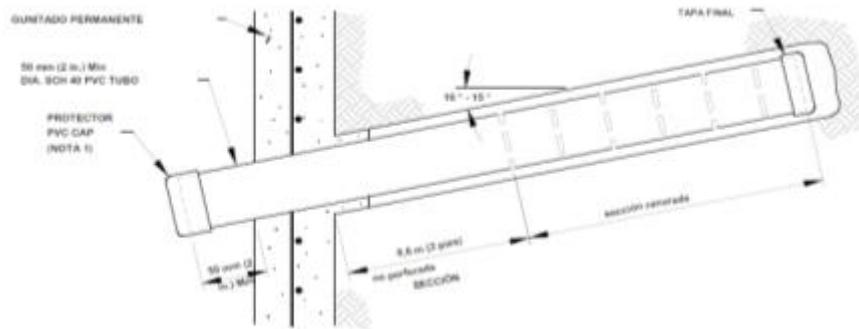


Figura 63: Detalle de drenaje típico

Fuente: (Reference Manual Developed Following, 2015)

NOTA:

- El gorro de protección necesita ser quitado después
- El espaciamiento de los drenajes es típicamente 3,3 m (10 pies)

2.3-4.4. CONSTRUCCIÓN DE FACHADA INICIAL

El revestimiento inicial para las aplicaciones de la pared del clavo de suelo o barra de acero se construye usando shotcrete, con un espesor más comúnmente entre 3 pulgadas y 4 pulgadas. Sin embargo, los revestimientos iniciales más gruesas pueden ser requeridos en ciertas aplicaciones especiales. Shotcrete proporciona una capa continua sobre la cara excavada y llena irregularidades. Las aplicaciones de hormigón proyectado se han completado usando WWM (Malla) o refuerzo de fibra y barras. El Shotcrete inicial cubre el suelo expuesto con la excepción de una banda estrecha en la parte inferior del ascensor. Esta banda permanece descubierta para exponer la parte más baja de los drenajes WWM y tira, y permite la superposición de estos elementos en el próximo ascensor de excavación.

Un hormigón proyectado para una pared en construcción se muestra en la Figura 63.



Figura 64: Aplicación de hormigón proyectado inicial
Fuente: (Reference Manual Developed Following, 2015)

2.3-5. SISTEMA DE BARRAS AUTOPERFORANTES DYWI® DRILL. AUSTRIA. (Catalogo DSI Underground)

2.3-5.1. INFORMACIÓN TÉCNICA SERIES R32 (UNIDADES TRADICIONALES DE ESTADOS UNIDOS)

Valor Característico / Tipo ¹⁾	Símbolo	Unidad	R32-210	R32-250	R32-280	R32-320	R32-360	R32-400
Diámetro externo nominal	$D_{e,nom}$	[in]				1,26		
Diámetro externo real	D_e	[in]				1,22		
Diámetro interno promedio ²⁾	D_i	[in]	0,83	0,79	0,73	0,65	0,59	0,49
Área de la sección transversal nominal ³⁾	S_0	[in ²]	0,53	0,57	0,64	0,73	0,79	0,87
Peso nominal ⁴⁾	m	[lb/ft]	1,78	1,95	2,15	2,49	2,69	2,96
Área específica de nervadura	I_p	[-]				0,13		
Carga de fluencia nominal ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	[kip]	36	43	49	56	63	74
Carga última nominal ⁶⁾	$F_{m,nom}$	[kip]	47	56	63	72	81	90
Resistencia a la fluencia ⁴⁾	$R_{p0,2}$	[ksi]	68	74	78	77	80	86
Resistencia última ⁶⁾	R_m	[ksi]	90	99	99	99	103	103
$R_m/R_{p0,2}$ ⁷⁾	-	[-]				≥ 1,15		
Deformación a la carga última ⁷⁾	A_{gr}	[%]				≥ 5,0		
Resistencia a la fatiga $2\sigma_a$ ⁸⁾	-	[ksi]				28		
Resistencia a la adherencia ⁹⁾	τ_{ak}	[ksi]				0,7		

Figura 65: Información Técnica serie R32

Fuente: (Catalogo DSI Underground)

2.3-5.2. TIPO DE BROCAS

Propiedades del Terreno			Tipo de Broca ¹⁾								
Designación	Descripción	Ejemplos	Dos Etapas R-Flujo y RS-Flujo	En Forma de Arco y Botones, Endurecida	En Forma de Arco y Botones, con Insertos de Carburo	En Forma de Arco, Endurecida	En Forma de Arco, con Insertos de Carburo	Cruz, Endurecida	Cruz, con Insertos de Carburo	Botones, Endurecida	Botones, con Insertos de Carburo
											
Aluvión	Humus y capas orgánicas	Suelo superior o terreno fluido, posiblemente acuíferos	X	(X)		(X)		X			
	Turba y lodo	Rellenos sedimentarios, material de zona de falla									
Arenas	Grava, arena, limo y mezclas de arcillas	Suelo fácilmente removible	X	(X)	(X)	X		X			
	Arena cohesiva y no cohesiva, grava y mezclas con pequeños contenidos de arcilla	Rellenos mixtos									
Suelos cohesivos	Mezclas de arena, gravas, limo y arcilla	Suelo normalmente removible	(X)	X	X	X	(X)	X	(X)		
		Rellenos mixtos									
Gravas	Suelos con un mayor contenido de gravas de tamaños más grandes	Suelo difícilmente removible		(X)	X	(X)	X	(X)	X		
		Lechos de ríos									
Roca suave	Conglomerado fracturado, frágil y meteorizado	Roca normalmente removible			X	(X)	X		X	X	X
		Caliza, esquisto									
Roca dura	Más mayor abrasividad y/o resistencia a la compresión, menos fracturado	Roca difícilmente removible									
		Roca volcánica, arenisca dura,					(X)		(X)	(X)	X

Figura 66: Tipos de Brocas según el tipo de suelo

Fuente: (Catalogo DSI Underground)

Diámetro ¹⁾		Rosca	Tipo de Broca									
[mm]	[in]		Dos Etapas R-Flujo (Retro-Flujo), Endurecida	Dos Etapas RS-Flujo (Flujo Retro y Lateral), Endurecida	En Forma de Arco y Botones, Endurecida	En Forma de Arco y Botones, con Insertos de Carburo	En Forma de Arco, Endurecida	En Forma de Arco, con Insertos de Carburo	Cruz, Endurecida	Cruz, con Insertos de Carburo	Botones, Endurecida	Botones, con Insertos de Carburo
51	2,0	R32						X	X	X	X	X
		R38										
		R51										
		T76										
76	3,0	R32		X	X	X	X	X	X	X	X	X
		R38			X	X	X		X	X	X	X
		R51			X	X					X	X
		T76										
90	3,5	R32			X	X						
		R38			X	X			X	X	X	X
		R51			X	X						
		T76										
100	3,9	R32		X								
		R38		X							X	X
		R51							X	X	X	X
		T76										
115	4,5	R32										
		R38			X	X			X	X	X	X
		R51			X	X			X	X	X	X
		T76										
130	5,1	R32										
		R38		X								
		R51			X						X	
		T76			X	X			X	X	X	X
150	5,9	R32										
		R38										
		R51		X								
		T76	X		X	X			X		X	X
200	7,9	R32										
		R38										
		R51										
		T76	X						X			

Figura 67: Tipos de Brocas según el tipo de rosca

Fuente: (Catalogo DSI Underground)

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1- TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio fue aplicado, dado que se utilizó los conocimientos teóricos adquiridos para problemas reales, como es el caso del proyecto en mención.

3.2- NIVEL

El nivel de estudio fue el descriptivo, por qué se estableció el comportamiento del talud desestabilizado y luego estabilizado con los pernos de anclaje.

3.3- DISEÑO

El diseño fue cuasi experimental, se hizo ensayos de laboratorio, para efectos se tomó muestras del material de la zona y se efectuaron cálculos a través del programa SLIDE.

3.4- POBLACION Y MUESTRA

3.4-1. POBLACION

En el presente trabajo de Suficiencia Profesional, la población está conformada por aproximadamente 29 km, desde el Km. 0+00- hasta el Km.29+417, que es la longitud total de la carretera Mollepata-Pallasca.

3.4-2. MUESTRA

El tipo de muestreo es el no aleatorio o dirigido, y que de acuerdo al interés del investigador, se tomó 15 km, desde el Km. 13+790 hasta el Km. 28+845.

3.5- TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS Y ANALISIS DE DATOS

3.5-1. TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Puesto que el tipo de la investigación fue aplicado y el diseño cuasi experimental ya que se realizaran ensayos a través de calicatas para la clasificación de materiales.

Además se tomó en cuenta el análisis documental, donde se consideraron las fichas bibliográficas, de resumen, de párrafo; que nos sirvieron para estructurar el marco teórico referencial y conceptual.

Adicional a ello se recolectarán datos existentes de estudios similares, normas, etc.

En relación a la naturaleza del trabajo se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

Técnica	Instrumento
Ensayos	Calicatas

3.5-2. ANALISIS DE DATOS

3.5-2.1. ENSAYOS

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Ensayos Estándares (Clasificación de suelos, constantes físicas, humedad, peso específico, peso unitario, etc.).
- Ensayos Especiales (Corte directo en suelos, Corte directo en roca, compresión simple y triaxiales).
- Ensayos químicos, (cloruros, sulfatos, Sales, Ph, gravedad específica, materia orgánica).

Realizando 4 calicatas a lo largo de aproximadamente 15 km. La estabilización de taludes con la solución de Anclajes Auto perforantes se realizó desde el Km. 13+790 hasta el Km. 28+845, las calicatas se realizaron en los siguientes kilómetros:

- 14+100-14+600 (Profundidad 1.80 m)
- 15+000-15+740 (Profundidad 1.80 m)
- 16+000-16+500 (Profundidad 1.75 m)
- 17+630-17+790 (Profundidad 1.60 m)

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE SUELOS

PALLASCA, ANCASH - MOLLEPATA, LA LIBERTAD

EJECUCIÓN DE CALICATAS EN ZONAS INESTABLES.

IDENTIFICACIÓN	Km / Profundidad	GRANULOMETRÍA (% que pasa)								LÍMITES DE CONSISTENCIA (% N° 40)		CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN	HUMEDAD NATURAL (%)	PESO UNITARIO				BIENES QUÍMICOS (ppm)			CORTE DIRECTO					
		2"	3/4"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 100	N° 200	LL	LP	SL/CS	MS/ST			PE Bta Base (gr/m²)	PE Bta Base Sarda (gr/m²)	PE Bta Arena (gr/m²)	Amorfin (N)	Salin Tóxico	Carbon	Sulfatos	PH	Coeficiente de Fricción (F _{ph})	Ángulo de Fricción (°)			
Desplazamiento - Talud Superior	Km 04+650 - 04+650 / Prof. - 2.0m	100	93	86	78	67	51	44	40	31	11	SC	A-6(1)	Arena arcillosa con grava	4.3	1.654	1.653		2.788				2288	65	1045	6.57		
< 1M / Desplazamiento - Talud Superior	Km 04+650 - 04+650 / Prof. - 2.0m	100	100	100	100	88	65	51	52	31	11	CL	A-6(1)	Acilosa arenosa de baja plasticidad	5.6								1622	65	761	6.68	0.288	21.2
Desplazamiento - Talud Superior	Km 05+160 - 05+100 / Prof. - 2.50m	100	83	74	68	62	55	51	46	35	16	GC	A-6(4)	Grava arcillosa con arena	6.0	1.34	1.57		2.773									
< 1M / Desplazamiento - Talud Superior	Km 05+160 - 05+100 / Prof. - 2.50m	100	100	100	100	91	81	76	68	35	16	CL	A-6(F)	Acilosa arenosa de baja plasticidad	8.9												0.942	13.3
Desplazamiento - Talud Superior	Km 05+178 - 05+800 / Prof. - 1.90m	100	100	100	100	72	44	35	32	35	15	SC	A-2-6(1)	Arena arcillosa	2.5	1.456	1.671		2.809				2118	55	996	6.59	0.291	25.2
Desplazamiento - Talud Superior	Km 12+850 - 12+820 / Prof. - 2.30m	100	94	75	50	36	22	16	14	25	6	GM-GC	A-1-a(0)	Grava limosa arcillosa con arena	4.3	1.739	1.908		2.865				774	55	329	6.71		
< 1M / Desplazamiento - Talud Superior	Km 12+850 - 12+820 / Prof. - 2.30m	100	100	100	100	71	43	32	28	25	6	SM-SC	A-2-4(0)	Arena limosa - arcillosa	8.6												0.079	30.1
Desplazamiento - Talud Superior	Km 12+900 - 13+400 / Prof. - 2.50m	100	78	58	52	45	35	28	24	24	3	GM	A-1-b(0)	Grava limosa con arena	1.6	1.808	1.809		2.884				714	55	296	6.75		
< 1M / Desplazamiento - Talud Superior	Km 12+900 - 13+400 / Prof. - 2.50m	100	100	100	100	85	68	55	48	24	3	SM	A-1(0)	Arena limosa	3.1											0.051	27.8	
Desplazamiento	Km 14+100 - 14+600 / Prof. - 1.80m	100	94	78	58	45	27	21	20	27	7	GM-GC	A-2-4(0)	Grava limosa arcillosa con arena	2.7	1.652	1.667		2.804				660	60	268	6.69		
< 1M / Desplazamiento	Km 14+100 - 14+600 / Prof. - 1.80m	100	100	100	100	76	46	37	34	27	7	SM-SC	A-2-4(0)	Arena limosa - arcillosa	4.7												0.125	37.2
Desplazamiento	Km 15+000 - 15+740 / Prof. - 1.80m	100	96	70	56	48	39	33	30	19	2	GM	A-2-4(0)	Grava limosa con arena	1.6	1.736	1.944		2.809				702	55	296	6.70		
< 1M / Desplazamiento	Km 15+000 - 15+740 / Prof. - 1.80m	100	100	100	100	85	69	58	54	19	2	ML	A-4(0)	Limo arenoso	2.9												0.038	35
Desplazamiento	Km 16+000 - 16+320 / Prof. - 1.75m	100	100	87	78	72	62	50	43	23	4	SM-SC	A-4(0)	Arena limosa - arcillosa con grava	1.7	1.577	1.758		2.773				650	60	280	6.74		
< 1M / Desplazamiento	Km 16+000 - 16+320 / Prof. - 1.75m	100	100	100	100	92	79	64	55	23	4	ML-CL	A-4(0)	Acilosa limo-arcillosa	2.2												0.163	37.1
Desplazamiento - Talud Superior	Km 17+630 - 17+700 / Prof. - 1.60m	100	100	78	66	57	39	30	27	27	6	SM-SC	A-2-4(0)	Arena limosa - arcillosa con grava	1.8	1.643	1.813		2.773				650	65	276	6.55		
< 1M / Desplazamiento - Talud Superior	Km 17+630 - 17+700 / Prof. - 1.60m	100	100	100	100	87	60	45	41	27	6	SM-SC	A-4(0)	Arena limosa - arcillosa	2.6												0.189	34
Espejo de Rievas - Talud Superior	Km 20+440 - 20+500 / Prof. - 0.60m	100	100	64	52	40	18	7	5	NP	NP	GF-GM	A-1-a(0)	Grava predominantemente gravilosa con limo arena	3.9	1.8	1.935	2.702	2.773	2.783	0.40	786	60	325	6.60			
< 1M / Espejo de Rievas - Talud Superior	Km 20+440 - 20+500 / Prof. - 0.60m	100	100	100	100	77	34	14	10	NP	NP	SM-SM	A-1-b(0)	Arena bien graduada con limo	7.3												0.000	32.4

Figura 68: Cuadro Resumen de Ensayos de Suelo

Fuente: OHL Ingenieros

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL INFORME

4.1- RESULTADOS

4.1-1. ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON ANCLAJE PASIVO (PROGRAMA ROCKSCIENCE SLIDE)

4.1-1.1. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE ANCLAJES CON BARRAS AUTOPERFORANTES, MALLAS AUTOSOLDADAS Y CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE), TIPICO CORTE DE TALUD = 12.65 M. DE ALTO.

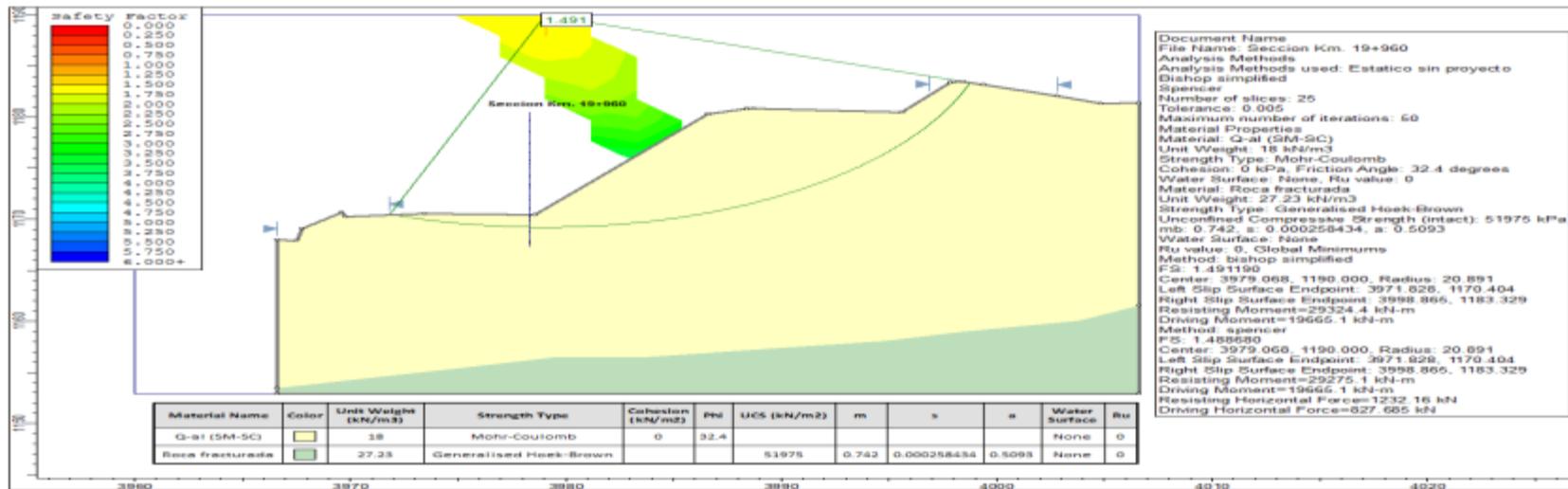


Figura 69: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición estática sin Proyecto, da como resultado un Factor de Seguridad de 2.004, valor que si cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un FS ≥ 1 .

Fuente: Elaboración propia

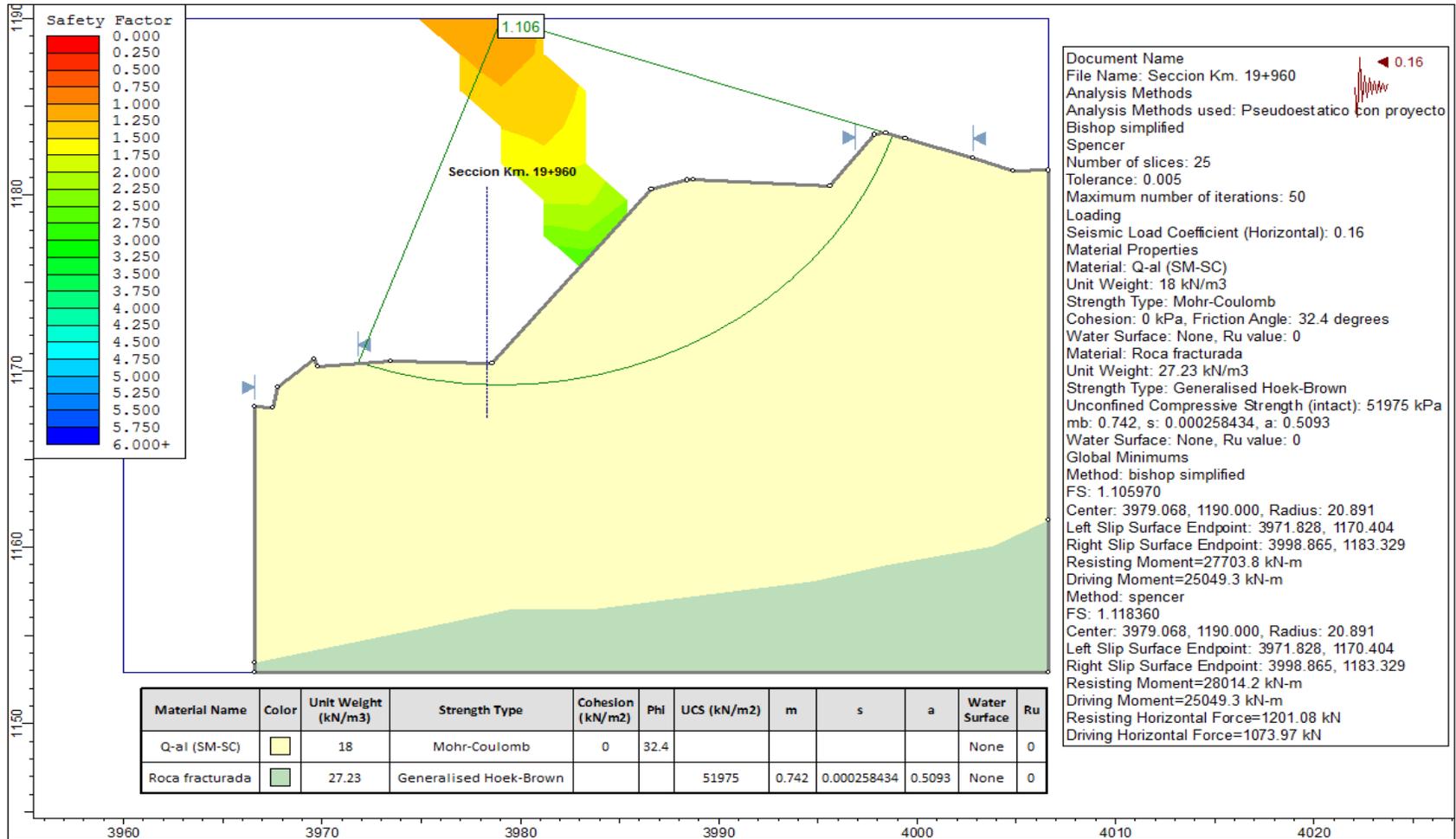


Figura 70: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición Pseudoestática sin Proyecto, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.106, valor que cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un $FS \geq 1$.

Fuente: Elaboración propia

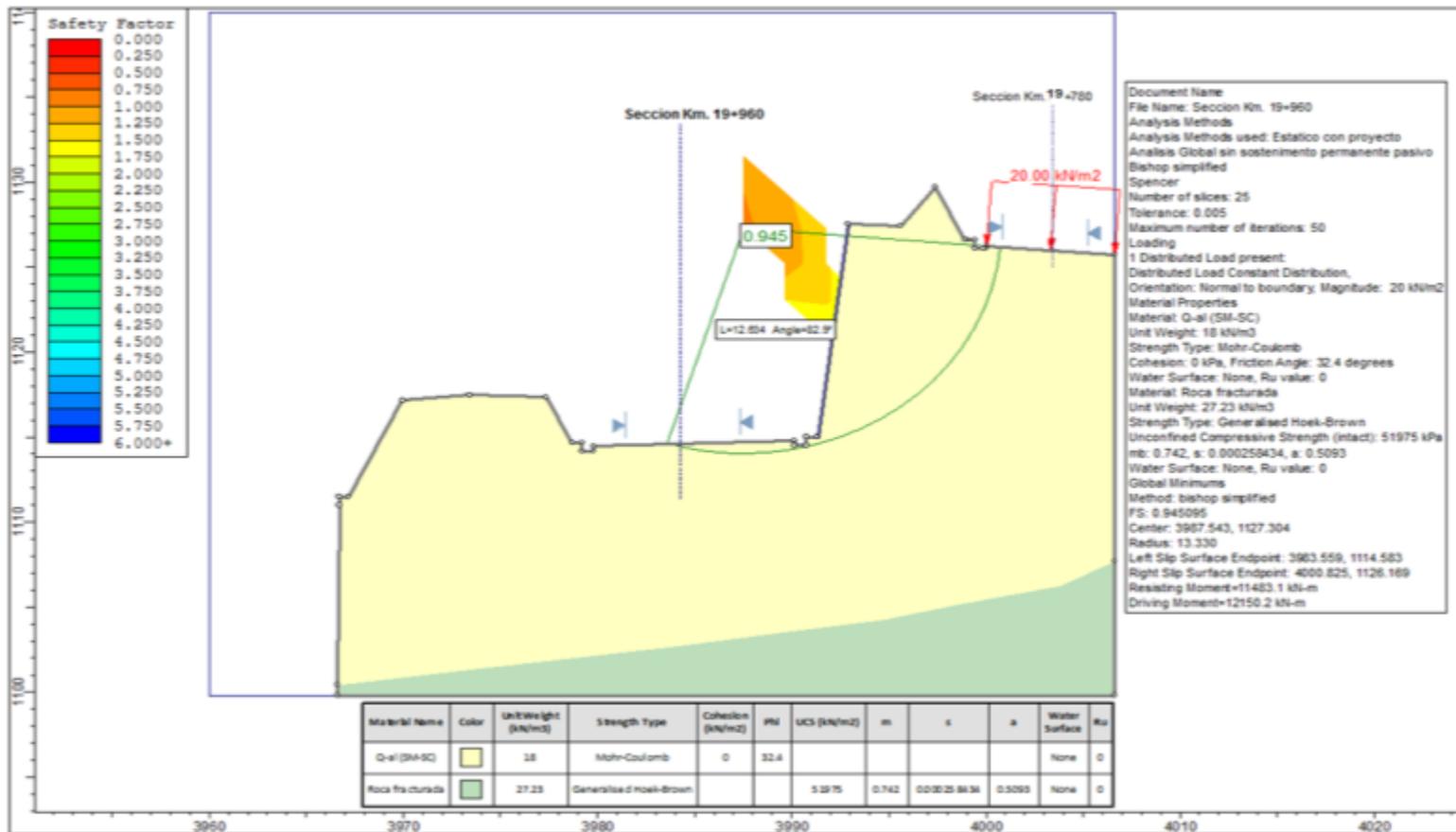


Figura 71: Secc. Km. 19+780 y Km. 19+960: Análisis de estabilidad Global de taludes, en condición estática con Proyecto, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.945, valor que no cumple con la condición de equilibrio límite, es decir un $FS \geq 1$.

Fuente: Elaboración propia

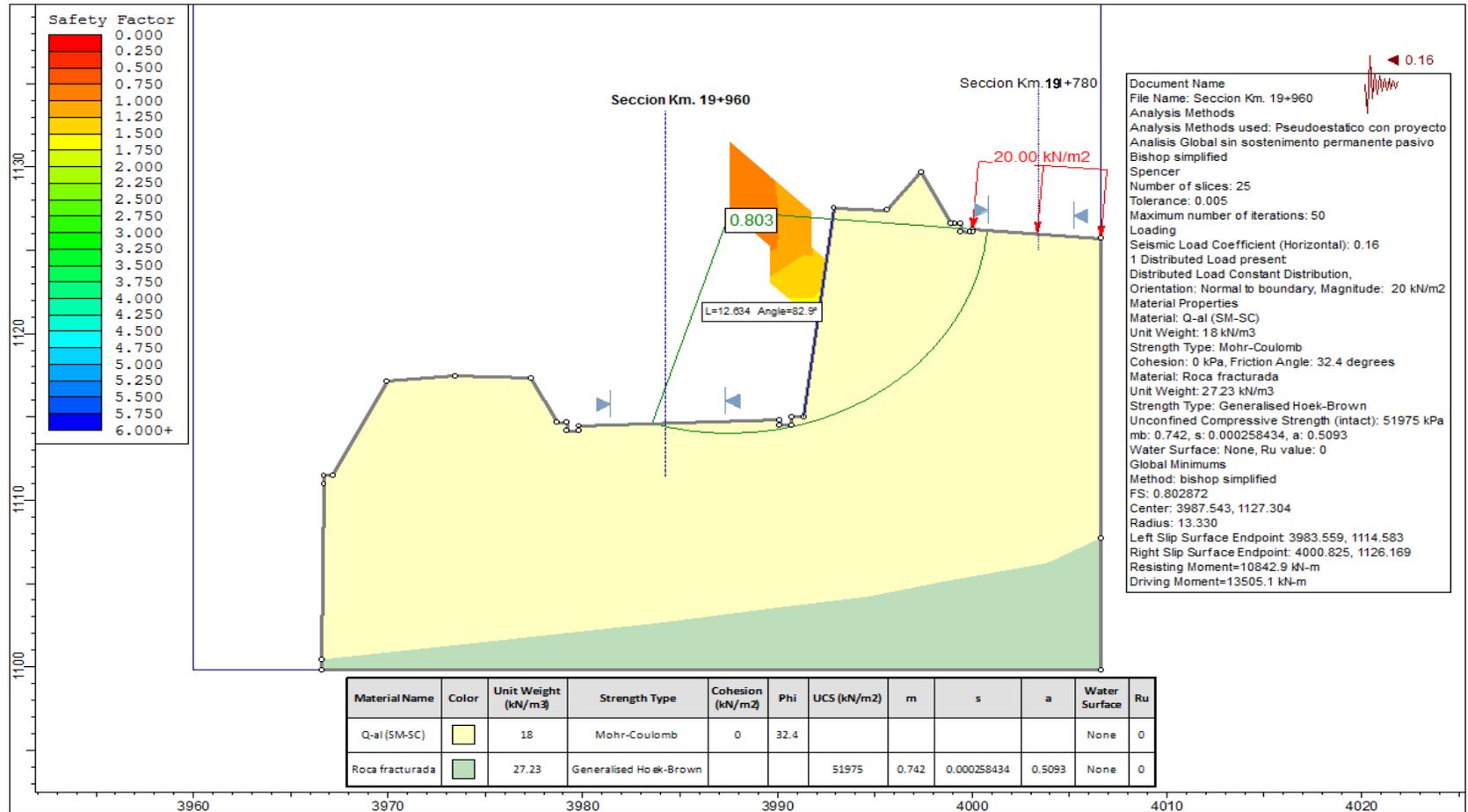


Figura 72: Secc. Km. 19+780 y Km. 19+960: Análisis de estabilidad Global de taludes, en condición Pseudoestática con Proyecto, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.803, valor que no cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un $FS \geq 1$

Fuente: Elaboración propia

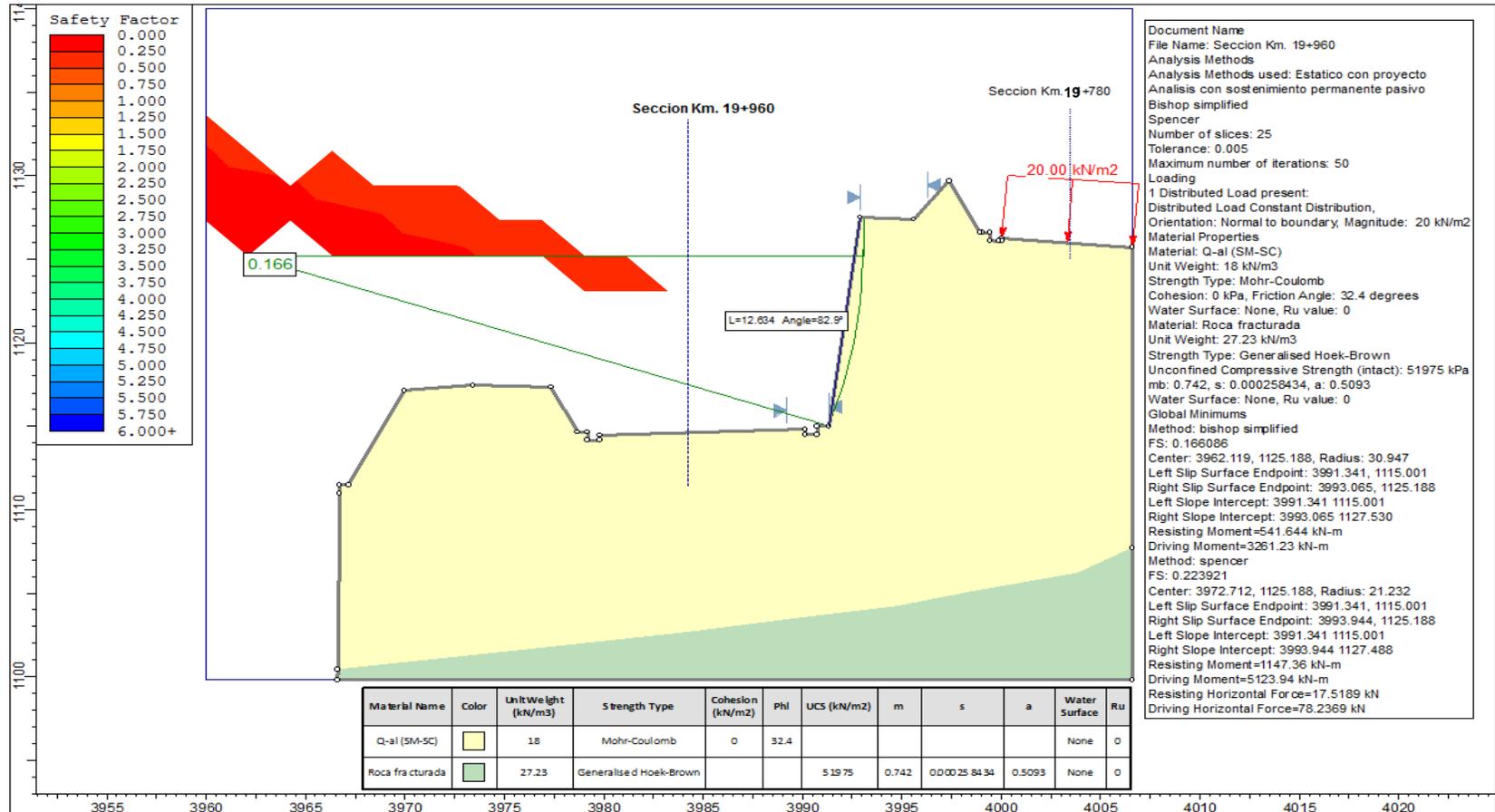


Figura 73: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud, en condición estática con proyecto, talud de corte H:V=1:8, altura de corte de 12.65 metros y carga viva sobre la vía superior Km. 19+780 de 2 tn/m², obteniendo como resultado un factor de seguridad, F.S.= 0.166, valor que no cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un FS ≥ 1.

Fuente: Elaboración propia

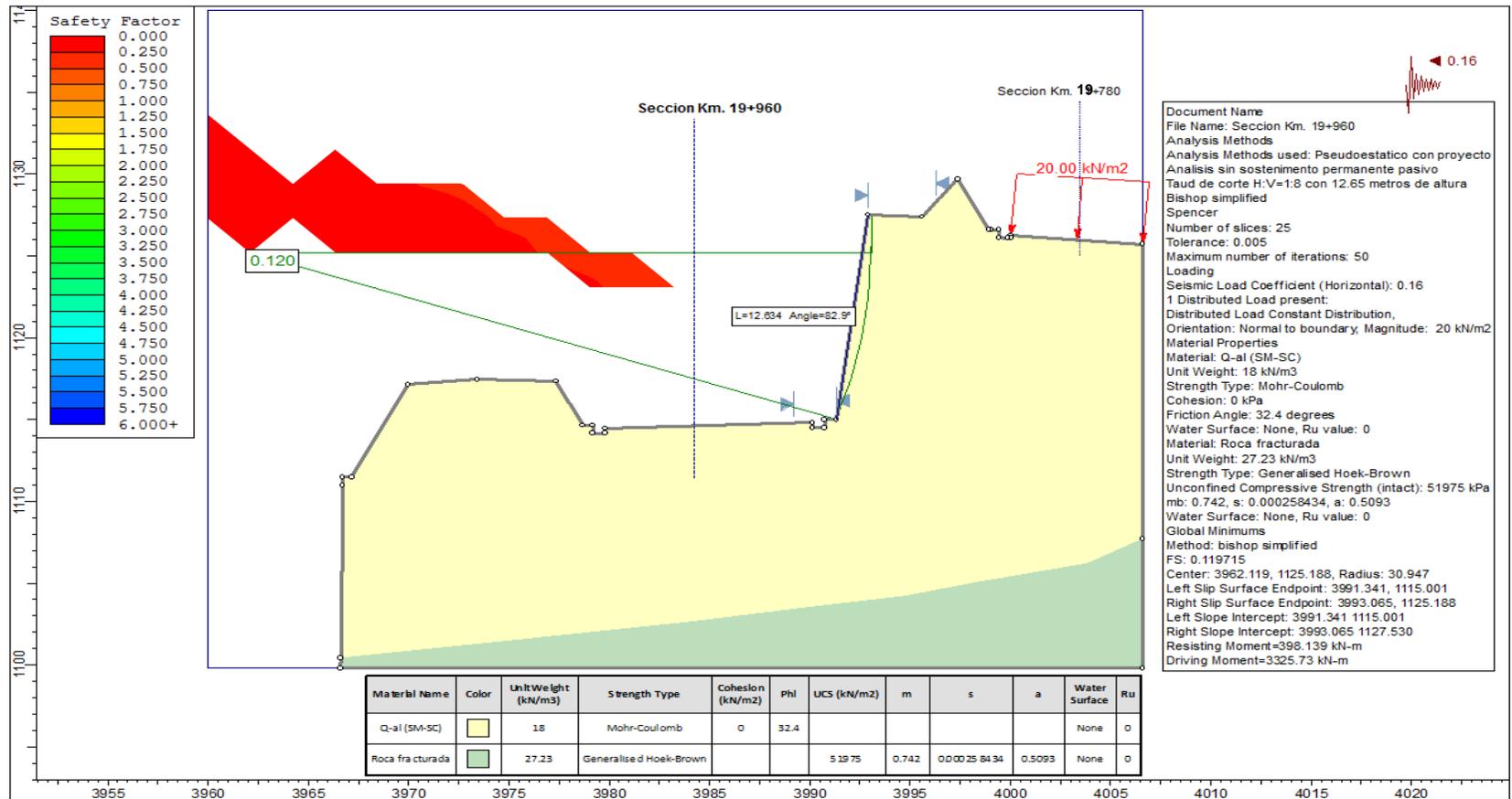


Figura 74: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud, en condición pseudoestática con proyecto, se realizó el diseño geométrico, sobre material inconsolidado (deposito aluvial), en corte cerrado, talud de corte H: 1, V:8, con diseño de corte de 12.65 m. de altura, modeladas sobre el perfil del talud superior, dando como resultado un factor de seguridad igual a 0.120, condición que no cumple con los parámetros de equilibrio limite, es decir un $FS \geq 1$

Fuente: Elaboración propia

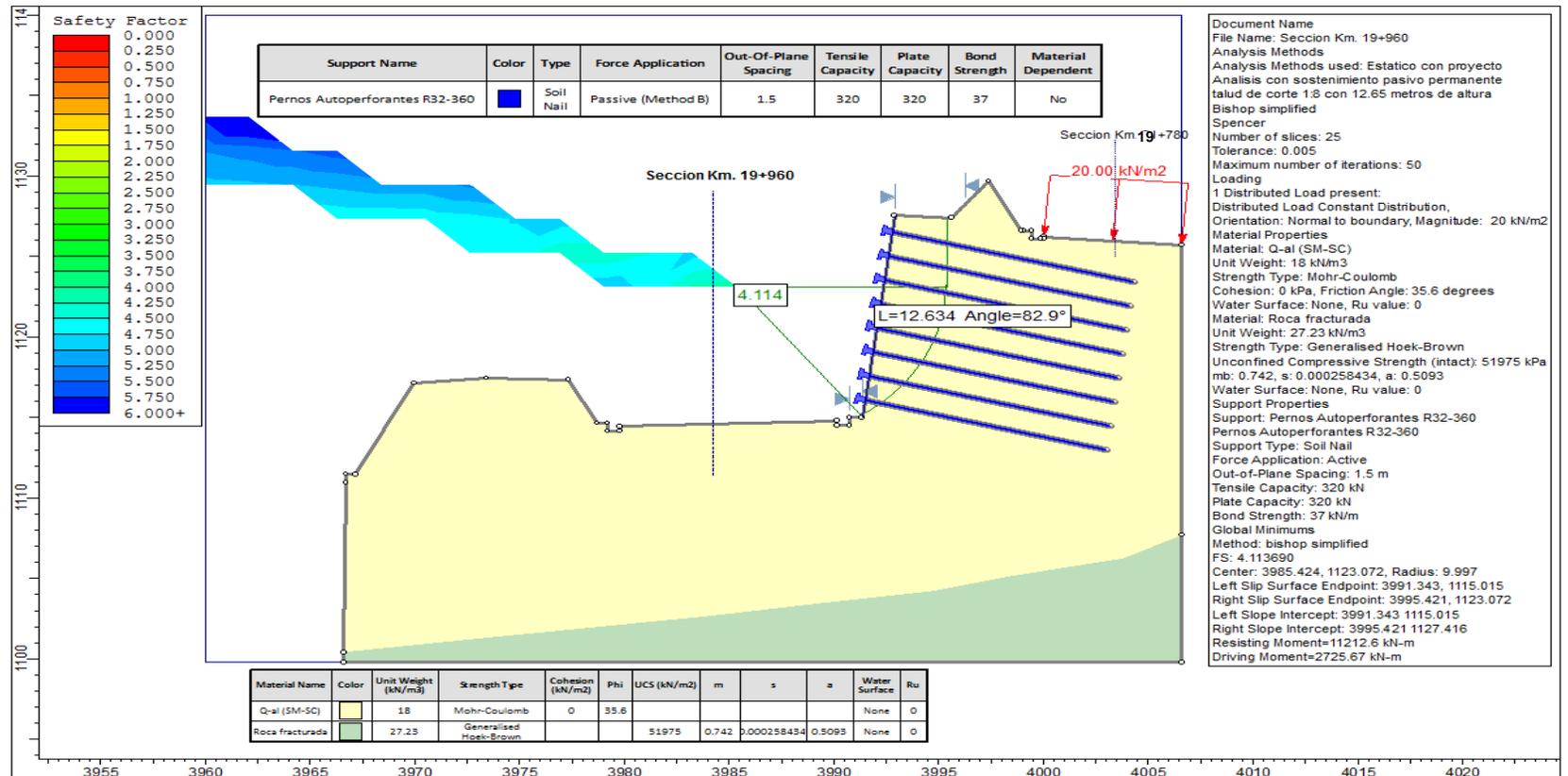


Figura 75: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición estática con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-360, mallas electrosoldadas y shotcrete), Los anclajes presentan una separación de 1.5 m. verticalmente y horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, en corte cerrado (corte de talud lado izquierdo H:V=1:2), da como resultado un Factor de Seguridad igual a 4.114, valor que si cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un FS ≥ 1 .

Fuente: Elaboración propia

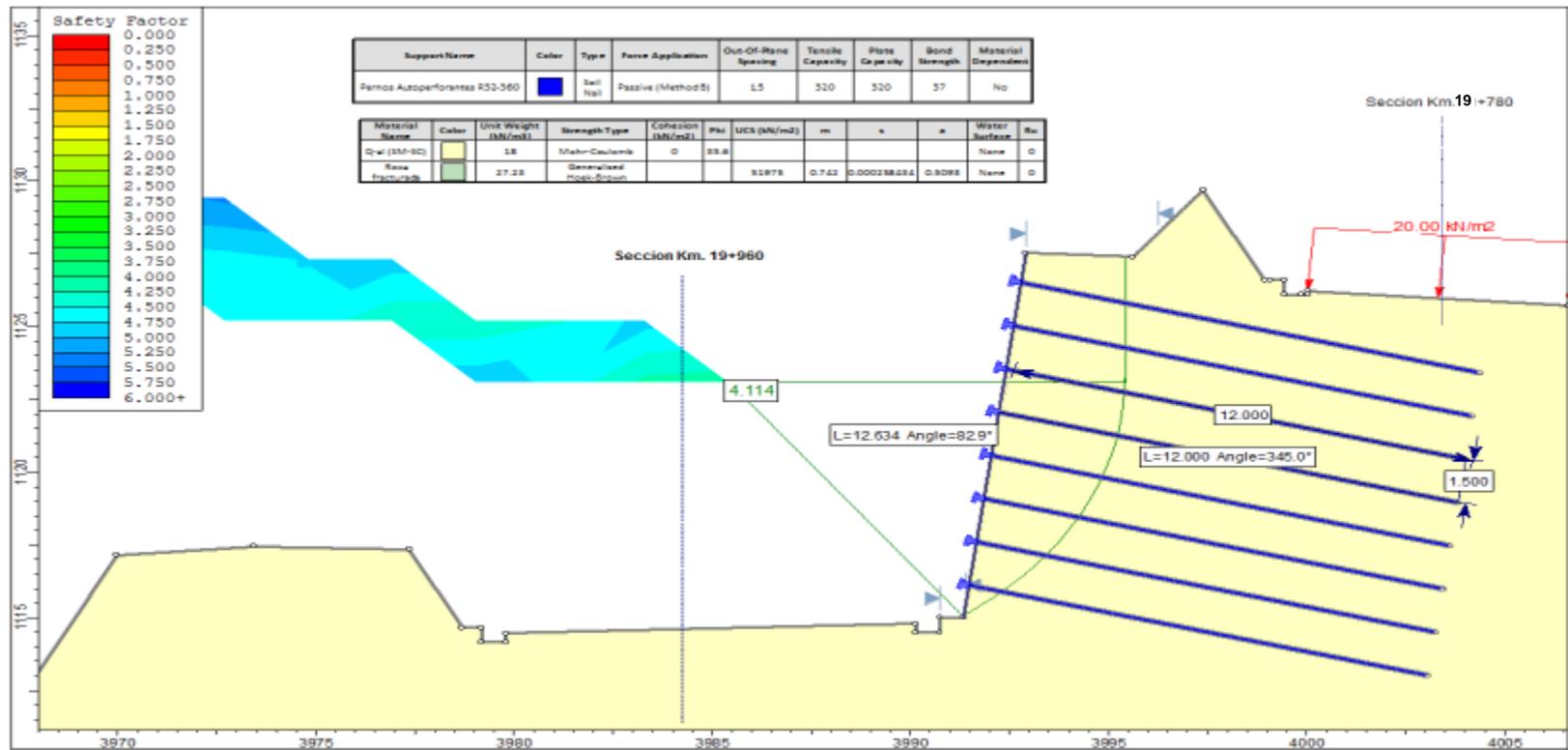


Figura 76: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición estática con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras auto perforantes R32-360 (longitud 12 metros y espaciados 1.50 metros a cada lado), mallas electrosoldadas y shotcrete), en corte cerrado, talud de corte H:V=1:8 con 12.65 metros de altura de sostenimiento, da como resultado un Factor de Seguridad igual a 4.114, valor que cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un $FS \geq 1$.

Fuente: Elaboración propia

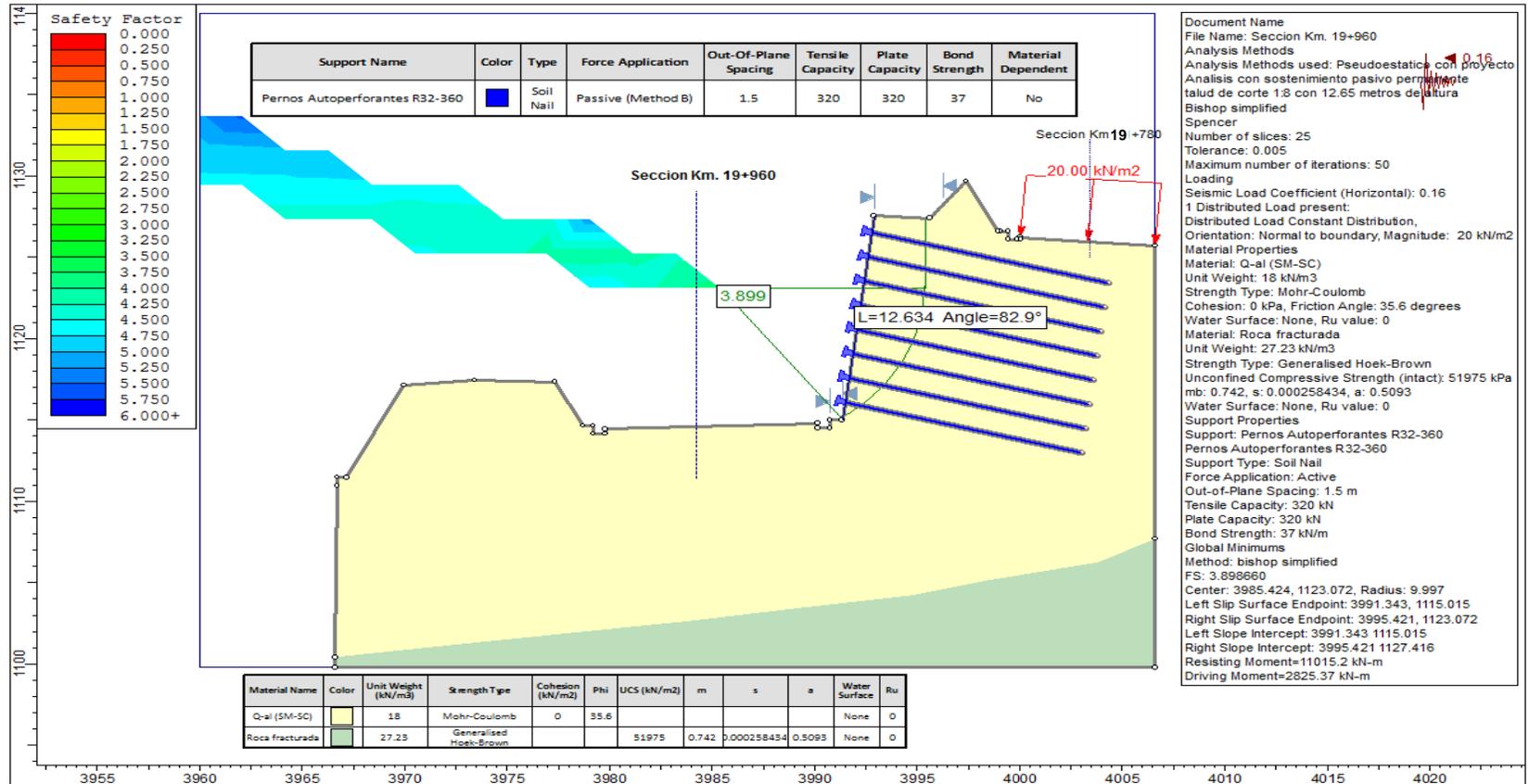


Figura 77: Secc. Km 19+960: Análisis de estabilidad del talud en condición Pseudoestática con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-360, mallas electrosoldadas y shotcrete), Los anclajes presentan una separación de 1.5 m. verticalmente y horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 3.899, valor que si cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un FS ≥ 1 .

Fuente: Elaboración propia

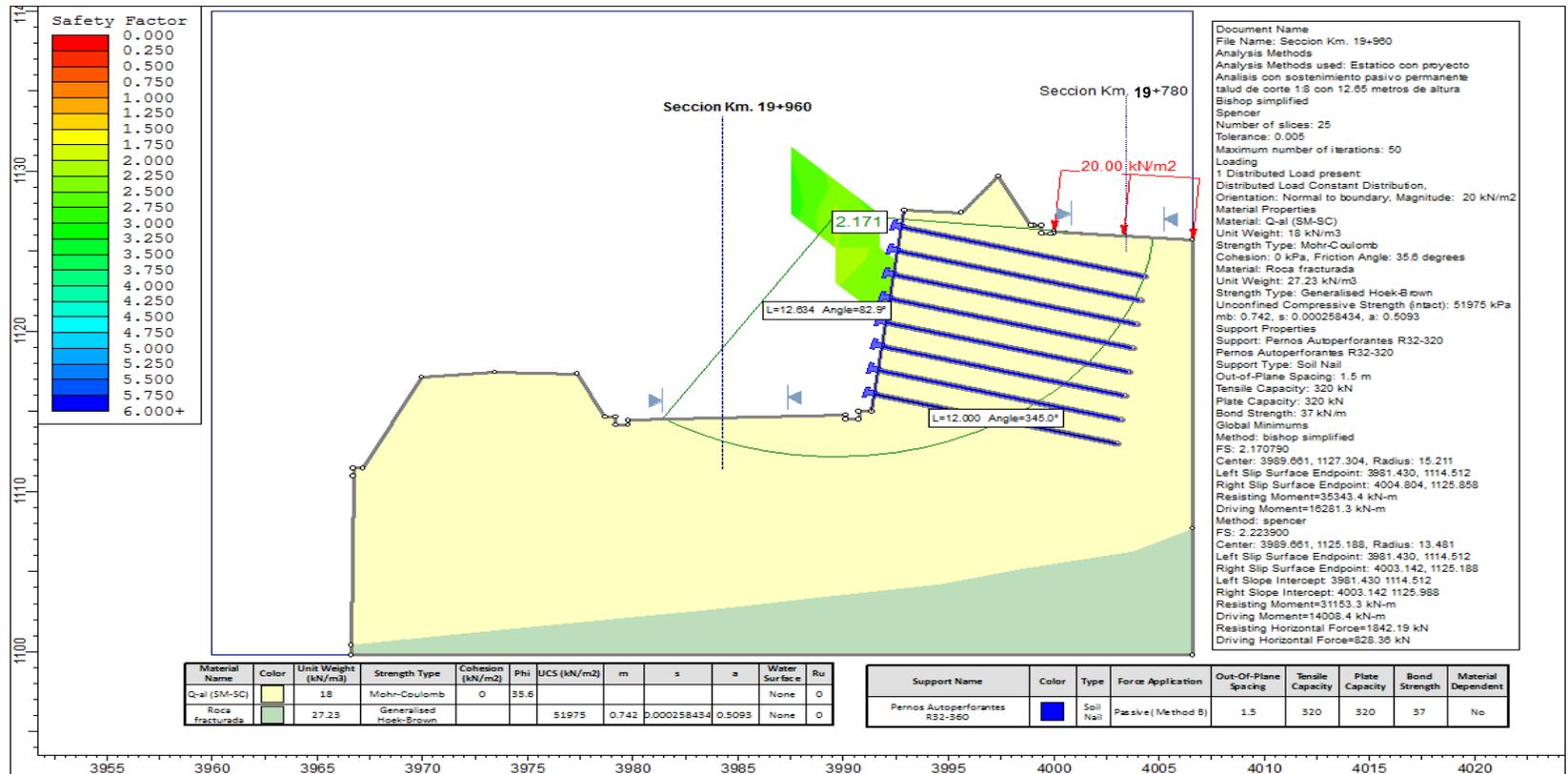


Figura 78: Secc. Km. 19+780 y Km. 19+760: Análisis Global de estabilidad de taludes, con sostenimiento permanente pasivo, en condición estática con proyecto (anclajes con barras auto perforantes R32-360 (longitud 12.00 metros y espaciados 1.50 metros a cada lado, mallas electrosoldadas y shotcrete), altura de corte de 12.65 metros y obteniendo como resultado un factor de seguridad igual a 2.171, valor que cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un FS ≥ 1 .

Fuente: Elaboración propia

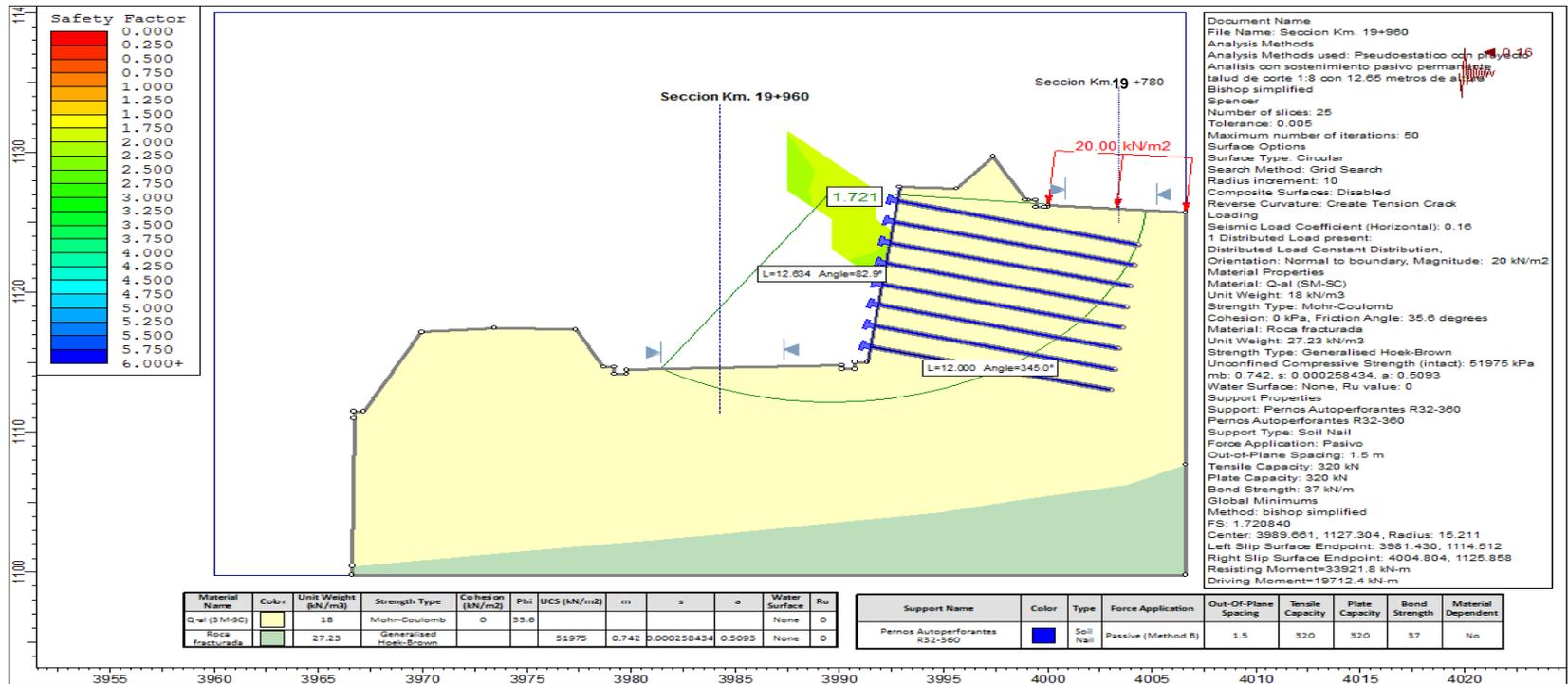


Figura 79: Secc. Km. 19+780 y Km. 19+760: Análisis Global de estabilidad de taludes, con sostenimiento permanente pasivo, en condición Pseudoestática con proyecto (anclajes con barras auto perforantes R32-360 (longitud 12.00 metros y espaciados 1.50 metros a cada lado), mallas electrosoldadas y shotcrete), talud de corte V:H=1:8 con una altura de sostenimiento de 12.65 metros y obteniendo como resultado un factor de seguridad igual a 1.721, valor que cumple con la condición de equilibrio limite, es decir un FS ≥ 1 .

Fuente: Elaboración propia

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Sección Km. 19+960

Slide Modeler Version: 6.004

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Date Created: 16/11/2016, 05:35:50 p.m.

General Settings

Units of Measurement: Metric Units

Time Units: days

Permeability Units: meters/second

Failure Direction: Right to Left

Data Output: Standard

Maximum Material Properties: 20

Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Spencer

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

Check malpha < 0.2: Yes

Initial trial value of FS: 1

Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³

Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular

Search Method: Grid Search

Radius Increment: 10

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.16

1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant

Magnitude [kN/m²]: 20

Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Q-al (SM-SC)	Roca fracturada
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Generalised Hoek-Brown
Unit Weight [kN/m ³]	18	27.23
Cohesion [kPa]	0	
Friction Angle [deg]	35.6	
Unconfined Compressive Strength (intact) [kPa]		51975
nmb		0.742
ns		0.000258434
na		0.5093
Water Surface	None	None
Ru Value	0	0

Figura 80: Propiedades de los Materiales

Fuente: ROCKSCIENCE SLIDE

Support Properties

Pernos Auto perforantes R32-360

Support Type: Soil Nail

Force Application: Passive

Out-of-Plane Spacing: 1.5 m

Tensile Capacity: 320 kN

Plate Capacity: 320 kN
Bond Strength: 37 kN/m

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.720840
Center: 3989.661, 1127.304
Radius: 15.211
Left Slip Surface Endpoint: 3981.430, 1114.512
Right Slip Surface Endpoint: 4004.804, 1125.858
Resisting Moment=33921.8 kN-m
Driving Moment=19712.4 kN-m

Method: spencer
FS: 1.890130
Center: 3989.661, 1125.188
Radius: 13.253
Left Slip Surface Endpoint: 3981.792, 1114.524
Right Slip Surface Endpoint: 4002.915, 1125.188
Left Slope Intercept: 3981.792 1114.524
Right Slope Intercept: 4002.915 1126.006
Resisting Moment=29274.5 kN-m
Driving Moment=15488.1 kN-m
Resisting Horizontal Force=1777.81 kN
Driving Horizontal Force=940.577 kN
Driving Horizontal Force=2231.77 kN

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.72084

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.93496	4.9348	Q-al (SM-SC)	0	35.6	2.91493	5.01612	7.00644	0	7.00644
2	0.93496	14.0864	Q-al (SM-SC)	0	35.6	7.92212	13.6327	19.042	0	19.042
3	0.93496	21.8733	Q-al (SM-SC)	0	35.6	11.7927	20.2933	28.3454	0	28.3454
4	0.93496	28.4192	Q-al (SM-SC)	0	35.6	14.7609	25.4011	35.4799	0	35.4799
5	0.93496	33.8155	Q-al (SM-SC)	0	35.6	16.9827	29.2245	40.8204	0	40.8204
6	0.93496	38.1298	Q-al (SM-SC)	0	35.6	18.5667	31.9504	44.6278	0	44.6278
7	0.93496	41.4107	Q-al (SM-SC)	0	35.6	19.5912	33.7133	47.0902	0	47.0902
8	0.93496	43.692	Q-al (SM-SC)	0	35.6	20.1139	34.6128	48.3466	0	48.3466
9	0.93496	44.9944	Q-al (SM-SC)	0	35.6	20.1782	34.7234	48.5011	0	48.5011
10	0.93496	42.1056	Q-al (SM-SC)	0	35.6	18.4086	31.6782	44.2476	0	44.2476
11	0.93496	57.4888	Q-al (SM-SC)	0	35.6	24.5138	42.1843	58.9224	0	58.9224
12	0.93496	158.533	Q-al (SM-SC)	0	35.6	65.9405	113.473	158.497	0	158.497
13	0.93496	248.101	Q-al (SM-SC)	0	35.6	100.646	173.195	241.916	0	241.916
14	0.93496	247.969	Q-al (SM-SC)	0	35.6	98.0585	168.743	235.697	0	235.697
15	0.93496	241.892	Q-al (SM-SC)	0	35.6	93.1679	160.327	223.943	0	223.943
16	0.93496	241.813	Q-al (SM-SC)	0	35.6	90.6005	155.909	217.77	0	217.77
17	0.93496	253.976	Q-al (SM-SC)	0	35.6	92.3979	159.002	222.091	0	222.091
18	0.93496	242.731	Q-al (SM-SC)	0	35.6	97.933	168.527	235.396	0	235.396
19	0.93496	201.72	Q-al (SM-SC)	0	35.6	68.5973	118.045	164.883	0	164.883
20	0.93496	174.758	Q-al (SM-SC)	0	35.6	66.2113	113.939	159.149	0	159.149
21	0.93496	158.797	Q-al (SM-SC)	0	35.6	61.087	105.121	146.832	0	146.832
22	0.93496	139.566	Q-al (SM-SC)	0	35.6	50.1308	86.267	120.497	0	120.497
23	0.93496	116.148	Q-al (SM-SC)	0	35.6	38.5665	66.3667	92.6998	0	92.6998
24	0.93496	85.7736	Q-al (SM-SC)	0	35.6	25.743	44.2996	61.8772	0	61.8772
25	0.93496	34.177	Q-al (SM-SC)	0	35.6	8.93192	15.3704	21.4691	0	21.4691

Figura 81: Datos de programa SLIDE

Fuente: ROCKSCIENCE SLIDE

Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.89013

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.844921	4.58268	Q-al (SM-SC)	0	35.6	24.0416	45.4417	63.4723	0	63.4723
2	0.844921	13.0734	Q-al (SM-SC)	0	35.6	35.936	67.9238	94.875	0	94.875
3	0.844921	20.296	Q-al (SM-SC)	0	35.6	35.8008	67.6682	94.518	0	94.518
4	0.844921	26.3898	Q-al (SM-SC)	0	35.6	34.0138	64.2905	89.8001	0	89.8001
5	0.844921	31.4555	Q-al (SM-SC)	0	35.6	32.143	60.7545	84.861	0	84.861
6	0.844921	35.5669	Q-al (SM-SC)	0	35.6	30.3482	57.362	80.1225	0	80.1225
7	0.844921	38.7774	Q-al (SM-SC)	0	35.6	28.5831	54.0258	75.4624	0	75.4624
8	0.844921	41.1249	Q-al (SM-SC)	0	35.6	26.7957	50.6473	70.7434	0	70.7434
9	0.844921	42.6341	Q-al (SM-SC)	0	35.6	24.9529	47.1642	65.8783	0	65.8783
10	0.844921	42.776	Q-al (SM-SC)	0	35.6	22.7484	42.9975	60.0583	0	60.0583
11	0.844921	41.4612	Q-al (SM-SC)	0	35.6	20.2017	38.1839	53.3347	0	53.3347
12	0.844921	69.6177	Q-al (SM-SC)	0	35.6	31.2649	59.0948	82.5428	0	82.5428
13	0.844921	165.495	Q-al (SM-SC)	0	35.6	68.791	130.024	181.616	0	181.616
14	0.844921	228.398	Q-al (SM-SC)	0	35.6	88.1109	166.541	232.623	0	232.623
15	0.844921	225.012	Q-al (SM-SC)	0	35.6	80.6754	152.487	212.992	0	212.992
16	0.844921	219.378	Q-al (SM-SC)	0	35.6	73.1119	138.191	193.023	0	193.023
17	0.844921	216.172	Q-al (SM-SC)	0	35.6	66.8859	126.423	176.586	0	176.586
18	0.844921	224.344	Q-al (SM-SC)	0	35.6	64.2686	121.476	169.676	0	169.676
19	0.844921	226.219	Q-al (SM-SC)	0	35.6	98.8704	186.878	261.028	0	261.028
20	0.844921	194.853	Q-al (SM-SC)	0	35.6	47.0495	88.9297	124.215	0	124.215
21	0.844921	162.675	Q-al (SM-SC)	0	35.6	60.9223	115.151	160.84	0	160.84
22	0.844921	141.121	Q-al (SM-SC)	0	35.6	46.482	87.8571	122.717	0	122.717
23	0.844921	123.474	Q-al (SM-SC)	0	35.6	35.4447	66.9951	93.5778	0	93.5778
24	0.844921	98.6012	Q-al (SM-SC)	0	35.6	23.0641	43.5942	60.8916	0	60.8916
25	0.844921	48.352	Q-al (SM-SC)	0	35.6	12.7041	24.0124	33.5401	0	33.5401

Figura 82: Datos de programa SLIDE

Fuente: ROCKSCIENCE SLIDE

4.1-2. PARAMETROS DE DISEÑO Y COMPROBACION DEL TIPO DE ANCLAJE PASIVO PERMANENTE

		Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera ha sido elaborada
Norma de diseño	=	por la Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras con la valiosa colaboración de la Asociación de Empresas de la Tecnología del Suelo y Subsuelo (AETESS)
Vida útil del proyecto	=	50.00 años (Definido por el cliente)
Tipo de anclaje	=	Permanente (Diseño) (Item 2.1-Norma)
Coefficiente de mayoración (f1)	=	1.50 (Diseño) (Tabla 3.1-Norma)
Coefficiente de reducción (f3)	=	1.65 (Diseño) (Tabla 3.2-Norma)
Inclinación de perforación	=	15°(con la horizontal) (Diseño)
Tipo de roca	=	SUELO (Definido por el cliente)
Clasificación según origen	=	-
Tipo de antelación en roca	=	- (Definido por el cliente)
Resistencia media al arrancamiento limite	=	700.00 kN/m2 (Ver tabla A)
Resistencia media al arrancamiento admisible	=	424.24 kN/m2 $A_{adm} = A_{limite} / f3$
Resistencia característica a la compresión de lechada	=	27.50 MPa rotura a la compresión a 28 días

Tabla A: Resistencia Media al Arrancamiento

Tipo de terreno	Resistencia meda al arrancamiento, Tu (kN/m2)
Roca dura (granito, gneis, caliza, etc)	1 000 - 2 500
Roca blanda (margas, esquistos, pizarras, etc)	300 - 1 000
Grava y arenas gruesas	700 - 1 000
Arenas finas y medias, arenas limosas y arcillas arenosas	300 - 600
Arcillas de consistencia:	
Rigida (C=200 kN/m2)	600 - 800
Firme (100 kN/m2 < C < 200 kN/m2)	200 - 600
MEDIA (50 kN/m2 < C < 100 kN/m2)	50 - 200

Fuente: Cebtrac

Tabla 3.1. Coeficiente f1 en función del tipo de anclaje

Tipo de anclaje	f1
Permanente	1.5
Provisional	1.2

Tabla 3.2 Coeficiente f3 en función del tipo de anclaje

Tipo de anclaje	f3
Provisional	1.45
Permanente	1.65

TIPO DE ANCLAJE

Tipo de Anclaje aplicada	DYWI DRILL R32-360	
Límite de fluencia, min (kg/cm2)	5,402.65	
Resistencia a la tracción, min (kg/cm2)	6,931.70	
Diámetro exterior (mm)	31.10	
Diámetro nominal (mm)	32.00	
Área de sección transversal (mm2)	470.00	
Peso nominal (kg/m)	3.70	
Reducción del diámetro exterior por corrosión (mm)	4.00	(0mm para aplicación provisional, 4mm para aplicación permanente)
Factor de carga de trabajo	0.60	
Carga de fluencia (kN)	250.00	
Carga máxima (kN)	320.00	
Área de sección transversal con corrosión (mm2)	362.98	
Carga de trabajo (kN)	118.20	

DIMENSIONAMIENTO DE LONGITUD DE ANCLAJE

Tipo de Anclaje aplicada	=	DYWI DRILL R32-360
Carga de trabajo (kN)	=	118.20
Diámetro del anclaje (mm)	=	32.00
Diámetro de perforación mínima aplicada (mm)	=	54.00
Profundidad de falla superficial (m)	=	9.00
Longitud de trabajo del anclaje (L_B) (m)	=	1.64
Longitud mínima del anclaje calculado (m)	=	10.64
Longitud del anclaje adotado (m)	=	12.00

Formulación:

$$L_B = T \text{ trabajo} \cdot f1 / (\pi \cdot D \cdot tu)$$

Donde

D= Diámetro de perforación

T trabajo (Td): Carga de trabajo de una barra de diámetro determinado (kN)

tu= Resistencia al arrancamiento (kN/m2)

Notas

Tipo de inyección **Inyección única global (IU)**: Inyección efectuada en una sola fase para rellenar el taladro de la perforación.

TENSION ADMISIBLE DEL ACERO DE ANCLAJE

Carga nominal Mayorada (PNd) (kN)	=	118.20
Sección transversal del anclaje (AT) (mm ²)	=	362.98
Factor de prueba en fluencia	=	1.15
Factor de prueba en tracción	=	1.30
Prueba en el limite de fluencia	=	Exitoso
Prueba en el limite de tracción	=	Exitoso

Formulación:

Pernos de anclajes Permanentes	Pernos de anclajes Provisionales
$PNd/AT < fyk/1.15$	$PNd/AT < fyk/1.10$
$PNd/AT < fpk/1.30$	$PNd/AT < fpk/1.25$

COMPROBACIÓN AL DESLIZAMIENTO DEL TIRANTE DENTRO DEL BULBO DE ANCLAJE

Carga nominal Mayorada (PNd) (kN)	=	118.20
Resistencia característica a la compresión de lechada (fck) (MPa)	=	27.50
Longitud del anclaje adotado (m)	=	12.00
Perimetro del anclaje (m)	=	0.101
Adherencia Limite entre el anclaje y la lechada (t lim) (kN/m ²)	=	7,887.68
Prueba de deslizamiento	=	Exitoso

Formulación:

$$PNd/(Lb \cdot pT) < t \text{ lim}/1.2$$
$$t \text{ lim} = 6.9 (fck/22.5)EXP 2/3$$

Figura 83: Comprobación de la tensión admisible del acero de anclaje y deslizamiento del tirante dentro del bulbo de anclaje

Fuente: Elaboración propia

4.1-3. RESUMEN DE TALUDES ESTABILIZADOS CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE (PERNOS DE ANCLAJE)

Después de identificar el tipo de material en cada tramo de taludes a estabilizar, se propuso el tipo de corte de talud, se realizó un cuadro con el resumen de tramos de taludes que se estabilizaran con sostenimiento pasivo permanente, la longitud de los tramos, el talud de corte.

DISEÑO DE TALUDES SUBVERTICALES CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE										
N°	TRAMO INTERVENIDO (Km. INICIAL - Km. FINAL)		LONGITUD (m)	SECCION ANALIZADA (Km.)	TALUD DE CORTE RECOMEN- DADO PARA EMPERNADO	ALTURA DE TALLID PARA PERNOS	ALTURA DEL TALUD EMPERNAD O	OBSERVACIONES	F.S. ESTATICO CON SOSTENIMIENTO PASIVO (PERNOS AUTOPERFORANTES R32-368)	F.S. PRESIDENTADO CON SOSTENIMIENTO PASIVO (PERNOS AUTOPERFORANTES R32-368)
1	10-790	10-825	35	10-820	18	12.00	TOD0		2.484	2.125
2	10-915	10-945	30	10-930	18	11.75	TOD0		1.580	1.221
3	14-250	14-335	85	14-300	17	20.00	20.00	proyectar banquetas (7 m. de alto por 3 m. de ancho), por encima de los 20 m. con taludes según la clasificación de materiales 11.6	2.045	1.987
4	15-345	15-415	70	15-390	17	15.00	15.00	proyectar banquetas (10 m. de alto por 3 m. de ancho), por encima de los 15 m. con taludes según la clasificación de materiales 11.3	1.937	1.691
5	15-725	15-825	100	15-770	18	20.00	20.00	proyectar banquetas (7 m. de alto por 3 m. de ancho), por encima de los 20 m. con taludes según la clasificación de materiales 11.3	2.053	1.744
6	16-250	16-295	45	16-280	18	15.00	15.00	proyectar banquetas (7 m. de alto por 3 m. de ancho), por encima de los 15 m. con taludes según la clasificación de materiales 11.3	1.252	1.095
7	16-500	16-585	85	16-540	17	21.65	TOD0	Corte cerrado, lado izquierdo talud de corte 13, según clasificación de materiales	1.588	1.459
8	16-605	16-785	180	16-760	17	18.97	TOD0	Corte cerrado, lado izquierdo talud de corte 12, según clasificación de materiales	2.057	1.795
9	16-850	16-980	130	16-930	17	11.50	TOD0		2.061	1.647
10	16-980	17-040	60	17-020	17	18.39	TOD0		1.853	1.610
11	17-075	17-180	105	17-140	18	7.90	TOD0		2.390	1.889
12	17-680	17-785	85	17-730	18	30.00	30	proyectar banquetas (7 m. de alto por 3 m. de ancho), por encima de los 30.00 m. con taludes según la clasificación de materiales 11.3	1.253	1.180
13	17-930	17-995	65	17-960	18	17.50	TOD0	Corte cerrado, lado izquierdo de la vía, talud de corte 12, según clasificación de materiales	1.486	1.184

14	19+495	19+590	95	19+950	1.8	21.32	TODO	Corte cerrado, lado izquierdo de la vía, talud de corte 1:2, según clasificación de materiales	1503	1258
15	19+730	19+865	75	19+840	1.8	13.75	TODO	Corte cerrado, lado derecho de la vía, talud de corte 1:2, banquetas de 7 m. de alto Por 3 m. de ancho, según clasificación de materiales	2281	2241
16	19+730	19+765	35	19+740	1.8	13.50	TODO	Corte cerrado, lado izquierdo de la vía, talud de corte 1:2, banquetas de 7 m. de alto Por 3 m. de ancho, según clasificación de materiales	1591	1405
17	19+990	19+995	35	19+960	1.8	12.65	TODO	Corte cerrado, lado izquierdo de la vía, talud de corte 1:2, según clasificación de materiales	2171	1721
18	21+350	21+400	50	21+370	1.8	12.30	TODO		2574	2239
19	21+490	21+540	50	21+500	1.7	12.85	TODO		1917	1680
20	21+640	21+690	50	21+680	1.8	5.85	TODO		1733	1329
21	21+740 21+765	21+750 21+805	50	21+790	1.8	11.50	TODO	Sostenimiento a partir de la subrasante	3106	3090
22	21+750	21+765	15	21+750	1.8	20.05	TODO	Sostenimiento a partir del nivel de cimentación del muro especial	1643	1564
23	21+895	21+910	95	21+870	1.8	22.87	TODO		1564	1453
24	22+600	22+650	50	22+600	1.7	7.17	TODO		2717	2293
25	22+705	22+795	90	22+710	1.7	17.37	TODO		1627	1380
26	26+040	26+090	50	26+050	1.7	13.67	TODO		2043	1783
27	26+995	27+005	40	27+000	1.8	13.58	TODO		2608	2334
28	27+145	27+255	110	27+160	1.8	12.05	TODO		2336	2064
29	27+335	27+410	75	27+350	1.8	21.95	TODO	Corte cerrado, lado izquierdo de la vía, talud de corte 1:2, según clasificación de materiales	1999	1867
30	27+575	27+645	70	27+580	1.8	15.10	TODO	Corte cerrado, lado derecho de la vía, talud de corte 1:2, según clasificación de materiales	5023	4902
31	27+990	28+000	40.00	28+000	1.9	6.50	TODO	se cambio el talud de corte a 1:3 por plataforma sup.	1919	1418
32	28+320	28+365	45.00	28+340	1.8	13.90	TODO	Corte cerrado, lado izquierdo de la vía, talud de corte 1:3, según clasificación de materiales	3719	3532
33	28+570	28+635	65	28+580	1.8	13.40	TODO		1342	1120
34	28+795	28+845	50	28+810	1.8	13.95	TODO	Corte cerrado, lado izquierdo de la vía, talud de corte 1:3, según clasificación de materiales	2167	2069
MEJORAMIENTO DE CORTE DE TALUDES ALTOS CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE										
35	13+620	13+710	90	13+700	1.6	20.00		proyectar banquetas x encima de los 20 m. con taludes de clasificación de materiales archivo cad	3079	3086
36	19+260	19+290	20	19+270	1.6	13.50	TODO	curva de volteo	1474	1278
37	19+235	19+320	85	19+300	1.8	20.00		proyectar banquetas x encima de los 20 m. con taludes de clasificación de materiales archivo cad	250	213

Figura 84: Resumen de taludes estabilizados con sostenimiento pasivo

Fuente: Elaboración propia

4.1-4. SECCION TIPICA DE TALUD DE CORTE PERNOS DE ANCLAJE

Se tomó la sección típica en el km 17+720 estabilizaran con sostenimiento pasivo permanente, la longitud de los tramos, en donde se puede observar la inclinación de los pernos de anclaje (15°), la separación de los pernos (1.5 m), la inclinación de la tubería perforada para drenaje (10° respecto a la horizontal)

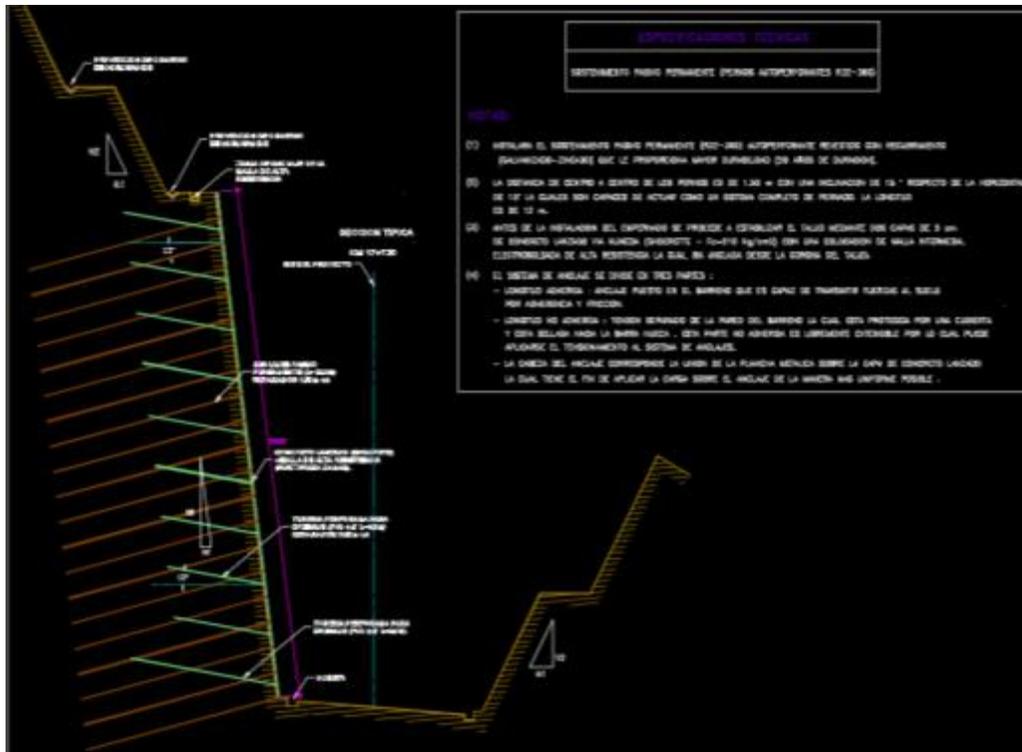


Figura 85: Sección típica con soporte pasivo permanente

Fuente: Elaboración propia

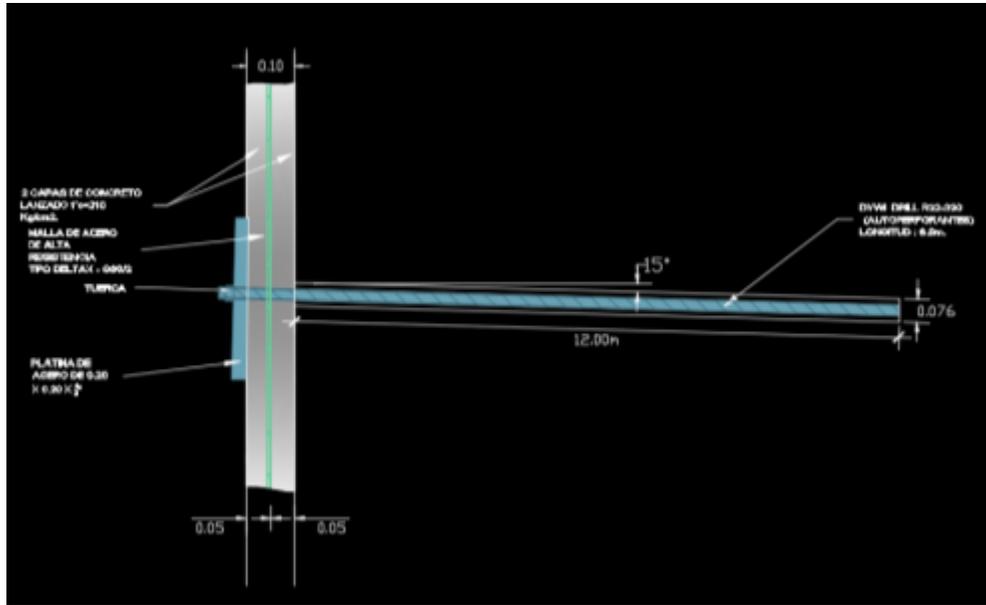


Figura 86: Detalle típico del sostenimiento
Fuente: Elaboración propia

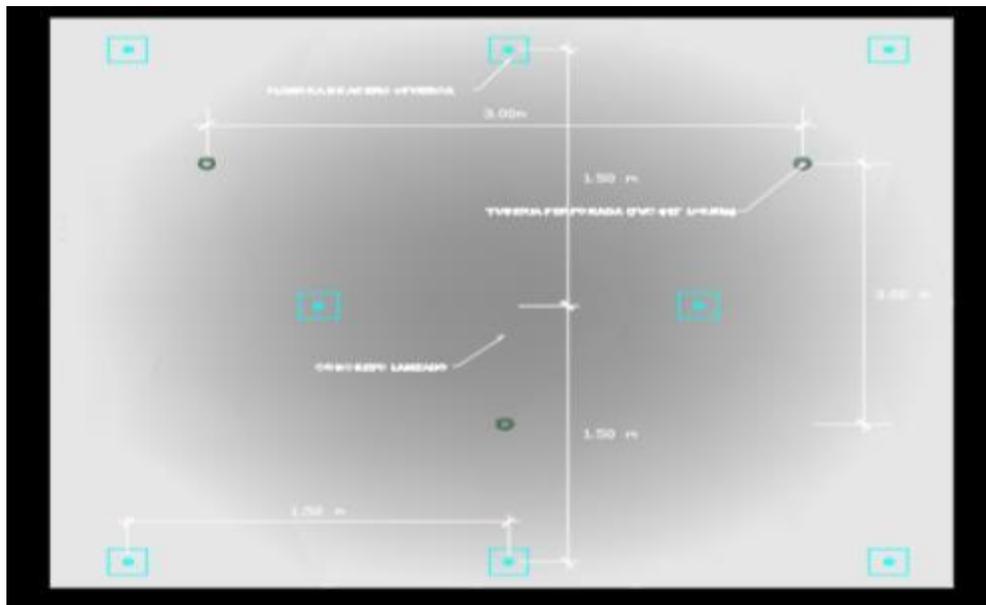


Figura 87: Detalle de la distribución de pernos
Fuente: Elaboración propia

4.2- DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Se puede observar que a partir de los hallazgos encontrados en este informe la solución de Pernos de anclaje permanente (anclajes con barras autoperforantes R32-360, mallas electrosoldadas y shotcrete) es una solución factible ya que cumple con los parámetros de seguridad.

La mayoría de programas de Geotecnia que nos ayuda a modelar la estabilidad de un talud utiliza la Técnica de equilibrio límite para el factor de seguridad ($FS \geq 1$) sin embargo La norma E050 nos indica que el FS mínimo en condiciones sísmicas será 1.25, pero este valor es un valor que por lo general en la estabilidad de taludes no siempre se cumple puesto que es un valor alto, por ello se considera el valor de $FS \geq 1$ previo análisis y aprobación del especialista en el proyecto.

Existen varias soluciones para estabilizar un talud como los muros de contención, geotextiles, mallas o redes metálicas entre otras, una de las soluciones aplicables para el proyecto era los muros de contención pero debido a las limitantes de espacio y también económicas se optó por la solución de sostenimiento pasivo permanente, ya que esta no afecta la plataforma de la vía debido a los espacios reducidos por las continuas curvas de volteo.

Este informe se realizó cuando todavía estaba vigente la anterior zonificación sísmica en la cual la carretera en estudio se encontraba en la zona 3 con un factor de zona de 0.40 en la zonificación sísmica actual también se encuentra en la zona 3 pero el factor de zona es 0.35

Para la estabilización de taludes de algunas carreteras tales como Túneles de Santa Rosa y San Martín que unen los distritos del Rímac y san juan de Lurigancho, Proyecto Mülheim, alemania, Proyecto Odernheim, Alemania se observa que además de los anclajes se utiliza una malla de alambre de alta resistencia a fin de evitar el desprendimiento de suelo o rocas muy fracturadas, en el presente proyecto se utilizó una tecnología Soil Nailing (anclaje pasivo, malla electrosoldada y shotcrete) para una mayor seguridad y resistencia ya que todo el grupo trabaja como un conjunto estructural en donde los pernos de anclaje(anclaje pasivo) es el que proporciona la mayor resistencia al esfuerzo cortante.

Existen anclajes con cables (Sostenimiento Activo) y con barras (Sostenimiento Pasivo), a los primeros se les somete a una carga de tesado, después de su ejecución, generalmente del mismo orden de magnitud que la máxima prevista en proyecto, y nunca inferior al 50% de esta última, mientras que a los segundos se les deja con una carga inicial baja, aunque nunca inferior al 10 % de la máxima de proyecto, que adquieren normalmente por los movimientos de la estructura. La Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera se inclina principalmente a los anclajes activos.

CONCLUSIONES

De lo resultados presentados y del análisis en las discusiones podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- 1) Los pernos de anclaje estabilizan los taludes en la rehabilitación y mejoramiento de la carreta Mollepata- Pallasca al 100% puesto que este cumple exitosamente con el FS requerido que garantiza la estabilidad del talud y de igual manera cumple con los parámetros de diseño contenido en las normas, concluyendo que los pernos de anclaje con tecnología Soil Nailing brinda la estabilidad requerida a los taludes con corte de la carretera Mollepata - Pallasca y de esta manera también mejora las propiedades del suelo.
- 2) Para la estabilización de taludes con Pernos de Anclaje es importante realizar un buen ensayo de laboratorio ya que estos influyen de gran manera para realización del diseño, por lo cual para realizar el modelamiento en el programa SLIDE nos pide el peso específico, ángulo de fricción interna, cohesión, por lo cual se realizaron los siguientes ensayos: Ensayos Estándares (Clasificación de suelos, constantes físicas, humedad, peso específico, peso unitario, etc.), Ensayos Especiales (Corte directo en suelos, Corte directo en roca, compresión simple y triaxiales), Ensayos químicos, (cloruros, sulfatos, Sales, Ph, gravedad específica, materia orgánica).
- 3) Se considerara una longitud de anclaje adoptado de 12 metros (para una mayor seguridad), ya que al realizar los cálculos de las ecuaciones contenidas en la Guía para el Diseño y la Ejecución de Anclajes al Terreno en Obras de Carretera se obtiene la longitud mínima del anclaje calculado= 10.64 m (estará en función de la profundidad de la falla superficial y la longitud de trabajo del anclaje), teniendo una profundidad de falla superficial de 9 metros (obtenido al realizar el análisis in-situ de los taludes y los cálculos correspondientes en el programa SLIDE). La longitud de los anclajes será directamente proporcional a la profundidad de la falla superficial más crítica, puesto que la longitud del anclaje debe de ser mayor a la profundidad de la falla superficial.
- 4) La norma E-050 suelos y cimentaciones y la norma CE-020 Estabilización de suelos y taludes nos indica que el FS mínimo del talud, en consideraciones

estáticas debe ser 1,5 y en condiciones sísmicas 1,25, observando que el FS que arroja el programa SLIDE para los taludes de la carretera Mollepata-Pallasca varían entre 1.258 y 4.902 en condiciones sísmicas, dichos valores cumplen con el $FS \geq 1$ (condición de equilibrio límite) y la norma Peruana.

RECOMENDACIONES

De lo resultados presentados y del análisis en las discusiones podemos llegar a las siguientes recomendaciones:

- 1) Se recomienda verificar los resultados de los ensayos de material de la zona, para el diseño de la estabilidad de taludes, además de ello en la etapa de proceso constructivo se recomienda realizar algunos ensayos en campo.
- 2) Se recomienda tomar muestras no alteradas para realizar los ensayos de laboratorio, ya que estas son fundamentales para el diseño de la estabilización.
- 3) Se recomienda realizar un buen estudio de la geodinámica y la valoración de la estabilidad de los taludes para obtener la profundidad de la falla superficial.
- 4) Se recomienda realizar ensayos del acero en la etapa de ejecución para verificar que cumpla con el FS realizado en la etapa del diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cesel Ingenieros. (Setiembre de 2016). Tuneles De Santa Rosa y San Martin que unen los distritos del Rimac y San Juan de Lurigancho. Lima.
2. DSI Peru. (2010). Via Parque Rimac. *Catalogo DYWIDAG SYSTEM INTERNATIONAL*. Peru.
3. Mantto SAC. (s.f.). Estabilizacion de Taludes en Ancon. *Catalogo TEUR Contratistas SAC*. Lima.
4. Sistemas TECCO. (Febrero de 2011). Proyecto Mulheim. *Resumen de Publicaciones Tecnicas*. Alemania.
5. Sistemas TECCO. (febrero de 2011). Proyecto Odernheim. *Resumen de Publicaciones Tecnicas* . Alemania.
6. Matteis, A. F. (2003). *Estabilidad de taludes*. Argentina: Universidad Nacional del Rosario.
7. Ucan, G. M. (2005). *Tipos y Fallas de Taludes*. Mexico.
8. Suarez, J. (2013). *Analisis Geotecnico*. Colombia.
9. Villalaz, C. C. (2005). *Mecanica de Suelos y Cimentaciones, 5ª Edición*. Mexico.
10. RNE. (2012). Suelos y Taludes. *Norma CE 020*. Peru: Reglamento Nacional de Edificaciones.
11. Ministerio de Educacion y Ciencia. (2006). Manual de Ingenieria de Taludes. España: Instituto Geologico y Minero de España.
12. Catalogo DSI UNDERGROUND . (s.f.). Sistema de barras Autoperforantes DYWI® Drill. Austria.
13. Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). Suelos y Cimentaciones. *Norma E050*. Peru.
14. Idoneidad Tecnica Europea Pernos de Roca y Suelo. (2013). DYWI® DRILL Sistema de Barra Autoperforante.
15. Direccion General de Carreteras. (2001). Guia para el Diseño y la Ejecucion de Anclajes al Terreno en Obras de Carreteras. Madrid.
16. Reference Manual Developed Following. (2015). Soil Nail Walls. *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 7th Edition*. EE.UU.

ANEXO N° 01
PROPUESTA ECONOMICA



CG ENGINEERING SOLUTIONS S.A.C.
RUC: 20602413773

JNR CONSULTORES S.A.
Lima - Perú

Contacto: Manuel Pepe Cacha
N° de teléfono: (01) 4623176 / (01) 462-4440 / 994946259
N° de fax:
Correo electrónico: pcacha@jnrcconsultores.com
R.U.C.: 20100913225

Cotización N°: CGES 170029
Vendedor: A. Cipra
Teléfono: 971140290
Fecha: 14/11/2017
Ref. Cliente: Sistema Autoperforante R32

Item	Cantidad	Und.	Descripción	Precio Unit. Final	Sub total
10	57,192	ud.	Barra autoperforante Tipo R32-360 Barra de L=3.00 ml	22.87	1,307,981.04
20	42894	ud.	Cople o manguito de unión R32	2.96	126,966.24
30	14298	ud.	Tuerca para R32 Galvanizada	2.95	42,179.10
40	14298	ud.	Broca de botones de tungsteno R32-51mm	10.66	152,416.68
50	14298	ud.	Placa 200x200x10mm abov. para R32 Recubrimiento galvanizado	11.97	171,147.06
				Neto	US\$ 1,800,690.12
				IGV	US\$ 324,124.22
				Total	US\$ 2,124,814.34

Observaciones:

- * Stock según disponibilidad.
- * Otras entregas parciales en 06 semanas a partir de la recepción de la OC.
- * Lugar de entrega: Almacén CGES (Lima).

Términos de pago: A tratar
Oferta Valida: 30 días

ANEXO N° 02

INFORME DE ENSAYOS



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

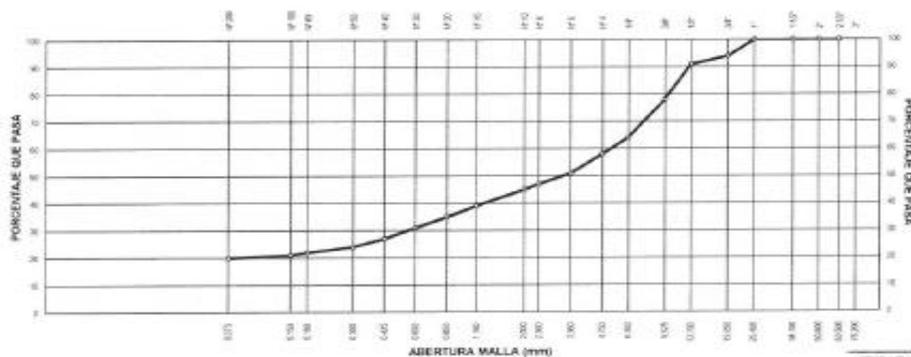
SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata Mollebamba-Santiago de Chuco-Em. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Varigallo 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Uchirepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015
REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: Derribos - Talud Superior Km 14+100 - 14+600 / Prof. - 1.80m	COORDENADAS UTM	: 175532.00 E - 9091703.00 N
		PRESENTACIÓN	: 01 Saco de polipropileno
		CANTIDAD	: 20 kg aprox.

MTC E 107 - 2000

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)		
3"	76.200				Límite líquido (%)	ASTM D 4318-05 : 27.0
2 1/2"	65.000				Límite plástico (%)	ASTM D 4318-05 : 20.0
2"	50.800				Índice plástico (%)	ASTM D 4318-05 : 7.0
1 1/2"	38.100				Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05 : OM-GC
1"	25.400			100	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282-04e1 : A-2-4(1)
3/4"	19.050	5	5	94	ASTM D 3488 "Descripción e identificación de suelos"	
1/2"	12.700	3	8	91	Grava (Ret. N°4)	: 42.0 %
3/8"	9.525	13	22	78	Aréola	: 35.0 %
1/4"	6.350	18	36	64	Fino (Pas. N°200)	: 20.0 %
N° 4	4.750	6	42	58		
N° 6	3.350	7	49	51		
N° 8	2.360	4	53	47		
N° 10	2.000	2	55	45		
N°16	1.180	6	61	39	Cont. de humedad (%)	ASTM D 2216-05 : 2.7
N° 20	0.850	4	65	35	Descripción de la muestra : Grava limosa arcillosa con arena	
N° 30	0.600	4	69	31	OBSERVACIONES:	
N° 40	0.425	3	73	27	Muestra tomada e identificado por el solicitante.	
N° 50	0.300	3	76	24		
N° 60	0.250	2	78	22		
N° 80	0.180	1	79	21		
N° 100	0.150	1	80	20		
N° 200	0.075	1	80	20		
-200	< 0.075	20	100	-		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia	ASTM D 422-61-02	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 soil-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.

ERIC ROSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Molepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Exp. Ruta 10, Tramo Molepata-Palasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palasca, Ancash - Molepata, La Libertad

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demolic - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.00 E - 9091700.00 N
Km. 14+100 - 14+630 / Prof. -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa arcillosa con arena CANTIDAD : 30 kg aprox

MTC E 108 - 2000 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cápsula N°	437
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	2,847.5
Peso cápsula + suelo seco (g)	2,782.3
Peso del Agua (g)	65.2
Peso de la cápsula (g)	367.4
Peso del suelo seco (g)	2,414.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.7

Referencia:

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

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
ZECARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015-OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JRI Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palanca-Mollapo-Mollobamba-Santiago de Chuco" Exp. Ruta 10, Tramo Mollapo-Palanca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palanca, Arecah - Mollepata La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demos - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.01 E - 9091190.00 N

Km: 14+100 - 14+400 / Prof: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

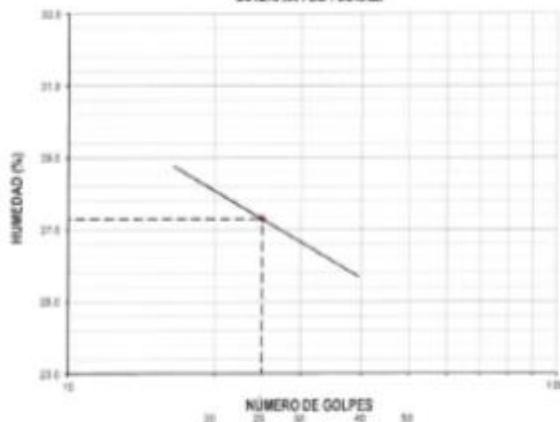
DESCRIPCIÓN : Grava limosa arcillosa con arena CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 110 - 2000 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

MTC E 111 - 2000

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	216	20	108	118	252	203
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	153.4	103.25	83.57	83.70	119.65	147.01
Peso cápsula + suelo seco (g)	149.06	96.56	79.73	80.75	117.83	145.36
Peso del Agua (g)	4.34	3.7	3.84	3.04	1.82	1.65
Peso de la cápsula (g)	133.6	86.1	65.5	69.3	109.10	137.00
Peso del suelo seco (g)	15.26	13.46	14.23	11.45	8.73	6.36
Contenido de humedad (%)	28.44	27.49	26.99	26.55	20.85	18.74
Número de golpes	18	24	27	31	--	--

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

LIMITE LIQUIDO (%)	27.5
LIMITE PLASTICO (%)	20.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.5

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasado la malla N° 40
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO"
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit of soils and plasticity index of soils



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Molepata-Molebamba-Santiago de Chuco Emp. Ruta 10, Tramo Molepata-Palasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palasca, Ancash - Molepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Demolios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.00 E - 9091700.00 N
 Km: 14+100 - 14+600 / Prof.: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa arcillosa con arena CANTIDAD : 30 kg. aprox.

MTC E 203 - 2000

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACIOS EN EL AGREGADO

IDENTIFICACIÓN	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)
GLOBAL	1,652	1,857

Referencia:

ASTM C 29/C 29 M - 09 Standard test method for bulk density ("unit weight") and voids in aggregate.

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emg. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergato 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubies - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.00 E - 9091700.00 N
 Km. 14-100 - 14-600 / Prof. - 1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa arcillosa con arena CANTIDAD : 30 kg. aprox.

MTC E 113 - 2000

GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (PICNOMETRO)

DESCRIPCIÓN		AGREGADO FINO
Peso material seco a 105 °C	(g)	150.0
Peso fola + H ₂ O	(g)	681.6
Peso fola + H ₂ O + material	(g)	831.6
Peso fola + H ₂ O + material seco	(g)	778.1
Volumen del material	(cm ³)	53.5
Gravedad Especifica	(g/cm ³)	2.804

Referencia:

ASTM D854 - 10 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICK OSWALDO
 ZEBARRARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Palasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Dembicos - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.00 E - 9091700.00 N
 Km: 14+100 - 14+600 / Prof.: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa arcillosa con arena CANTIDAD : 30 kg aprox.

NTP 339.152 (2002)

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	SALES SOLUBLES (ppm)
SUELO	660.0

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZECARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Enp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vegallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Dembico - Talud Superior COORDENADAS UTM : 179632.00 E - 909170.00 N
Km: 14+100 - 14+600 / Prof. -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa arcillosa con arena CANTIDAD : 30 kg aprox.

NTP 339.177 (2002)

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)
SUELO	60.0

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
ZEBARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.00 E - 9091700.00 N
 Km: 14+100 - 14+600 / Prof.: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa arcillosa con arena CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.178 (2002) MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA	
IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ ⁻² (ppm)
SUELO	268.0

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICK OSWALDO
 ZEBARRÁ ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.00 E - 9091700.00 N
 Km: 14+100 - 14+600 / Prof.: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa arcillosa con arena CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.176 (2002)

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
SUELO	6.69

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERIK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estado definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palosca-Molepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Enp. Ruta 10, Tramo Molepata-Palosca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar LIBRACIÓN : Palosca, Ancash - Molepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demarcas - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.06 E - 9091700.00 N

Km 14+100 - 14+600 / Pst.: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

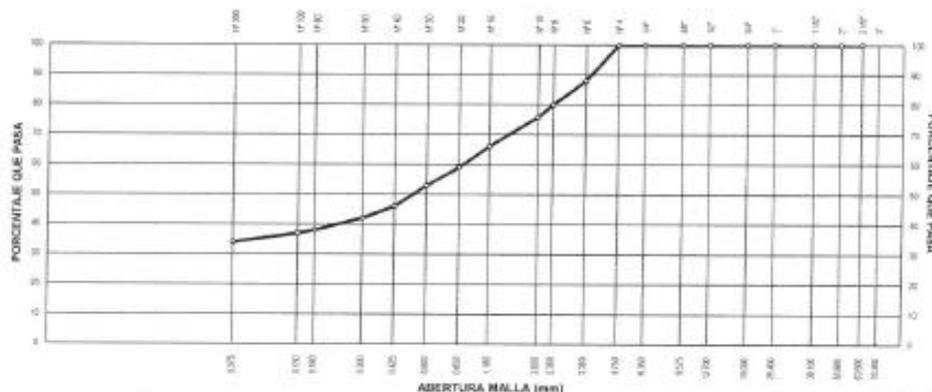
CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 107 - 2000

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)				
					3"	76.200		
2 1/2"	63.500				Limite líquido (%)	ASTM D 4318-05	:	27.0
2"	50.800				Limite plástico (%)	ASTM D 4318-05	:	28.0
1 1/2"	38.100				Índice plástico (%)	ASTM D 4318-05	:	7.0
1"	25.400				Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05	:	SM-SC
3/4"	19.050				Clasificación AASHTO	ASTM D 3282-04e1	:	A-3.4 (0)
1/2"	12.700				ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"			
3/8"	9.525				Grava (Ret. N°6)		:	--
1/4"	6.350				Arena		:	86.0 %
N° 4	4.750			100	Fino (Pas. N°200)		:	14.0 %
N° 6	3.380	12	12	88	Cont. de humedad (%) ASTM D 2216-05 : --			
N° 8	2.380	8	20	80	Descripción de la muestra : Arena limosa - arcillosa			
N° 10	2.000	4	24	76	OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por el solicitante. - Granulometría pasante la malla N° 4 para el ensayo de corte directo.			
N° 15	1.180	10	34	66				
N° 20	0.850	7	41	59				
N° 30	0.600	5	47	53				
N° 40	0.425	7	54	46				
N° 50	0.300	4	58	42				
N° 60	0.250	4	62	38				
N° 100	0.150	1	63	37				
N° 200	0.075	3	66	34				
-200	< 0.075	34	100	-				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia: ASTM D 422-03-02 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 soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
ASTM D 1140-03 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

ERICK OSWALDO
ZECARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Arecash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demarcos - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175632.00 E - 9091700.00 N
Km: 14+100 - 14+600 / Prof.: -1.50m

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno MARCA : ELE INTERNATIONAL

CANTIDAD : 30 kg aprox. CERT. DE CALIBRACIÓN : 78 - 0260 - 02046

N° DE SERIE : D - 3752

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	SM - SC	Mat. más Fina N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	34	
Clasificación Obras Viales (ASTM D 3282)	A-2-4 (5)	Tamaño Máximo (mm) (ASTM D 422)		4.750	
Límite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	27	Consistencia (s. fino) (NTP 330.150 - 290)		--
Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	7	Consistencia (s. grueso) (NTP 330.150 - 290)		--

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO				
DESCRIPCIÓN		49.0 kPa	98.1 kPa	196.1 kPa
Lado promedio (cm)		5.956	5.956	5.956
Área (cm ²)		35.46	35.46	35.46
Altura Inicial (cm)		1.90	1.90	1.90
Altura Final (cm)		1.81	1.88	1.86
Volumen Inicial (cm ³)		67.41	67.41	67.41
Volumen Final (cm ³)		64.09	59.51	55.94
Relación Lado promedio / Altura		3.13	3.13	3.13
REMOLEADO				
Condición de la Estructura del suelo				
Peso Humedo Inicial (g)		115.17	115.17	115.17
Peso Humedo Final (g)		107.3	107.9	105.2
Peso Seco (g)		107.3	107.3	107.3
Humedad Inicial (ASTM D 2216) (%)		6.2	6.2	6.2
Humedad Final (ASTM D 2216) (%)		18.9	17.3	15.7
Densidad Humeda Inicial (g/cm ³)		1.723	1.723	1.723
Densidad Humeda Final (g/cm ³)		1.987	2.116	2.238
Densidad Seca Inicial (g/cm ³)		1.593	1.593	1.592
Densidad Seca Final (g/cm ³)		1.975	1.804	1.919

CARACTERÍSTICAS DEL ANILLO DE CORTE DIRECTO			
Nombre	DIGITAL DIRECT / RESIDUAL SHEAR APPARATUS		
N° Serie	78 - 0260 - 02046	Máxima capacidad (kg)	449.713
Factor del Anillo de Corte (k)	-0.7535874 + 3.105814	Peso del Módulo Tallador (g)	157.32

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Los especímenes de ensayo, fueron remoleados a una humedad húmeda conservadora y agrupada para el adecuado desarrollo del ensayo
- Los especímenes de ensayo, fueron remoleados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo

[Firma]
ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palanca-Mollepata-Mollabamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Palanca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 183-100 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palanca, Arevishi, Mollepata I a I Interat

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demitico - Tald Superior DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa

Nm: 14x100 - 14x600 / Prof: -1.80m

ESFUERZO NORMAL	49.0 kPa		98.1 kPa		196.1 kPa	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Elong.	1.90	1.81	1.90	1.68	1.90	1.59
Alura (cm)						
Volume (cm ³)	67.41	64.09	67.41	63.51	67.41	65.94
Humedad (%)	8.2	18.6	8.2	17.3	8.2	16.7
Densidad Seca (g/cm ³)	1.593	1.675	1.593	1.604	1.592	1.619
Esfuerzo Corte (kPa)	36.1		66.7		116.4	

Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa					ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Letura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Letura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Letura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	
0.00	0.580	0.0	0.0	0.0	1.752	0.0	0.0	0.0	2.706	0.0	0.0	0.0	
0.50	0.672	9.5	42.2	11.9	1.906	23.2	89.0	25.1	2.858	41.1	149.8	42.2	
1.00	0.720	13.7	58.5	15.9	1.964	35.8	131.8	37.1	2.978	62.0	220.7	62.2	
1.50	0.756	16.8	67.3	19.0	2.000	49.7	180.2	41.8	3.032	74.4	262.8	74.1	
2.00	0.792	21.1	81.6	23.0	2.044	47.4	171.3	48.3	3.072	85.2	299.7	84.5	
2.50	0.816	23.2	88.8	25.0	2.072	51.3	184.4	52.0	3.104	92.9	329.0	91.9	
3.00	0.836	25.3	94.5	28.0	2.098	58.1	200.9	58.0	3.122	98.4	344.4	97.1	
3.50	0.872	28.4	105.7	30.1	2.126	68.0	214.1	60.3	3.160	103.0	360.2	101.5	
4.00	0.899	30.5	112.8	32.1	2.134	82.0	220.6	62.2	3.164	107.7	376.0	106.8	
4.50	0.900	31.6	117.4	33.1	2.144	84.9	230.5	65.0	3.178	110.8	386.8	109.8	
5.00	0.894	32.6	121.0	34.1	2.172	98.8	237.1	68.0	3.190	112.3	391.8	110.4	
5.50	0.894	32.6	121.0	34.1	2.178	98.8	237.1	68.8	3.199	112.1	394.5	111.2	
6.00	0.896	32.6	121.0	34.1	2.180	98.8	237.1	68.8	3.206	114.6	398.7	112.7	
6.50	0.900	32.8	121.0	34.1	2.182	67.8	240.4	67.6	3.214	117.0	407.6	114.9	
7.00	0.906	33.7	124.6	35.1	2.220	68.7	243.7	68.7	3.220	118.5	412.9	116.4	
7.50	0.908	33.7	124.6	35.1	2.204	68.7	243.7	68.7	3.222	118.5	412.9	116.4	
8.00	0.910	34.8	128.2	36.1	2.208	68.7	243.7	68.7	3.224	117.7	410.3	115.6	
8.50	0.914	34.8	128.2	36.1	2.212	68.7	243.7	68.7	3.226	117.7	410.3	115.6	
9.00	0.914	34.8	128.2	36.1	2.216	68.7	243.7	68.7	3.232	117.0	407.6	114.9	
9.50	0.918	34.8	128.2	36.1	2.222	68.7	243.7	68.7	3.234	116.2	405.0	114.2	
10.00	0.924	34.8	128.2	36.1	2.226	68.7	243.7	68.7					
10.50	0.930	34.8	128.2	36.1									
11.00	0.935	34.8	128.2	36.1									

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad relativa controlada y apropiada para el desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

ERIK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A.

PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar

carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp.

Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca

UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015

FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080

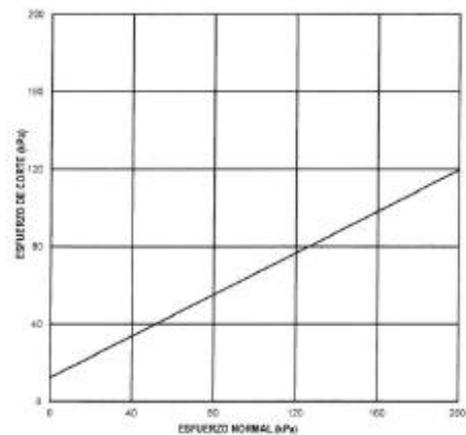
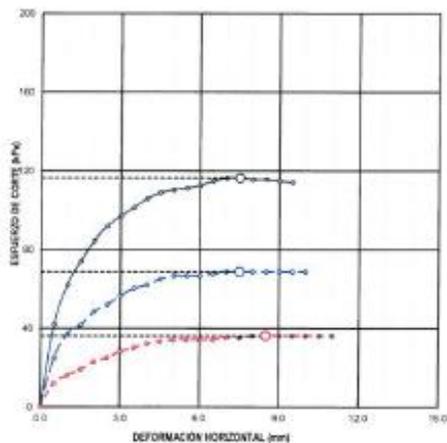
CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demarcos - Talud Superior

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa

Km: 14+100 - 14+600 / Prof.: -1.80m



RESULTADOS DE ENSAYO

COHESIÓN (kPa)	12.3	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	28.2
COHESIÓN (kg/cm ²)	0.125		

Referencias

- ASTM D 3080-04 Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions
- 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 3082-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1142-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una densidad húmeda conservadora y apropiada para el adecuado desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JMR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pollesco/Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Err. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pollesco"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Verpello 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pollesco, Arequipa - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demobus - Talad Superior COORDENADAS UTM : 175195 00 E - 9091323 00 N

Km. 15+000 - 15+740 / Prol.-1,30m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 107 - 2000

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS				CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	ASTM	VALOR (%)
3"	76.200			ASTM D 4218-85	19.0
2 1/2"	63.500			ASTM D 4218-85	17.0
2"	50.800			ASTM D 4218-85	2.0
1 1/2"	38.100			ASTM D 2487-85	GM
1"	25.400		100	ASTM D 3182-04e1	A-2.4 (6)
3/4"	19.050	4	4	ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"	
1/2"	12.700	18	22	Grava (Ret. N°6)	44.0 %
3/8"	9.525	8	30	arena	25.0 %
1/4"	6.350	10	40	Fino (Pas. N°200)	30.0 %
N° 4	4.750	4	44		
N° 6	3.360	5	49		
N° 8	2.360	2	51		
N° 10	2.000	1	52		
N° 16	1.180	3	55		
N° 20	0.850	2	57		
N° 30	0.600	2	59		
N° 40	0.425	2	61		
N° 50	0.300	2	63		
N° 80	0.180	3	66		
N° 100	0.150	1	67		
N° 200	0.075	3	70		
-200	< 0.075	30	100		

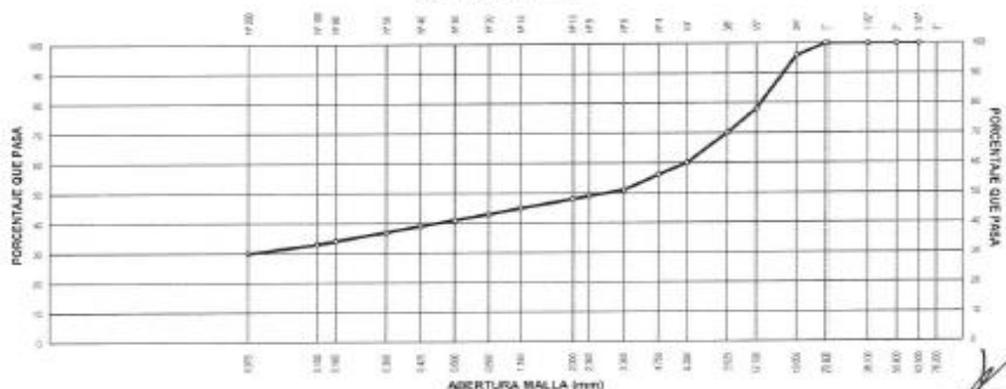
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Grava (Ret. N°6)	44.0 %
arena	25.0 %
Fino (Pas. N°200)	30.0 %

Cont. de humedad (%) ASTM D 3216-05 : 1.5

Descripción de la muestra : Grava limosa con arena

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia

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 2316-05	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.

ERICH OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Motepata-Mulibamba-Gariago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Motepata-Palasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 163-165 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palasca, Ancash - Motepata, La Libertad

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derubios - Taldud Superior COORDENADAS UTM : 175196.00 E - 9091303.00 N

Km. 15+000 - 15+140 / Prof.: -1.60m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa con arena CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 108 - 2000 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cápsula N°	415
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	2,795.9
Peso cápsula + suelo seco (g)	2,757.3
Peso del Agua (g)	38.6
Peso de la cápsula (g)	345.4
Peso del suelo seco (g)	2,411.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.6

Referencia: ASTM D 2216-01 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

OBSERVACIONES : - Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
ZE BARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015-OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. **PROYECTO** : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palanca-Molepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Enp. Ruta 10, Tramo Molepata-Palanca"
DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar **UBICACIÓN** : Palanca Ancash - Molepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 **FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 04 de noviembre del 2015

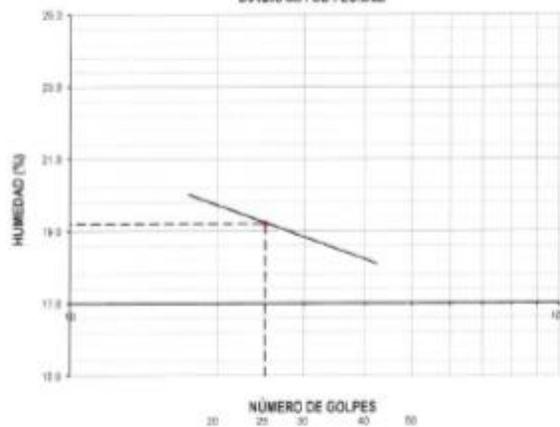
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derribos - Talud Superior **COORDENADAS UTM** : 175196.09 E - 9281323.09 N
 Km: 15+600 - 15+740 / Prof: -1.80m **PRESENTACIÓN** : 01 Saco de polipropileno
DESCRIPCIÓN : Grava limosa con arena **CANTIDAD** : 30 kg. aprox.

MTC E 110 - 2000 **MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**
MTC E 111 - 2000

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	259	218	223	88	9	264
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	124.6	146.05	156.61	80.04	115.77	123.31
Peso cápsula + suelo seco (g)	121.55	145.73	153.75	78.06	114.37	121.57
Peso del Agua (g)	3.01	2.32	2.85	1.98	1.40	1.74
Peso de la cápsula (g)	106.4	133.8	136.8	67.4	106.40	111.30
Peso del suelo seco (g)	15.19	11.93	14.96	10.66	7.97	10.27
Contenido de humedad (%)	19.82	19.45	19.05	18.57	17.57	16.94
Número de golpes	19	23	27	34	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	19.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17.0
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	2.0

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasado la malla N° 40.
 Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
 Muestra tomada e identificada por el solicitante.

EDUICK OSWALDO
 ZEPARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Referencia

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



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Molepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emg. Ruta 16, Tramo Molepata-Pallasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Molepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demabios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175196.00 E - 9091323.00 N
 Km: 15+000 - 15+740 / Prof.: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa con arena CANTIDAD : 30 kg. aprox.

MTC E 113 - 2000

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SUELOS (PICNOMETRO)

DESCRIPCIÓN		AGREGADO FINO
Peso material seco a 105 °C	(g)	150.0
Peso fola + H ₂ O	(g)	674.6
Peso fola + H ₂ O + material	(g)	824.6
Peso fola + H ₂ O + material seco	(g)	771.2
Volumen del material	(cm ³)	53.4
Gravedad Específica	(g/cm ³)	2.809

Referencia:

ASTM D854 - 10 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Molepata-Molebarba-Santiago de Chuss-Emq. Ruta 10, Tramo Molepata-Palasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palasca, Arecash - Molepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Dembios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175196.00 E - 9091323.00 N
Km. 15+000 - 15+740 / Prof. -1.83m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa con arena CANTIDAD : 30 kg aprox.

NTP 339.152 (2002)

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

IDENTIFICACIÓN	SALES SOLUBLES (ppm)
SUELO	700.0

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERIK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Émp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Palasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Palasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Dembios - Talud Superior Km. 15+000 - 15+740 / Prof.: -1.80m	COORDENADAS UTM	: 175195.00 E - 9091323.00 N
DESCRIPCIÓN	: Grava limosa con arena	PRESENTACIÓN	: 01 Saco de polipropileno
		CANTIDAD	: 30 kg. aprox.

NTP 339.177 (2002)

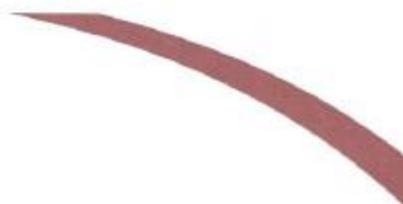
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)
SUELO	55.0

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
ZECARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derribos - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175196.00 E - 9091323.00 N
 Km: 15+000 - 15+740 / Prof. -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa con arena CANTIDAD : 30 kg aprox.

NTP 339.178 (2002) MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ ²⁻ (ppm)
SUELO	296.0

OBSERVACIONES :
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Molepata-Molebaniba-Santiago de Chuco-Emq. Ruta 10, Tramo Molepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Arecash - Molepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derribos - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175196.00 E - 9091323.00 N

Km. 15+000 - 15+140 / Prof.: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Grava limosa con arena CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.176 (2002)

METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
SUELO	6.70

OBSERVACIONES :

-Muestra tomada e identificada por el solicitante

ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Palasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palasca, Arequipa - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demolitos - Talud Superior COORDENADAS UTM : 176196.00 E - 9091323.00 N

Km: 15+600 - 15+740 | Prof.: -1.80m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

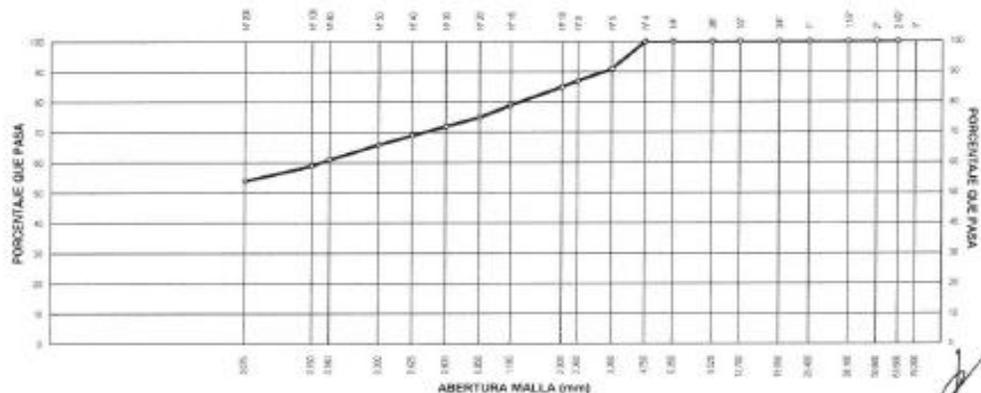
CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 107 - 2000

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Ítem	Norma	Resultado
3"	76.200				Límite líquido (%)	ASTM D 4014-05	19.9
2 1/2"	63.500				Límite plástico (%)	ASTM D 4014-05	17.3
2"	50.800				Índice plástico (%)	ASTM D 4014-05	2.0
1 1/2"	38.100				Clasificación SUCS	ASTM D 3487-05	ML
1"	25.400				Clasificación AASHTO	ASTM D 3282-04e1	A-4 (0)
3/4"	19.000				ASTM D 3488 "Descripción e identificación de suelos"		
1/2"	12.500				Grava (Ret. N°4)		---
3/8"	9.525				arena		40.0 %
1/4"	6.350				Fino (Pas. N°200)		54.0 %
N° 4	4.750			100	Cont. de humedad (%)	ASTM D 2216-05	---
N° 6	3.350	9	9	91	Descripción de la muestra : Limo arenoso		
N° 8	2.360	4	13	87	OBSERVACIONES:		
N° 10	2.000	2	15	85	- Muestra tomada e identificada por el solicitante.		
N° 15	1.180	6	21	79	- Granulometría pasando la malla N° 4 para el ensayo de corte directo.		
N° 20	0.850	4	25	75			
N° 30	0.600	3	28	72			
N° 40	0.425	3	31	69			
N° 50	0.300	3	34	66			
N° 60	0.250	3	37	63			
N° 75	0.200	2	41	59			
N° 100	0.150	2	48	54			
N° 200	0.075	5	48	54			
< 200	< 0.075	54	100	---			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia: 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 3487-05: 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 materials for highway construction purposes.
 ASTM D 1140-00: Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve.

ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco.

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergaño 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175196.00 E - 9091323.00 N

DESCRIPCIÓN : Limo arenoso CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno MARCA : ELE INTERNATIONAL

CANTIDAD : 30 kg aprox. CERT. DE CALIBRACION : 78 - 0260 - 02046

Nº DE SERIE : D - 3752

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	ML	Mat. más Fino N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	54	
Clasificación Ótros Viales (ASTM D 3282)	A-4 (0)	Tamaño Máximo (mm) (ASTM D 422)		4.750	
Límite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	Consistencia (s. fina) (NTP 339.150 - 2001)		---	
Índice Plastico (ASTM D 4318)	(%)	Consistencia (s. grueso) (NTP 339.150 - 2001)		---	

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO				
DESCRIPCIÓN		49.0 kPa	98.1 kPa	196.1 kPa
Lado promedio (cm)		5.956	5.956	5.956
Área (cm ²)		35.48	35.48	35.48
Altura Inicial (cm)		1.90	1.90	1.90
Altura Final (cm)		1.54	1.48	1.41
Volumen Inicial (cm ³)		67.41	67.41	67.41
Volumen Final (cm ³)		54.49	52.59	49.90
Relación Lado promedio / Altura		3.13	3.13	3.13
Condición de la Estructura del suelo				
REMOLDEADO				
Peso Húmedo Inicial (g)		106.84	106.84	106.84
Peso Húmedo Final (g)		119.5	118.1	117.3
Peso Seco (g)		100.2	100.2	100.2
Humedad Inicial (ASTM D 2216) (%)		6.4	6.4	6.4
Humedad Final (ASTM D 2216) (%)		19.3	17.0	17.1
Densidad Húmeda Inicial (g/cm ³)		1.582	1.582	1.582
Densidad Húmeda Final (g/cm ³)		2.104	2.247	2.351
Densidad Seca Inicial (g/cm ³)		1.487	1.487	1.486
Densidad Seca Final (g/cm ³)		1.833	1.925	2.308

CARACTERÍSTICAS DEL ANILLO DE CORTE DIRECTO			
Nombre	DIGITAL, DIRECT / RESILUAL SHEAR APPARATUS		
Nº Serie	78 - 0260 - 02046	Máxima capacidad (kg)	440.713
Factor del Anillo de Corte (B)	0.75267X + 3.108814	Peso del Molde Tallador (kg)	157.32

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el asociado.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una densidad húmeda controlada y apropiada para el adecuado desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

[Firma]
ERICK OSWALDO
ZEBARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollibamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Detallito - Talud Superior DESCRIPCIÓN : Limo arenoso

Km. 15+000 - 15+740 / Prof.: -1.80m

ESFUERZO NORMAL	49.0 kPa		98.1 kPa		196.1 kPa	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)	1.90	1.54	1.89	1.48	1.90	1.41
Volumen (cm ³)	67.41	54.48	67.01	52.09	67.41	49.89
Humedad (%)	8.4	19.3	8.4	17.9	8.4	17.3
Densidad Seca (g/cm ³)	1.487	1.839	1.487	1.905	1.486	2.008
Esfuerzo Corte (kPa)		27.3		51.6		103.6

Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa					ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa				
	Desplaz. Vertical (mm)	Leechura Fuerza	Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Leechura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Leechura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	
0.00	3.169	0.0	0.0	0.0	0.0	3.569	0.0	0.0	0.0	4.404	0.0	0.0	0.0	
0.50	3.228	5.7	29.3	8.2	3.700	21.4	82.6	23.3	4.524	39.8	145.3	40.9		
1.00	3.329	12.3	51.7	14.6	3.812	31.8	117.4	33.1	4.618	59.9	206.1	58.9		
1.5h	3.388	18.1	61.4	17.1	3.883	37.0	130.3	36.4	4.678	69.8	247.4	63.7		
2.00	3.438	17.9	71.9	20.0	3.944	43.7	159.4	44.8	4.716	77.3	272.9	75.9		
2.50	3.484	21.7	83.8	23.6	3.992	48.3	174.2	49.1	4.748	84.8	298.4	84.1		
3.00	3.489	22.7	87.1	24.5	4.037	52.0	186.8	52.7	4.778	90.1	318.3	80.1		
3.50	3.502	23.8	90.3	25.4	4.074	54.8	196.3	55.3	4.804	93.1	326.5	82.0		
4.00	3.514	24.8	93.5	26.3	4.105	57.6	205.8	58.0	4.828	96.8	339.2	85.8		
4.50	3.522	24.8	93.5	26.3	4.131	58.4	212.1	59.8	4.844	100.6	352.0	86.2		
5.00	3.526	25.8	96.7	27.3	4.146	61.3	218.4	61.6	4.860	104.3	364.8	92.8		
5.50	3.628	25.5	96.7	27.3	4.153	61.5	218.4	61.6	4.878	106.8	372.4	93.0		
6.00	3.689	25.5	96.7	27.3	4.158	61.5	218.4	61.6	4.892	108.1	377.5	93.4		
6.50	3.692	25.5	96.7	27.3	4.162	61.5	218.4	61.6	4.902	110.3	385.2	93.8		
7.00	3.694	25.5	96.7	27.3	4.167	60.4	215.3	60.7	4.908	110.3	385.2	93.8		
7.50	3.694	25.5	96.7	27.3	4.171	60.4	215.3	60.7	4.916	110.3	385.2	93.8		
8.00	3.642	25.5	96.7	27.3	4.178	60.4	215.3	60.7	4.922	110.3	385.2	93.8		
8.50										4.926	110.3	385.2	93.8	
9.00										4.930	110.3	385.2	93.8	
9.50										4.934	109.6	382.8	97.8	
10.00										4.938	109.6	382.8	97.8	

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una densidad húmeda consolidada y apropiado para el adecuado desarrollo del ensayo
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

ERICK OSWALDO
ZECARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la
DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar carretera Palasca-Mollepata-Molecamba-Santiago de Chuco-Emp.
Ruta 10, Tramo Mollepata-Palasca
UBICACIÓN : Palasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080

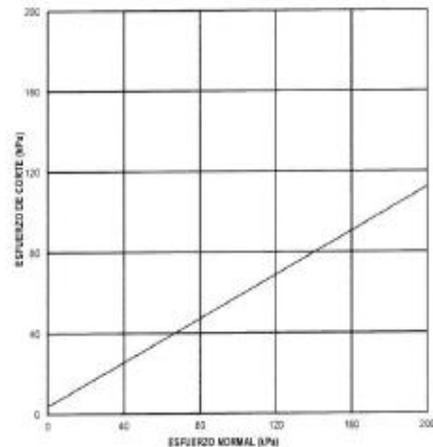
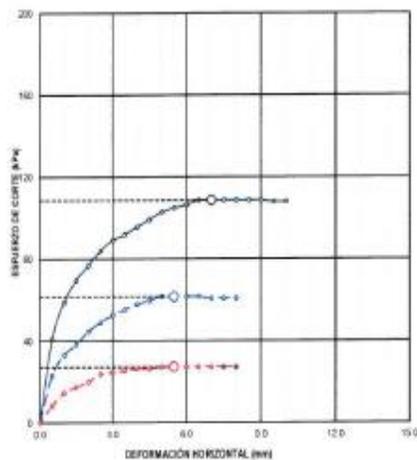
CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derribos - Talud Superior

DESCRIPCIÓN : Limo arenoso

Km. 15+000 - 15+740 / Prof. -1.80m



RESULTADOS DE ENSAYO

COHESIÓN (kPa)	3.7	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	28.5
COHESIÓN (kg/cm ²)	0.038		

- Referencias:
- ASTM D 3080-04 Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions
 - ASTM D 422-03-02 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 3289-04e1 Standard practice for classification of soil aggregate matuers for highway construction purposes
 - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Los especimenes de ensayo, fueron moldeados a una densidad máxima compactadora y apropiada para el adecuado desarrollo del ensayo.
- Los especimenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

ERICK OSWALDO
ZECARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Imip. Ruta 10, Tlano Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Deturbios - Tolad Superior COORDENADAS UTM : 179047.00 E - 9091331.00 N

Km. 16+000 - 16+520 / Prof. -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 107 - 2000

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS				
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENCIÓN PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			100
1/2"	12.700	0	0	91
3/8"	9.525	4	13	87
1/4"	6.350	6	19	81
N° 4	4.750	3	22	78
N° 6	3.360	3	25	75
N° 8	2.360	2	27	73
N° 10	2.000	1	28	72
N° 15	1.180	3	31	69
N° 20	0.850	2	33	67
N° 30	0.600	2	35	65
N° 40	0.425	3	38	62
N° 50	0.300	4	42	58
N° 60	0.250	6	48	52
N° 100	0.150	2	50	50
N° 200	0.075	7	57	43
>200	< 0.075	43	100	-

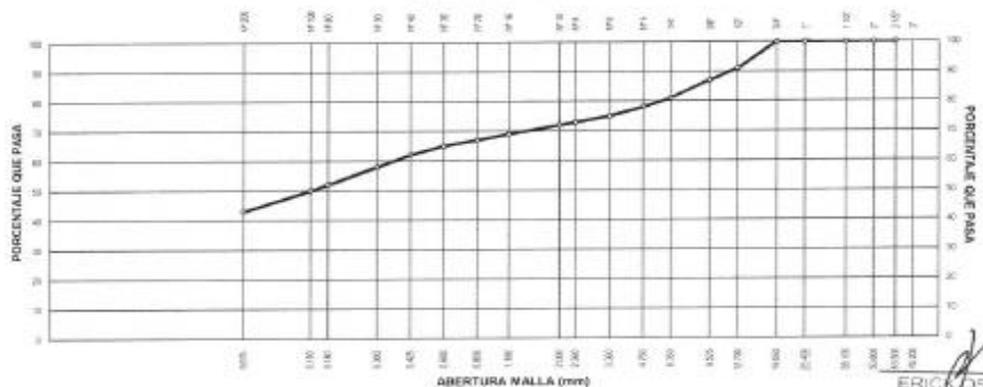
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Límite líquido (%)	ASTM D 4318-05	:	23.0
Límite plástico (%)	ASTM D 4318-05	:	19.0
Índice plástico (%)	ASTM D 4318-05	:	4.0
Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05	:	SM (C)
Clasificación AASHTO	ASTM D 1282-04e1	:	A-4 (1)
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"			
Grava (Ret. N°4)		:	22.0%
Arena		:	35.0%
Fino (Pas. N°200)		:	43.0%

Cont. de humedad (%) ASTM D 2216-05 : 5.7

Descripción de la muestra : Arena limosa - arcillosa con grava

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



- Referencia:
- ASTM D 422-03-07 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 1282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate materials for highway construction purposes.
 - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve.

ERIC OSWALDO ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175047.00 E - 9091331.00 N
 Km: 16+000 - 16+520 / Prof.: -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 108 - 2000

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cápsula N°	465
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	2,574.0
Peso cápsula + suelo seco (g)	2,537.6
Peso del Agua (g)	36.4
Peso de la cápsula (g)	395.4
Peso del suelo seco (g)	2,142.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.7

Referencia

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

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Enp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Palasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

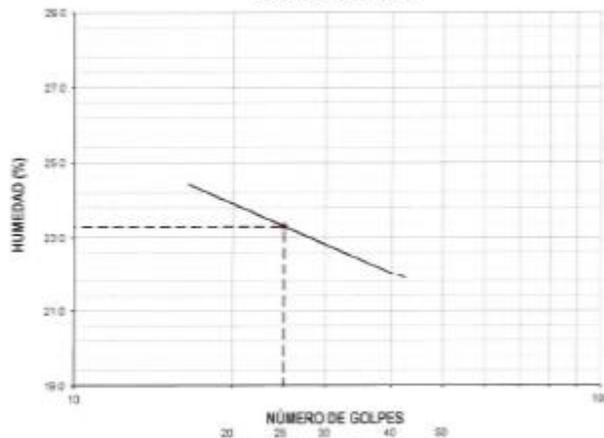
IDENTIFICACIÓN : Dembrés - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175047.00 E - 9091331.00 N
Km. 16+000 - 16+520 / Prof. -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

MTC E 110 - 2000 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	108	254	209	295	246	299
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	79.94	117.85	154.95	153.89	119.66	93.62
Peso cápsula + suelo seco (g)	77.13	115.34	152.09	150.48	117.58	91.92
Peso del Agua (g)	2.81	2.51	2.86	3.41	2.10	1.70
Peso de la cápsula (g)	66.5	104.7	139.7	136.3	106.60	83.20
Peso del suelo seco (g)	11.63	10.64	12.39	15.18	10.98	8.72
Contenido de humedad (%)	24.16	23.59	23.08	22.46	19.13	19.50
Número de golpes	18	23	27	34	--	--

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	23.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.0
IND. PLASTICIDAD (%)	4.0

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material presente la malla N° 40.
Fraccion realizada mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Referencia

ASTM D 419-06 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Enp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175047.00 E - 9091331.00 N
 Km: 16+000 - 16+520 / Prof.: -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 203 - 2000

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACÍOS EN EL AGREGADO

IDENTIFICACIÓN	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)
GLOBAL	1,577	1,758

Referencia:

ASTM C 29/C 29 M - 09 Standard test method for bulk density ("unit weight") and voids in aggregate.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palasca-Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emg. Ruta 10, Tramo Mollepata-Palasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Dematios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175047.00 E - 9091331.00 N

Km. 16+000 - 16+520 / Prof.: -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

MTC E 113 - 2000 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (PICNOMETRO)

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Peso material seco a 105 °C (g)	150.0
Peso flota + H ₂ O (g)	664.2
Peso flota + H ₂ O + material (g)	814.2
Peso flota + H ₂ O + material seco (g)	760.1
Volumen del material (cm ³)	54.1
Gravedad Especifica (g/cm ³)	2.773

Referencia: ASTM D854 - 10 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por el solicitante


 ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derrubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 475047.00 E - 9091331.00 N
 Km. 16+000 - 16+520 / Prof.: -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg aprox.

NTP 339.152 (2002)

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	SALES SOLUBLES (ppm)
SUELO	690.0

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto 'Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175047.00 E - 9091331.00 N
 Km: 16+000 - 16+520 / Prof.: -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.177 (2002)

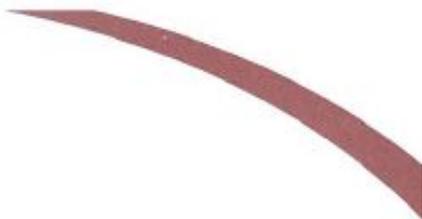
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)
SUELO	60.0

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175047.00 E - 9091331.00 N
 Km: 16+000 - 16+520 / Prof.: -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.178 (2002) MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ ²⁻ (ppm)
SUELO	280.0

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 175047.00 E - 9091331.00 N
 Km: 16+000 - 16+520 / Prof: -1.75m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.176 (2002)

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
SUELO	6.74

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. **PROYECTO** : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palanca-Molepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emg. Ruta 10, Tramo Molepata-Palanca"

DIRECCIÓN : C/a. Roca de Vergallo 153-156 Magdalena del Mar **UBICACIÓN** : Palanca, Arequipa - Molepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 **FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derubios - Talud Superior **COORDENADAS UTM** : 175047.00 E - 9081331.00 N

Km: 16+000 - 16+020 / Prof: -1.75m **PRESENTACIÓN** : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 107 - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS				
SERIE	MALLAS	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750			100
N° 6	3.350	4	4	96
N° 8	2.360	3	7	93
N° 10	2.000	1	8	92
N° 16	1.180	4	12	88
N° 20	0.850	2	14	86
N° 30	0.600	2	17	83
N° 40	0.425	4	21	79
N° 50	0.300	4	25	75
N° 60	0.250	5	30	70
N° 100	0.150	3	36	64
N° 200	0.075	9	45	55
< 0.075		55	100	-

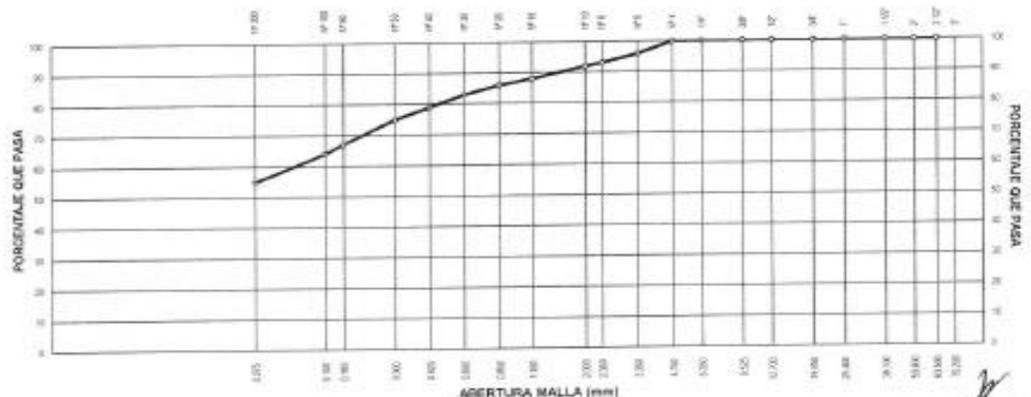
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Límite líquido (%)	ASTM D 424-02	:	23.0
Límite plástico (%)	ASTM D 4318-06	:	10.0
Índice plástico (%)	ASTM D 4318-06	:	4.0
Clasificación SUCE	ASTM D 2487-05	:	ML-CL
Clasificación AASHTO	ASTM D 3083-06a1	:	A-4 (0)
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"			
Grava (Ret. N°4)		:	—
Arena		:	45.0 %
Fino (Pas. N°200)		:	55.0 %

Cont. de humedad (%) ASTM D 2216-05 : —

Descripción de la muestra : Arcilla limo-arenosa

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Granulometría pasando la malla N° 4 para el ensayo de corte directo.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia: ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 ASTM D 4318-06 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 3083-06a1 Standard practice for classification of soils- aggregate materials for highway construction purposes.
 ASTM D 140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve.

ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultoras S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Moleseñeba-Santiago de Chuco- Erp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derrisbols COORDENADAS UTM : 175047.00 E - 5091331.00 N
Km: 16+000 - 16+520 / Prof.: -1.75m

DESCRIPCIÓN : Arcilla limo arenosa MARCA : ELE INTERNATIONAL

PRESENTACIÓN : 01 Saco de poliolepleno CERT. DE CALIBRACIÓN : 78 - 0200 - 02046

CANTIDAD : 30 kg aprox. N° DE SERIE : D - 3752

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	ML - CL	Mat. más Fino N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	55
Clasificación Obras Viales (ASTM D 3082)	A-4 (B)	Tamaño Máximo (mm) (ASTM D 422)		6.750
Límite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	23	Consistencia (s. líq.) (NTP 336.156 - 2001)	--
Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	4	Cementación (s. grueso) (NTP 336.156 - 2001)	--

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	49.0 kPa	98.1 kPa	196.1 kPa
Lado promedio (cm)	5.958	5.958	5.958
Área (cm ²)	35.48	35.48	35.48
Altura Inicial (cm)	1.90	1.90	1.90
Altura Final (cm)	1.62	1.45	1.39
Volumen Inicial (cm ³)	67.41	67.41	67.41
Volumen Final (cm ³)	57.96	51.45	49.25
Relación Lado promedio / Altura	3.13	3.13	3.13
Condición de la Estructura del suelo	REMOLDEADO		
Peso Húmedo Inicial (g)	110.95	110.95	110.95
Peso Húmedo Final (g)	125.6	124.0	123.2
Peso Seco (g)	104.1	104.1	104.1
Humedad Inicial (ASTM D 2216) (%)	6.6	6.6	6.6
Humedad Final (ASTM D 2216) (%)	29.7	19.1	18.3
Densidad Húmeda Inicial (g/cm ³)	1.946	1.946	1.946
Densidad Húmeda Final (g/cm ³)	2.183	2.410	2.501
Densidad Seca Inicial (g/cm ³)	1.544	1.544	1.544
Densidad Seca Final (g/cm ³)	1.806	2.023	2.113

CARACTERÍSTICAS DEL ANILLO DE CORTE DIRECTO

Nombre	DIGITAL DIRECT / RESIDUAL SHEAR APPARATUS		
N° Serie	78 - 0200 - 02046	Máxima capacidad (kg)	440.712
Factor del Anillo de Corte (k)	0.753597X + 3.166814	Peso del labete Tallador (g)	157.32

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad consolidadora y apropiada para el adecuado desarrollo del ensayo
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, pero el buen desarrollo del ensayo

ERICA OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Palizca-Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Palizca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Palizca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demos DESCRIPCIÓN : Arcilla limo-arenosa

Km. 16+000 - 16+520 | Prof.: -1.75m

ESFUERZO NORMAL	49.0 kPa		98.1 kPa		196.1 kPa	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapas						
Altura (cm)	1.90	1.62	1.90	1.45	1.90	1.39
Volumen (cm ³)	67.41	57.96	67.41	51.45	67.41	49.25
Humedad (%)	6.6	20.7	6.6	19.1	6.6	18.3
Densidad Seca (g/cm ³)	1.544	1.808	1.544	2.023	1.544	2.113
Esfuerzo Corte (kPa)	37.5		71.5		114.5	

Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.208	0.0	0.0	0.0	4.098	0.0	0.0	0.0	4.854	0.0	0.0	0.0
0.50	2.464	2.3	17.7	5.0	4.199	22.5	98.4	24.4	4.774	49.5	178.4	93.3
1.00	2.528	11.5	46.4	13.7	4.278	37.9	139.0	39.2	4.850	68.0	241.1	98.0
1.50	2.574	15.8	65.8	19.0	4.338	47.8	172.4	48.6	4.898	78.7	277.4	79.2
2.00	2.604	20.3	79.2	22.3	4.380	56.2	201.5	56.7	4.938	87.4	307.1	86.6
2.50	2.630	24.9	94.5	26.6	4.410	61.8	220.2	62.1	4.976	95.2	333.5	94.0
3.00	2.660	27.1	102.2	28.8	4.430	64.6	226.7	64.7	5.010	101.0	353.4	99.8
3.50	2.690	29.4	109.0	31.0	4.450	67.4	239.3	67.4	5.044	104.9	366.0	103.3
4.00	2.714	31.0	115.4	32.5	4.466	68.8	244.1	68.8	5.099	106.7	383.1	106.0
4.50	2.730	33.9	125.3	35.3	4.474	70.2	248.8	70.1	5.094	112.6	369.0	116.8
5.00	2.748	36.2	133.0	37.5	4.476	71.6	253.6	71.5	5.099	115.6	402.9	113.5
5.50	2.756	36.2	133.0	37.5	4.478	71.6	253.6	71.5	5.100	116.5	406.2	114.5
6.00	2.760	36.2	133.0	37.5	4.482	71.6	253.6	71.5	5.102	116.5	406.2	114.5
6.50	2.764	36.2	133.0	37.5	4.486	71.6	253.6	71.5	5.104	116.6	402.9	113.5
7.00	2.766	36.2	133.0	37.5	4.482	71.6	253.6	71.5	5.108	114.6	399.6	112.6
7.50	2.772	36.2	133.0	37.5	4.486	71.6	253.6	71.5	5.112	114.6	399.6	112.6
8.00	2.778	36.2	133.0	37.5	4.486	71.6	253.6	71.5	5.116	114.6	399.6	112.6
8.50									5.118	114.6	399.6	112.6

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una densidad húmeda conservadora y apropiada para el edificado desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

ERIK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la
DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp.
Ruta 10, Iramo Morepata-Pallasca
UBICACIÓN : Pallasca - Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080

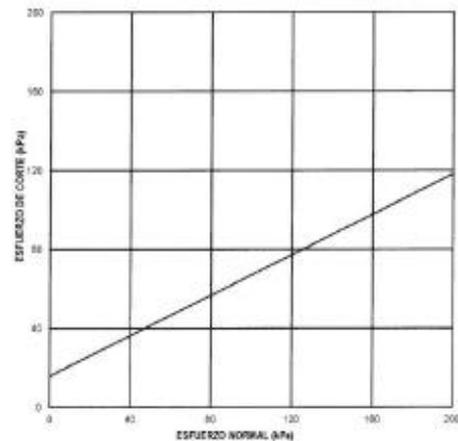
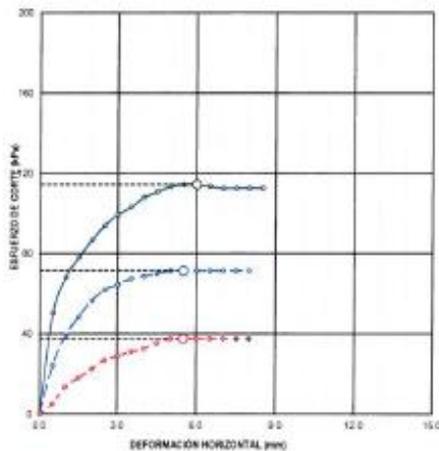
CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios

DESCRIPCIÓN : Arcilla limo-arenosa

Km. 16+000 - 16+520 / Prof.: -1.75m



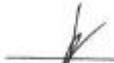
RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	16.0	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	27.1
COHESIÓN (kg/cm ²)	0.163		

Referencias

- ASTM D 3080-04 Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions
- ASTM D 432-63-02 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 1143-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad húmeda conservada y apropiada para el adecuado desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada para el buen desarrollo del ensayo.


ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JMR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollambo Santiago de Chuco-Exp. Ruta 10, Tramo Mollepata Pallasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cerubaca - Talad Superior COORDENADAS UTM : 174925.00 E - 9691365.00 N

Km: 17+630 - 17+750 / Pst.: -1.50m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 107 - 2000 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Índice líquido (%)	ASTM D 4218-05	Índice plástico (%)	ASTM D 4218-05
3"	76.200				27.0		8.0	
2 1/2"	63.500				21.0			
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050			100				
1/2"	12.700	18	35	84				
3/8"	9.525	6	22	78				
1/4"	6.350	8	30	70				
N° 4	4.750	4	36	66				
N° 6	3.350	4	38	62				
N° 8	2.360	3	41	59				
N° 10	2.000	2	42	57				
N° 16	1.180	6	49	51				
N° 20	8.690	4	53	47				
N° 30	0.600	4	57	43				
N° 40	0.425	4	61	39				
N° 50	0.300	4	65	35				
N° 60	0.250	4	69	31				
N° 100	0.150	1	70	30				
N° 200	0.075	3	73	27				
-200	< 0.075	27	100	-				

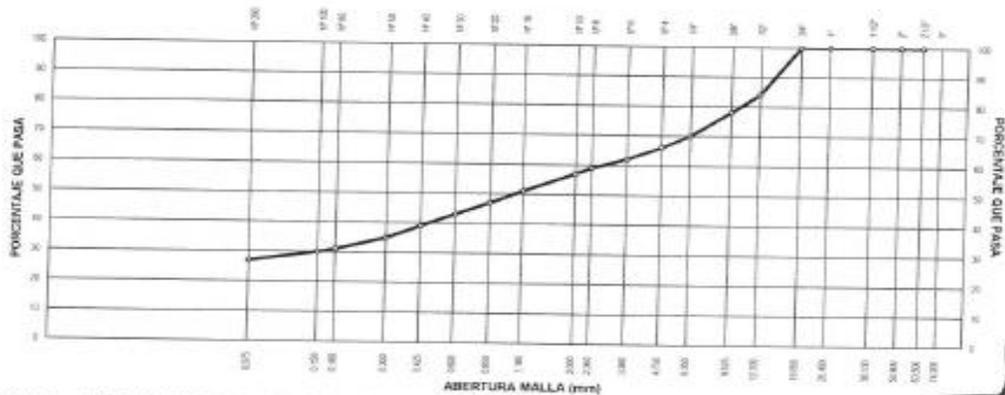
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"			
Grava (Ret. N°4)	:	34.0 %	
Arena	:	35.0 %	
Fino (Pas. N°200)	:	27.0 %	

Cont. de humedad	(%)	ASTM D 2220-05	:	1.8
------------------	-----	----------------	---	-----

Descripción de la muestra : Arena fina - arcillosa con grava

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia: ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM D 4219-05 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 3082-04e1 Standard practice for classification of soils aggregate mixtures for highway construction by mass
 ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Detubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 174925.00 E - 9091365.00 N
 Km. 17+630 - 17+790 / Prof.: -1.60m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 106 - 2000

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cápsula N°	456
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	2.609.7
Peso cápsula + suelo seco (g)	2.619.5
Peso del Agua (g)	40.2
Peso de la cápsula (g)	386.4
Peso del suelo seco (g)	2.233.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.8

Referencia:

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

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificado por el solicitante

ERIK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Rula 10, Tramo Mollepata-Pallasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar LOCALIZACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 174825.00 E - 9091365.00 N
 Km: 17+630 - 17+790 / Prof.: -1.60m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

MTC E 113 - 2000 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (PICNÓMETRO)

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Peso material seco a 105 °C (g)	150.0
Peso fola + H ₂ O (g)	665.2
Peso fola + H ₂ O + material (g)	815.2
Peso fola + H ₂ O + material seco (g)	761.1
Volumen del material (cm ³)	34.1
Gravedad Especifica (g/cm ³)	2.773

Referencia:

ASTM D654 - 10 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Molepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Molepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-156 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Molepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 174925.00 E - 9091355.00 N
 Km. 17+630 - 17+790 / Prof.: -1.60m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg aprox.

NTP 339.152 (2002)

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	SALES SOLUBLES (ppm)
SUELO	690.0

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

DENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 174925.00 E - 9091365.00 N
 Km: 17+630 - 17+790 / Prof.: -1.60m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

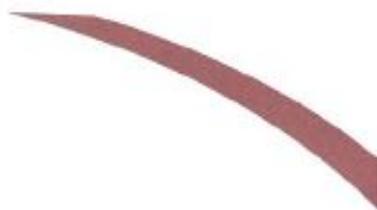
DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.177 (2002) MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA	
IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)
SUELO	65.0

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

[Firma]
 ERICK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demucos - Talud Superior COORDENADAS UTM : 174925.00 E - 9091365.00 N

Km. 17+630 - 17+790 / Prof. -1.90m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.178 (2002) MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ ⁻² (ppm)
SUELO	276.0

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

[Firma]
ERICK OSWALDO ZECARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudió definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Molebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Demubios - Talud Superior COORDENADAS UTM : 174925.00 E - 9091365.00 N
 Km: 17+630 - 17+790 / Prof.: -1.50m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTP 339.176 (2002)

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
SUELO	6.55

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la
DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergalito 153-155 Magdalena del Mar carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp
Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca
UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080

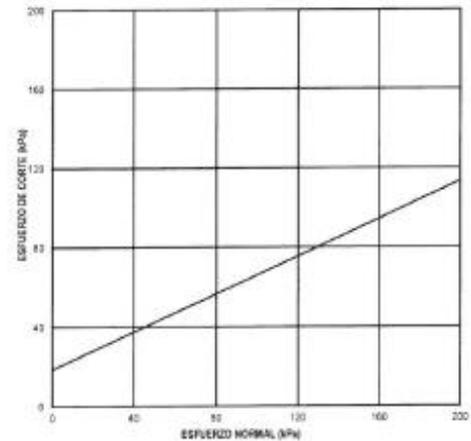
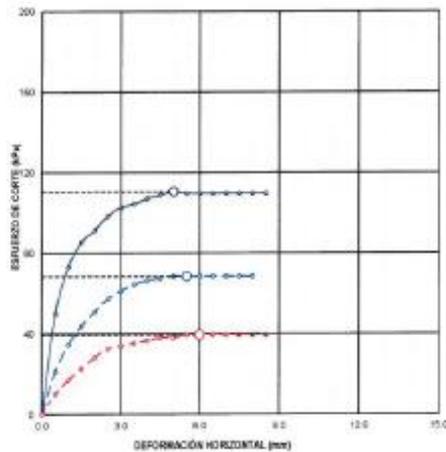
CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Derrubice - Talud Superior

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa

Km: 17+630 - 17+790 / Prof.: -1.60m



RESULTADOS DE ENSAYO

COHESIÓN (kPa)	18.5	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	25.4
COHESIÓN (kg/cm ²)	0.180		

Referencias:

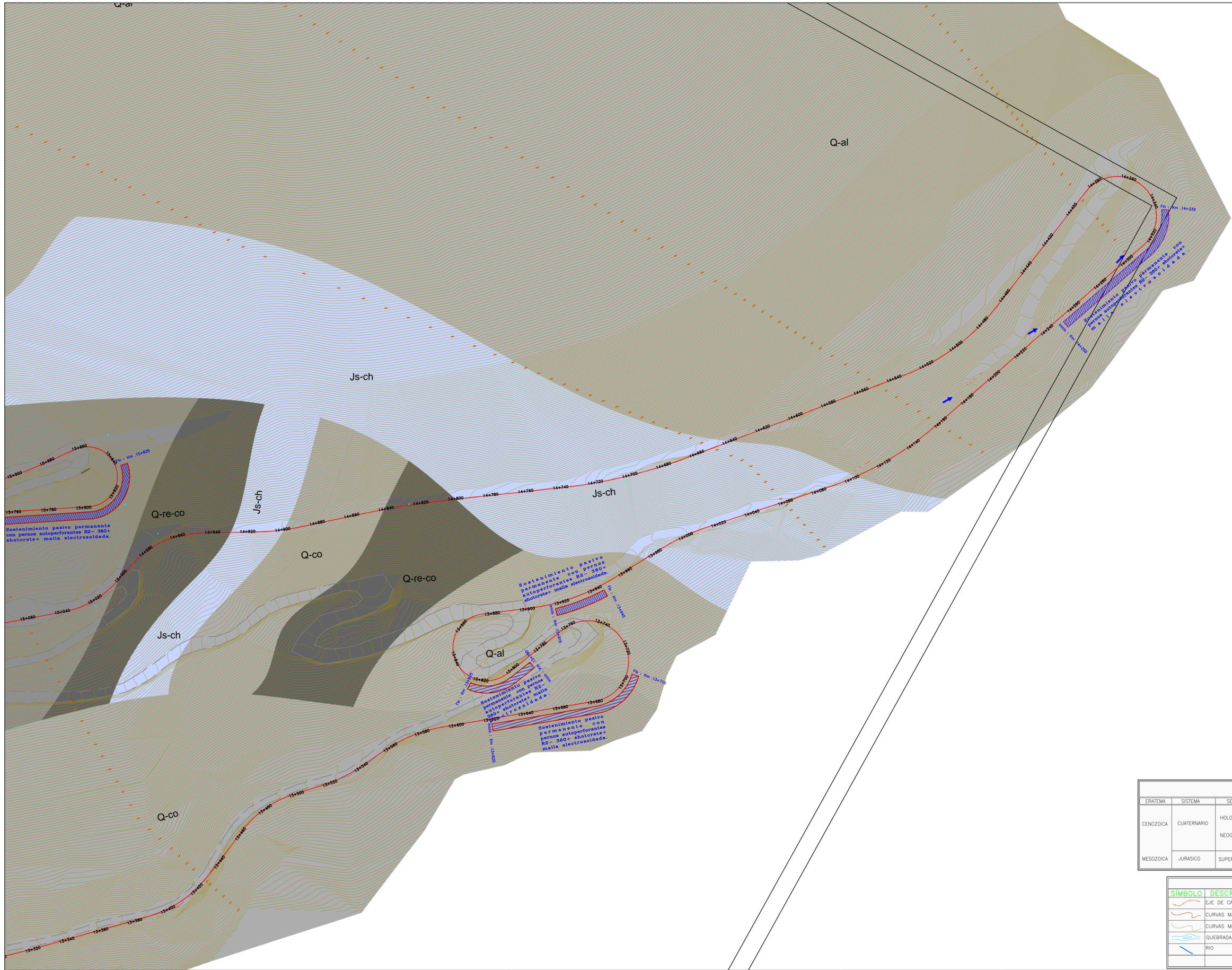
- ASTM D 3080-04 Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM 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 3202-04e1 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

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una densidad húmeda conservadora y apropiada pero el adecuado desarrollo del ensayo.
- Por razones técnicas de ensayo, fueron moldeados a una humedad mayor que la que fue desarrollada en el ensayo.

ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

ANEXO N° 03
PLANOS



LEYENDA				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depositos Coluviales	Q-co
			Depositos Residuales	Q-re
		NEOGENO	Depositos Aluvial	Q-al
			Depositos Fluvial	Q-fl
MESOZOICA	JURASICO	SUPERIOR	Formacion Chicama	Js-ch

SIMBOLOGIA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	EJE DE CARRETERA		MUROS ESPECIALES CON VIGAS ARRIOSTRADAS
	CURVAS MAYORES		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERNOS AUTOPERCUTORAS H2-360+SHOTCRETE+ MALLA ELECTRO SOLDADA.
	CURVAS MENORES		
	QUEBRADAS		
	RIO		

REVISION:	

PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 Viceministerio de Transportes
 PROVIAS NACIONAL

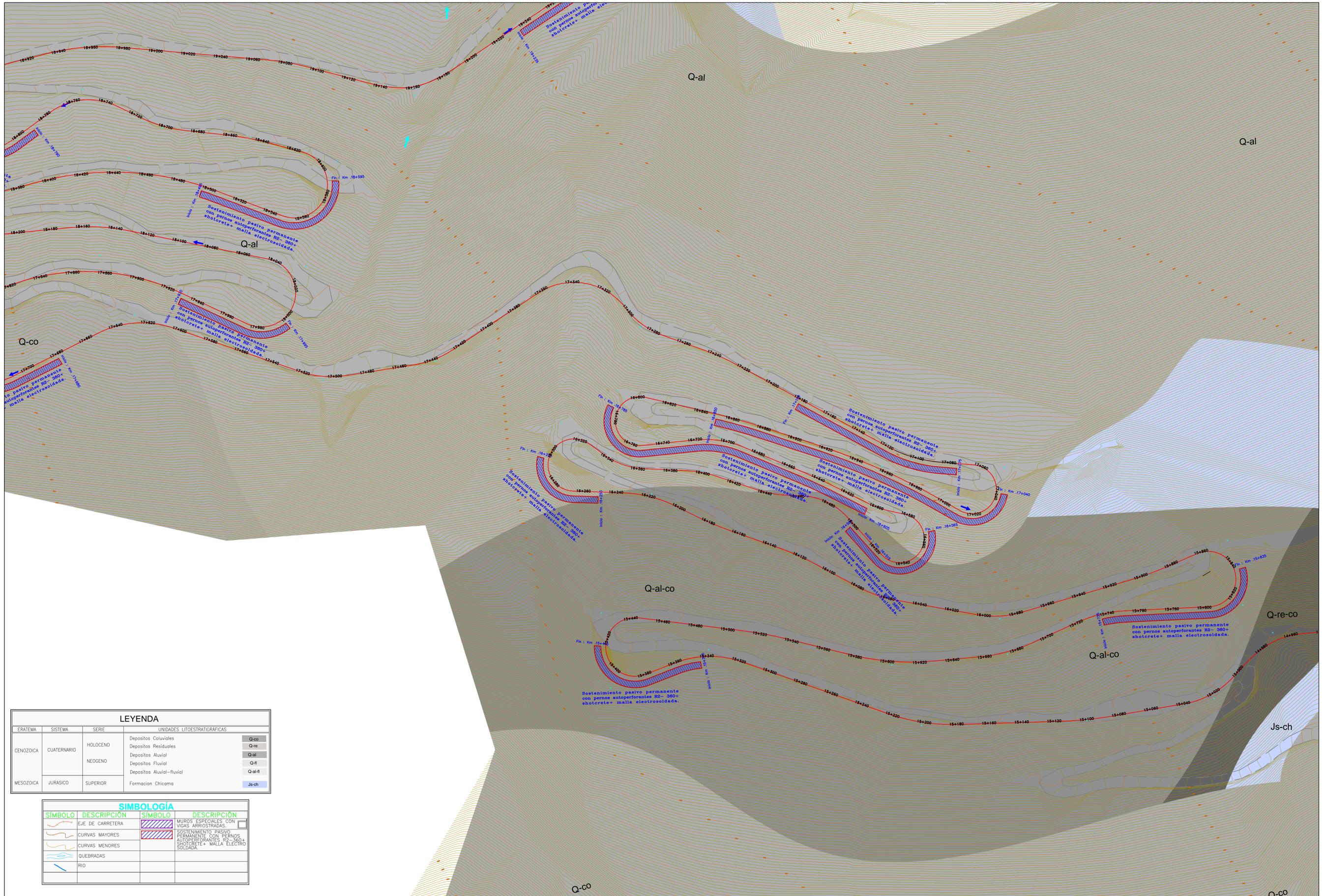
CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA
 N° 067-2015-MTC/20

TITULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PALLASCA-MOLLEPATA-MOLLEBAMBA-SANTIAGO DE CHUCO-EMP. RUTA 10, TRAMO: MOLLEPATA - PALLASCA

DESIGNACION :
 PLANO DE UBICACION DE LOS TALUDES VERTICALES CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE
 13+200-15+060

JNR CONSULTORES S.A.
 Calle Roca de Vergallo 153 - Magdalena del Mar
 Telefono: 462-4440

JEFE PROYECTO :	APROBADO :	ESCALA :	PLANO N°
L. FLORIANO PALACIOS	M.C.R	1/100	01
ING. SP GEOLOGIA :	DIBUJO :	FECHA :	
AGUSTIN E .PAREDES.H	J .JUMPIRE .P	11/15	



LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depositos Coluviales	Q-co
			Depositos Residuales	Q-re
		NEOGENO	Depositos Aluvial	Q-al
			Depositos Fluvial	Q-fl
			Depositos Aluvial-fluvial	Q-al-fl
MESOZOICA	JURASICO	SUPERIOR	Formacion Chicama	Js-ch

SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	EJE DE CARRETERA		MUROS ESPECIALES CON VIGAS ARRIOSTRADAS.
	CURVAS MAYORES		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERROS AUTOPERFORANTES R2-300+shotcrete+ MALLA ELECTRO SOLDADA.
	CURVAS MENORES		
	QUEBRADAS		
	RIO		

REVISIÓN:



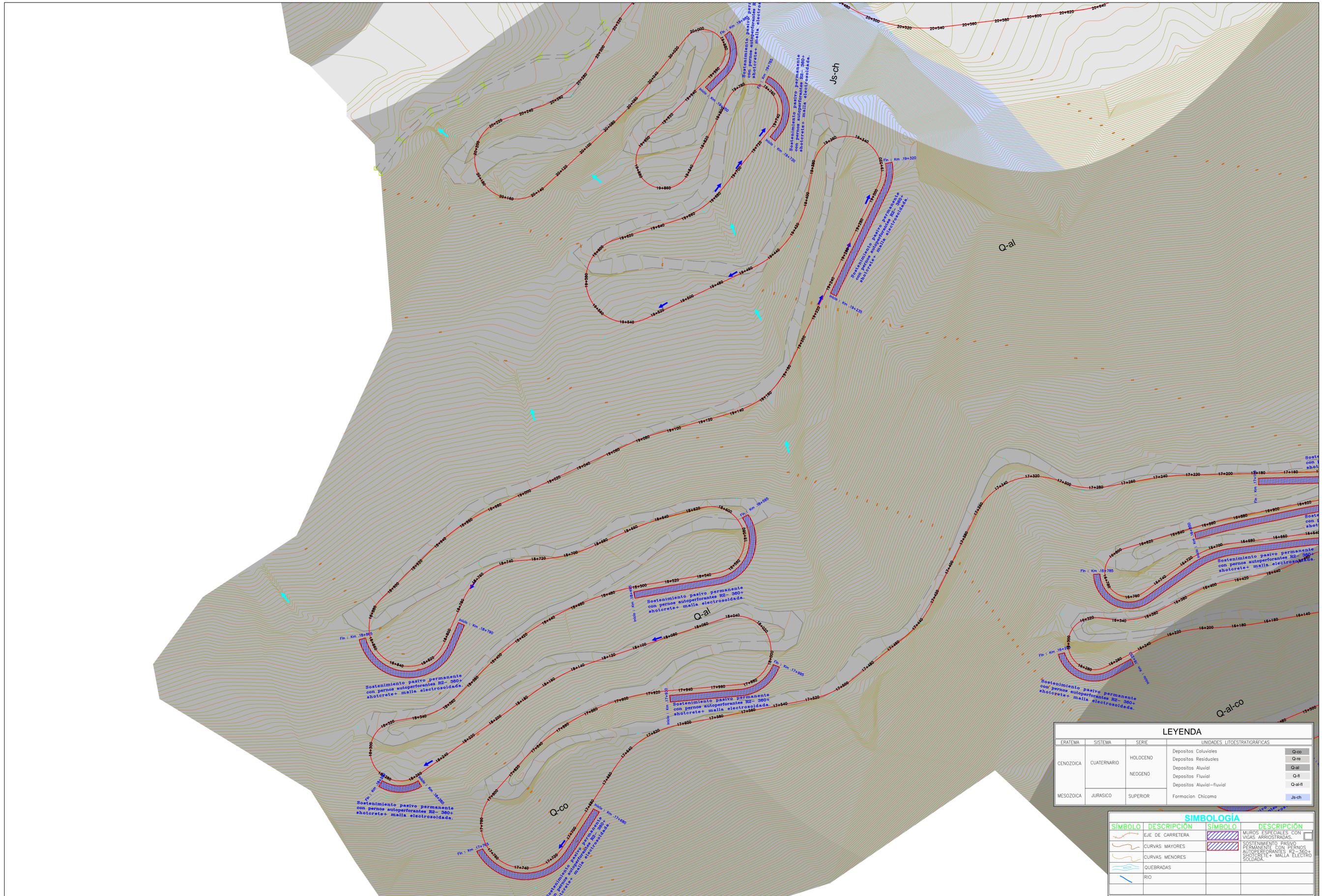
CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA
N° 067-2015-MTC/20

TITULO DEL PROYECTO
ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PALLASCA-MOLLEPATA-MOLLEBAMBA-SANTIAGO DE CHUCO-EMP. RUTA 10, TRAMO: MOLLEPATA - PALLASCA

DESIGNACION :
PLANO DE UBICACION DE LOS TALUDES VERTICALES CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE
15+060-17+700



JEFE PROYECTO : L. FLORIANO PALACIOS	APROBADO : M.C.R	ESCALA : 1/100	PLANO N° 02
ING. SP GEOLOGIA : AGUSTIN E .PAREDES.H	DIBUJO : J .JUMPIRE .P	FECHA : 11/15	



LEYENDA			
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depositos Coluviales
			Depositos Residuales
			Depositos Aluvial
		NEOGENO	Depositos Fluvial
			Depositos Aluvial-fluvial
MESOZOICA	JURASICO	SUPERIOR	Formación Chicama

SIMBOLOGIA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	EJE DE CARRETERA		MUROS ESPECIALES CON VIAS ARRIBSTRADAS
	CURVAS MAYORES		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERNOS AUTOPERFORANTES R2-360+shotcrete+ malla electrosoldada
	CURVAS MENORES		
	QUEBRADAS		
	RIO		

REVISIÓN:	

PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 Viceministerio de Transportes
 PROVIAS NACIONAL

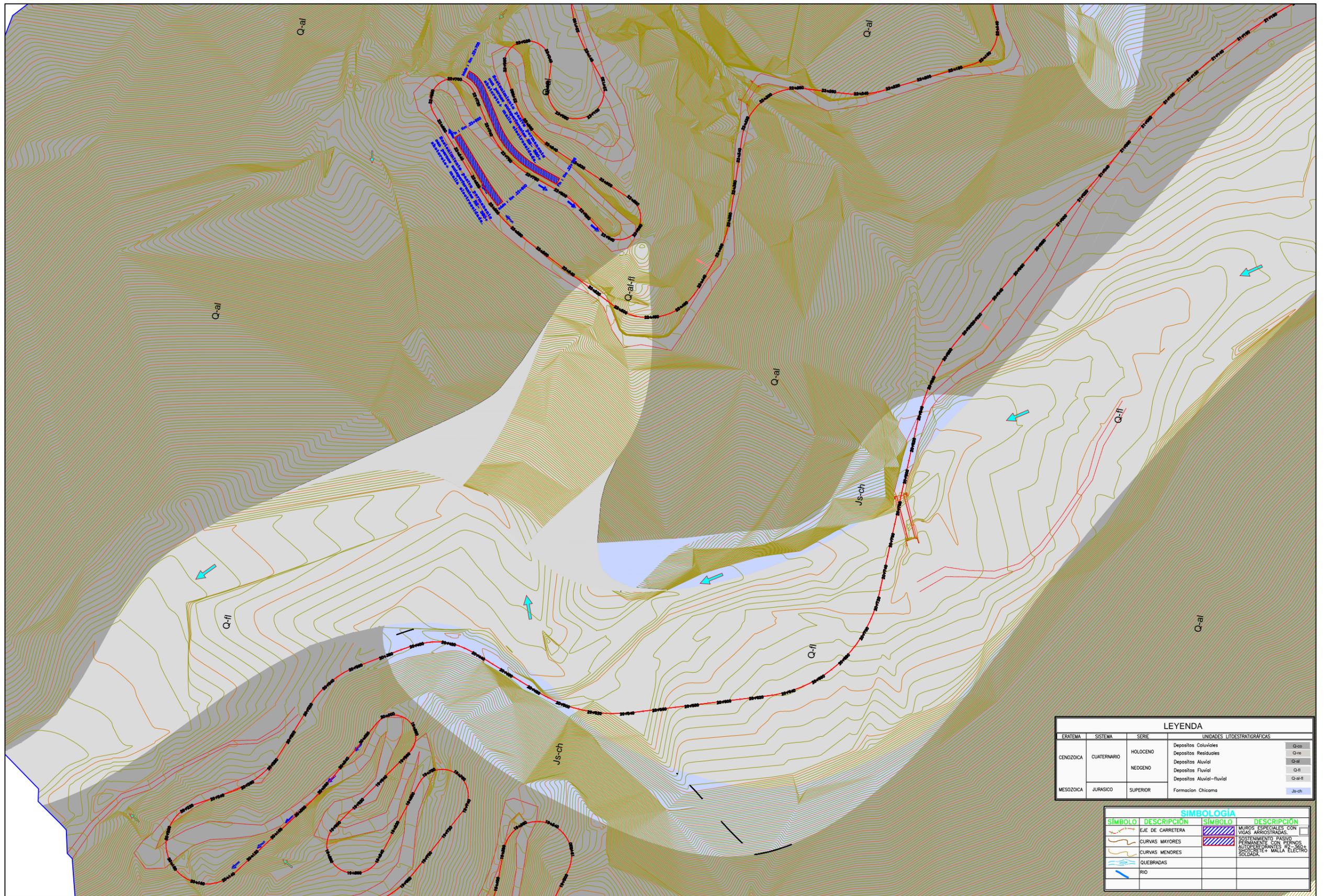
CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA
 N° 067-2015-MTC/20

TITULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PALLASCA-MOLLEPATA-MOLLEBAMBA-SANTIAGO DE CHUCO-EMP. RUTA 10, TRAMO: MOLLEPATA - PALLASCA

DESIGNACION :
 PLANO DE UBICACION DE LOS TALUDES VERTICALES CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE
 17+700-20+000

JNR CONSULTORES S.A.
 Calle Roca de Vergallo 153 - Magdalena del Mar
 Telefono: 462-4440

JEFE PROYECTO :	APROBADO :	ESCALA :	PLANO N°
L. FLORIANO PALACIOS	M.C.R	1/1000	03
ING. SP GEOLOGIA :	DIBUJO :	FECHA :	
AGUSTIN E .PAREDES.H	J .JUMPIRE .P	07/15	



LEYENDA			
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGAFICAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Coluviales
			Depositos Residuales
		Neogeno	Depositos Aluvial
MESOZOICA	JURASICO	Superior	Depositos Aluvial-fluvial
			Formacion Chicama

SIMBOLOGIA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	EJE DE CARRETERA		MUROS ESPECIALES CON VIGAS ARRIOSTRADAS
	CURVAS MAYORES		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERNOS AUTOPRENDANTES R2
	CURVAS MENORES		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERNOS AUTOPRENDANTES R2
	QUEBRADAS		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERNOS AUTOPRENDANTES R2
	RIO		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERNOS AUTOPRENDANTES R2

REVISION:

PERÚ
 Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 Viceministerio de Transportes
 PROVIAS NACIONAL

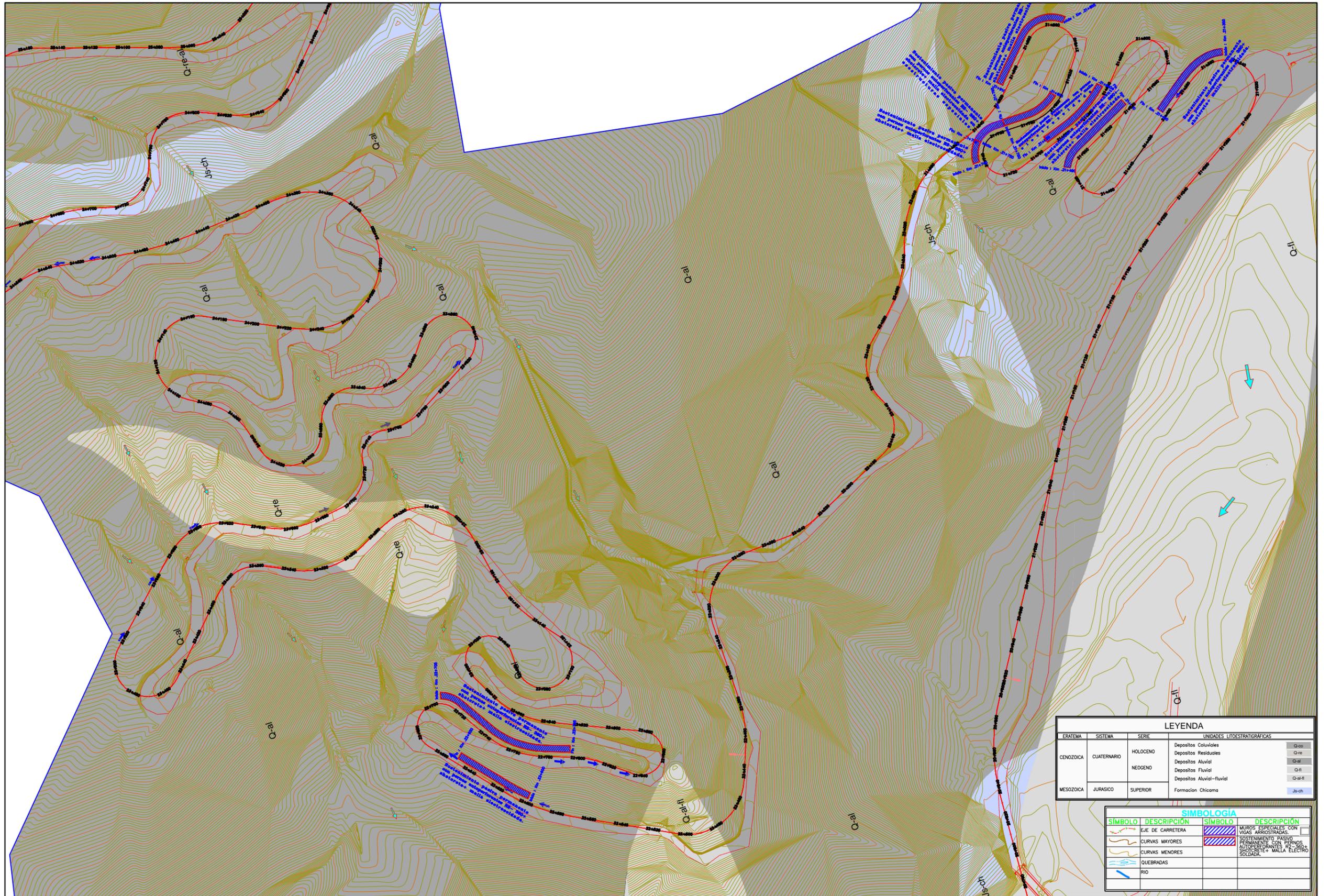
CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA
 N° 067-2015-MTC/20

TITULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PALLASCA-MOLLEPATA-MOLLEBAMBA-SANTIAGO DE CHUCO-EMP. RUTA 10, TRAMO: MOLLEPATA - PALLASCA

DESIGNACION :
 PLANO DE UBICACION DE LOS TALUDES VERTICALES CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE
 20+000-21+100

JNR CONSULTORES S.A.
 Calle Roca de Vergallo 153 - Magdalena del Mar
 Telefono: 462-4440

JEFE PROYECTO : L. FLORIANO PALACIOS
APROBADO : M.C.R.
ING. SP GEOLOGIA : AGUSTIN E .PAREDES.H
DIBUJO : J .UMPIRE .P
ESCALA : 1/100
FECHA : 11/15
PLANO N° 04



LEYENDA			
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Coluviales
			Depositos Residuales
		Neogeno	Depositos Aluvial
MESOZOICA	JURASICO	Superior	Depositos Aluvial-fluvial
			Formacion Chicama

SIMBOLOGIA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	EJE DE CARRETERA		MUROS ESPECIALES CON VIGAS ARRIOSTRADAS.
	CURVAS MAYORES		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERNOS AUTOPRENDANTES R2, MALLA ELECTRO SOLDADA.
	CURVAS MENORES		
	QUEBRADAS		
	RIO		

REVISION:	

PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 Viceministerio de Transportes
 PROVIAS NACIONAL

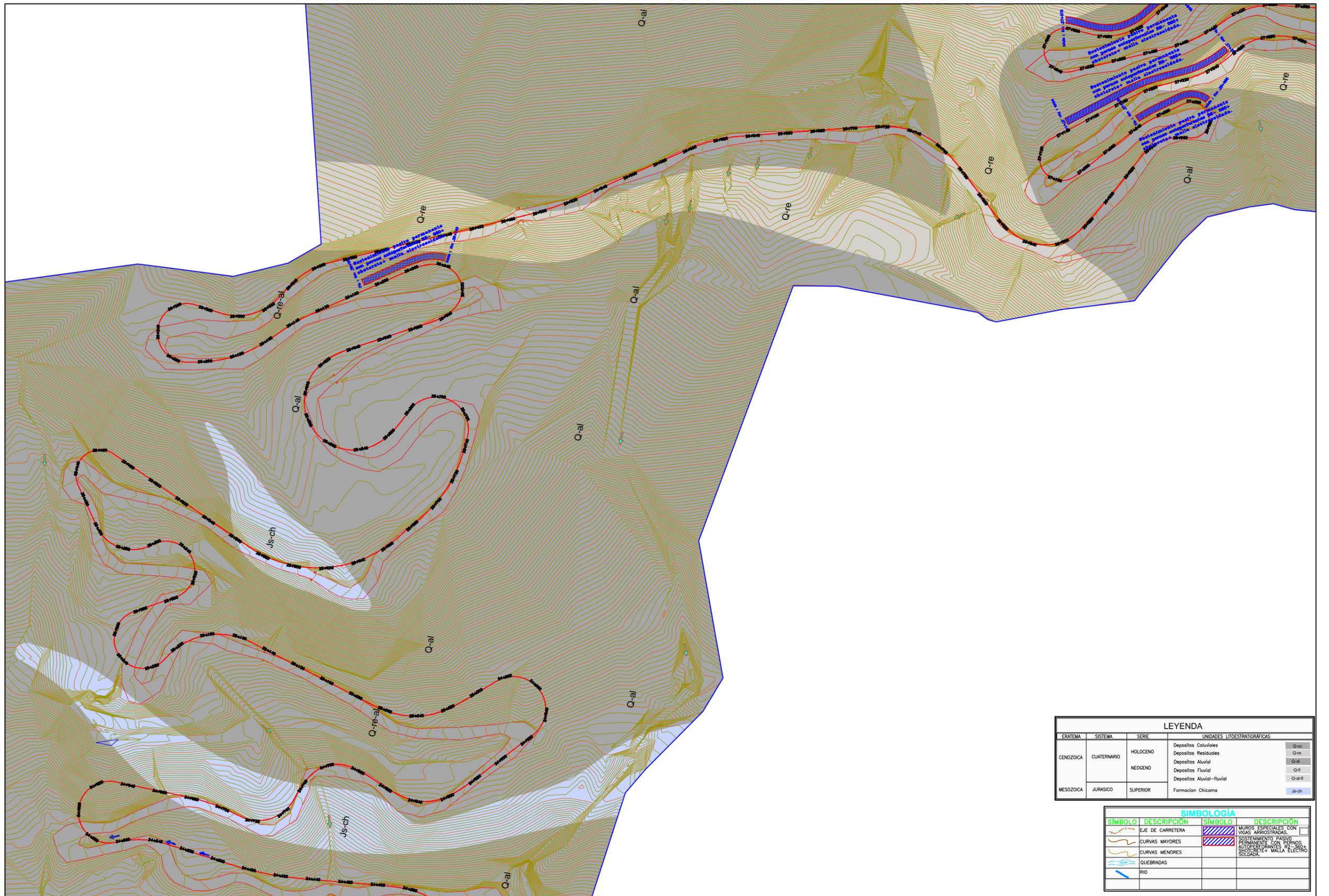
CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA
 N° 067-2015-MTC/20

TITULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PALLASCA-MOLLEPATA-MOLLEBAMBA-SANTIAGO DE CHUCO-EMP. RUTA 10, TRAMO: MOLLEPATA - PALLASCA

DESIGNACION :
 PLANO DE UBICACION DE LOS TALUDES VERTICALES CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE
 21+160-24+540

JNR CONSULTORES S.A.
 Calle Roca de Vergallo 153 - Magdalena del Mar
 Telefono: 462-4440

JEFE PROYECTO : L. FLORIANO PALACIOS
ING. SP GEOLOGIA : AGUSTIN E .PAREDES.H
APROBADO : M.C.R
DRUJO : J .UMPIRE .P
ESCALA : 1/100
FECHA : 11/15
PLANO N° 05



LEYENDA				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Coluviales	Q-co
			Depositos Residuales	Q-re
		Neogeno	Depositos Aluvial	Q-al
			Depositos Aluvial-fluvial	Q-al#
MESOZOICA	JURASICO	SUPERIOR	Formacion Chicama	Js-ch

SIMBOLOGIA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	EJE DE CARRETERA		MUROS ESPECIALES CON VIGAS ARRIOSTRADAS.
	CURVAS MAYORES		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERNOS AUTOPREDRANTELES R2 3/4" SOLTRETE + MALLA ELECTRO SOLLADA.
	CURVAS MENORES		
	QUEBRADAS		
	RIO		

REVISION:

PERÚ
 Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 Viceministerio de Transportes
 PROVIAS NACIONAL

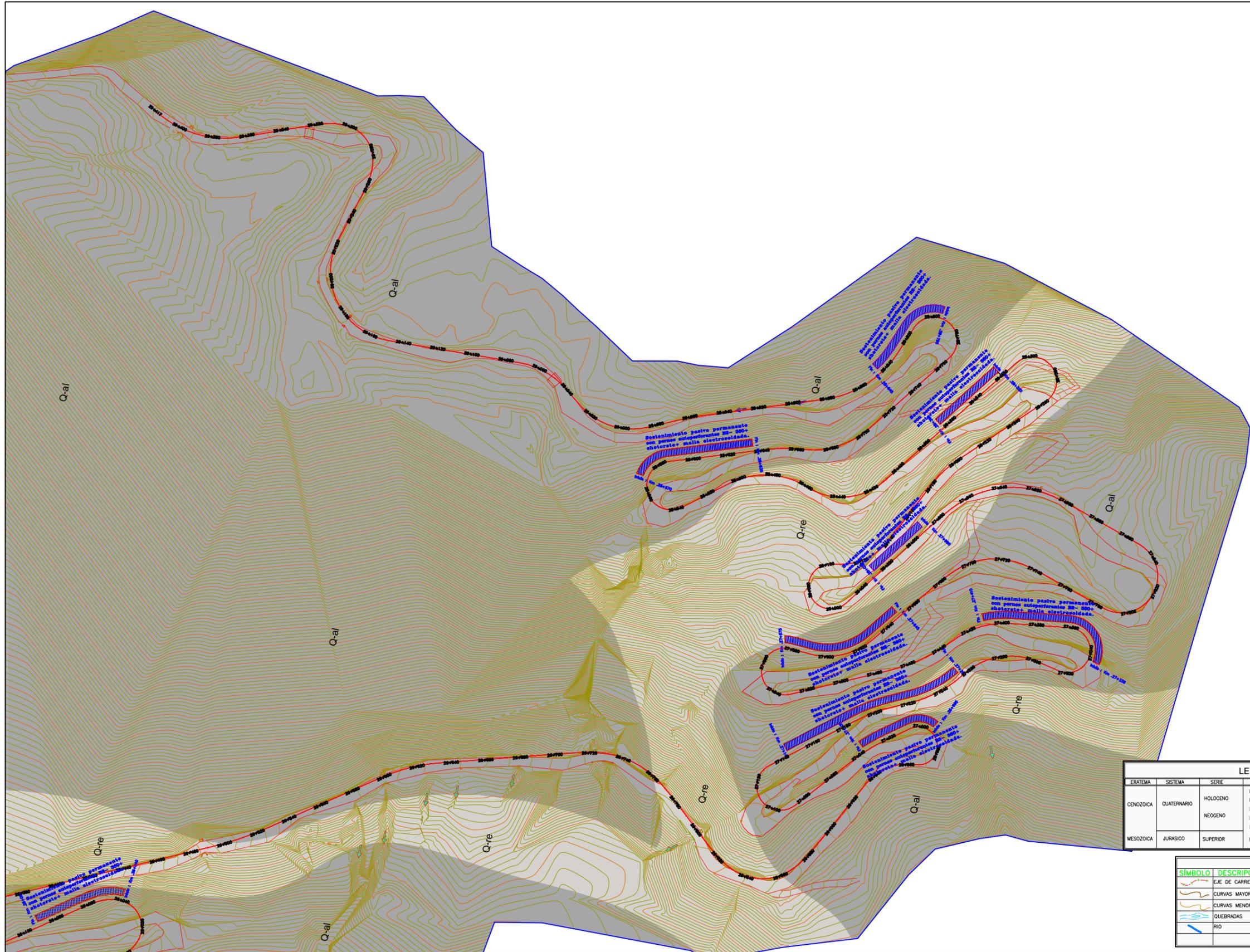
CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA
 N° 067-2015-MTC/20

TITULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PALLASCA-MOLLEPATA-MOLLEBAMBA-SANTIAGO DE CHUCO-EMP. RUTA 10, TRAMO: MOLLEPATA - PALLASCA

DESIGNACION :
 PLANO DE UBICACION DE LOS TALUDES VERTICALES CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE
 24+540-27+280

JNR CONSULTORES S.A.
 Calle Roca de Vergallo 153 - Magdalena del Mar
 Telefono: 462-4440

JEFE PROYECTO : L. FLORIANO PALACIOS	APROBADO : M.C.R	ESCALA : 1/100	PLANO N° 06
ING. SP GEOLOGIA : AGUSTIN E .PAREDES.H	DIBUJO : J .UMPIRE .P	FECHA : 11/15	



LEYENDA				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOGESTRATIGRAFICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Coluviales	Q-co
			Depositos Residuales	Q-re
		Neogeno	Depositos Aluvial	Q-al
			Depositos Fluvial-fluvial	Q-al#
MESOZOICA	JURASICO	SUPERIOR	Formacion Chicama	Ji-ch

SIMBOLOGIA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	EJE DE CARRETERA		MUROS ESPECIALES CON VIGAS ARRIOSTRADAS.
	CURVAS MAYORES		SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE CON PERROS AUTOPROTECTORAS R2 30x30x30cm + MALLA ELECTRO SOLLADA.
	CURVAS MENORES		
	QUEBRADAS		
	RIO		

REVISION:

PERÚ
 Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 Viceministerio de Transportes
 PROVIAS NACIONAL

CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA
 N° 067-2015-MTC/20

TITULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA PALLASCA-MOLLEPATA-MOLLEBAMBA-SANTIAGO DE CHUCO-EMP. RUTA 10, TRAMO: MOLLEPATA - PALLASCA

DESIGNACION :
 PLANO DE UBICACION DE LOS TALUDES VERTICALES CON SOSTENIMIENTO PASIVO PERMANENTE
 27+060-29+417

JNR CONSULTORES S.A.
 Calle Roca de Vergallo 153 - Magdalen del Mar
 Telefono: 462-4440

JEFE PROYECTO : L. FLORIANO PALACIOS
ING. SP GEOLOGIA : AGUSTIN E. PAREDES.H
APROBADO : M.C.R.
DIBUJO : J. UMPIRE .P
ESCALA : 1/100
FECHA : 11/15
PLANO N° 07