UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA

MINERA Y METALURGICA

ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA OLMOS-CORRAL QUEMADO DEL Km 0+000 al Km 196+300.

INFOME DE INGENIERIA
Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEOLOGO

LUIS SERAFIN GONZALES HIJAR

PROMOCION 89 - I

LIMA - PERU

1,997

DEDICATORIA

A mis Queridos Padres
Serafín y Lorenza por su
Amor y entrega para con
sus hijos.

A mis Hermanos:
Adolfina, Carlos, Susana e Isabel

DEDICATORIA

A Guillermo Gasco
por haberme mostrado
la felicidad y el Tesón.

A mi querida esposa Cristina y
a mi hijita Anna que son
la razón de mi esfuerzo.

A mis suegros Antonietta y Alberto
por el estímulo que siempre me han
brindado al estudio y quienes con
su amor y apoyo material me han
permitido lograr mi meta mas alta.

A mis amigos Violeta y Bruno
Pietrapiana a quienes agradezco
sus consejos, comprensión y apoyo
a lo largo de estos años.

AGRADECIMIENTOS

Al escribir estas palabras, siento que he recibido de parte de Dios más de lo que yo he podido dar a los demás.

Quiero primeramente agradecer al Dr. Jorge E. Alva Hurtado y Esposa por la paciencia, desprendimiento y cariño que han tenido para conmigo, además quiero agradecerles por la excelente posibilidad que me han brindado durante estos años, permitiéndome trabajar a su lado, antes en el CISMID y actualmente en su compañía.

También quiero dar mi agradecimiento a Hidroenergía Consultores en Ingeniería, cuyo Gerente General el Ingeniero Armando Olazábal Alvarez, me ha dado todo el apoyo moral y material para lograr los objetivos que me he trazado.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. José Martínez Talledo por sus enseñanzas impartidas cuando era alumno.

A la Srta. Secretaria Carmela Bustamante González por el apoyo brindado en la elaboración del documento.

A todos los que de una u otra manera han sido participe por la elaboración de este documento.

INTRODUCCION

El presente estudio Geológico - Geotécnico trata sobre la estabilidad de los taludes existentes a lo largo de la carretera Olmos-Corral Quemado desde el km 0+000 al km 196+300. El estudio en mención se ha logrado en base a un extenso programa de investigaciones geológicas - geotécnicas que asociados a niveles de riesgos nos permiten magnificar los lugares tramos en los cuales suceden fenómenos de geodinámica externa, (como deslizamientos, derrumbes, caída de roca, huaycos etc). para posteriormente recaudar las soluciones o medidas correctivas que le corresponde.

En el **capítulo I**.- Se hace una descripción de la ubicación, clima - vegetación y de la forma con que se recopilaron los datos para su posterior evaluación. Pero fundamentalmente se definió el objetivo de este documento, el cual enmarca una secuencia de investigaciones y experiencias de campo, que al final se explica y nos dará los criterios suficientes para poder justificar mediante medidas correctivas las soluciones recomendadas a cada fenómeno.

En el **capítulo II**.- Se presenta la Geología y Geomorfología de los diferentes afloramientos rocosos y/o depósitos inconsolidados que son atravesados por el trazo carretero, esto se logró mediante la identificación de las unidades estratigráficas, los eventos tectónicos, la geodinámica externa, que en síntesis nos permite planificar un programa de investigaciones geotécnicas.

En el **capítulo III.-** Se describe el Ambiente Geológico-Geodinámico (a lo largo de la carretera en estudio) mediante tramos o zonas en los cuales se pudo identificar los diversos tipos movimientos de taludes existentes.

En el **capítulo IV**.- Se hace una recopilación de todas las investigaciones geotécnicas realizados en campo y laboratorio.

Con el fin de tener medidas cuantitativas que expresen el estado en que se encuentran las unidades lito estratigráficos comprometidos con los fenómenos de inestabilidad.

En el **capítulo V.-** Se realizó la zonificación Geológica-Geotécnica, en base a las condiciones geológicas -geodinámicas de los diferentes materiales (roca/suelo) que se encuentran expuestos a lo largo de los 196.3 km de carretera de acuerdo al grado de inestabilidad que presentan los taludes comprometidos con la carretera (Ver plano R1, R2, R3, R4, R5 y R6)

En el **capítulo VI.** Se presentan una serie de problemas geotécnicos que están afectando a la carretera los cuales están relacionados con fenómenos de inestabilidad de taludes. Que por lo general impiden el normal tránsito vehicular.

En el capítulo VII.- Se evalúa los niveles de riesgo (bajo, medio, elevado y muy elevado) que nos supone la posibilidad de que ocurra una inestabilidad de un talud. Esta evaluación está supeditada a parámetros determinantes en la estabilidad de un talud como la topografía, volumen en movimiento, la velocidad con que se desarrolla cada fenómeno y los daños que este puede ocasionar.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAP. I: GENERALIDADES..... pág.1

1.1. Objetivo y Alcances del Estudio..... 1

1.2. Ubicación de la zona en Estudio..... 1

1.3. Clima y Vegetación de la Zona de Estudio..... 1

1.4. Recolección y Evaluación de la Información disponible..... 2

1.1.4. Recolección de Información..... 2

1.1.5. Evaluación de la información utilizada..... 3

CAP. II: MARCO GEOLÓGICO REGIONAL..... 5

2.1. Geomorfología..... 5

2.1.1. Valles Interandinos..... 5

2.1.2. Cordillera Occidental..... 5

2.1.3. Cordillera Sallique..... 6

2.2. Estratigrafía..... 6

2.2. 1. Complejo Olmos (Pe-co)..... 6

2.2. 2. Formación Salas (Pi-s)..... 7

2.2. 3. Volcánico Oyotún (J-vo)..... 7

2.2. 4. Formación Tinajones (Jki-t)..... 8

2.2. 5. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)..... 8

2.2. 6. Formaciones Inca, Chulec (Ki-i, ch)..... 9

2.2. 7. Formación Pariatambo (Km-p)..... 10

2.2. 8. Grupo Pulluicana (Km-pu)..... 10

2.2. 9. Grupo Quilquiñam (Km-q)..... 11

2.2.10. Volcánico Porculla (Ts-vp)..... 11

2.2.11. Depósitos Eluviales (Q-e)..... 11

2.2.12. Depósitos Coluviales (Q-Co)..... 12

2.2.13. Depósitos Aluviales (Q-al)..... 12

2.2.14. Depósitos Aluviales de Quebrada ($Q\text{-}al_{(q)}$)..... 12

2.3. Rocas Intrusivas..... 12

2.3.1. Intrusivo Tonalita - Granodiorita (Kt-g)..... 12

2.3.2. Hipabisales..... 13

CAP. III: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA - GEODINÁMICA LOCAL 14

3.1. Generalidades..... 14

3.2. Caracterización Geológica - Geodinámica Local 14

3.2.1. Tramo I : km 0+000 a km 30+000..... 14

3.2.2. Tramo II : km 30+000 a km 46+600..... 17

3.2.3. Tramo III : km 46+000 a km 60+000..... 25

3.2.4. Tramo IV : km 60+000 a km 90+000..... 32

3.2.5. Tramo V : km 90+000 a km 120+000..... 36

3.2.6. Tramo VI : km 120+000 a km 160+000..... 41

3.2.7. Tramo VII: km 160+000 a km 196+300..... 44

CAP. IV: INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS..... 56

4.1. Generalidades..... 56

4.2. Investigación de Campo..... 56

4.3. Investigaciones de Laboratorio..... 57

4.3.1 Ensayos Estándar..... 57

4.3.2 Ensayos Especiales..... 58

4.4. Características Cualitativas y Cuantitativas de los Macizos Rocosos..... 59

4.4.1. Determinación del RMR - SMR..... 59

CAP. V: ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA..... 62

5.1. Generalidades..... 62

5.2. Zonificación Geológica - Geotécnica..... 62

5.2. 1. km 0+000 a km 18+000..... 62

5.2. 2. km 18+000 a km 24+000..... 62

5.2. 3. km 24+600 a km 41+000..... 62

5.2. 4. km 41+700 a km 54+500..... 63
5.2. 5. km 54+500 a km 61+000..... 63
5.2. 6. km 61+000 a km 70+000..... 64
5.2. 7. km 70+000 a km 85+650..... 64
5.2. 8. km 85+650 a km 90+000..... 65
5.2. 9. km 90+000 a km 127+500..... 65
5.2.10. km 127+500 a km 144+000..... 65
5.2.11. km 144+000 a km 153+000..... 65
5.2.12. km 153+000 a km 160+000..... 66
5.2.13. km 160+000 a km 172+200..... 66
5.2.14. km 172+200 a km 177+140..... 67
5.2.15. km 177+140 a km 190+000..... 67
5.2.16. km 190+000 a km 196+300..... 67

CAP. VI: PROBLEMAS GEOTÉCNICOS OBSERVADOS..... 68

6.1. Deslizamientos, Derrumbes y Flujos de Material..... 68
6.1.1. Deslizamiento..... 69
6.1.2. Derrumbes y Caída de Bloques..... 71
6.1.3. Flujo de Material Detrítico..... 72
6.2. Erosión de Plataforma..... 73
6.2.1. Erosión por Flujo Superficial a Nivel de Plataforma..... 73
6.2.2. Erosión en Zona de Paso de Quebradas..... 74
6.2.3. Erosión por Flujo de Ríos y/o Quebradas..... 75
6.2.4. Erosión Asociada a Problemas de Sedimentación.. 75
6.3. Sedimentación a Nivel de Plataforma..... 76
6.4. Hundimiento de la Plataforma de la Vía..... 76
6.4.1. Hundimientos Relacionados con Activación de Deslizamientos..... 76
6.4.2. Hundimientos Relacionados con la Presencia de Estructuras..... 77

CAP. VII: EVALUACIÓN DE NIVELES DE RIESGO A INESTABILIDAD DE

TALUDES Y SOLUCIÓN A PROBLEMAS GEOTÉCNICOS 79

7.1. Evaluación de Nivel de Riesgo..... 79

7.1.1. Riesgo Bajo..... 79

7.1.2. Riesgo Medio..... 80

7.1.3. Riesgo Elevado..... 81

7.1.4. Riesgo muy Elevado o Crítico..... 83

7.2. Solución a Problemas Geotécnicos..... 84

7.2.1. Generalidades..... 84

7.2.2. Soluciones a Problemas Geotécnicos..... 85

- **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
- **ANEXO A.- CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO**
- **ANEXO B.- SOLUCIONES GEOTÉCNICAS**
- **FOTOGRAFÍAS**
- **PLANOS**

Plano de Ubicación

Plano Geológico Regional a escala 1/100,000

Plano Geológico - Geotécnico y Niveles de Riesgo a escala 1/10,000

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Objetivo y Alcances del Estudio

Se ha realizado el estudio, con la finalidad de evaluar los distintos tipos de formaciones rocosas existentes, localización de derrumbes y deslizamientos más importantes, determinar sus mecánismos de falla e identificar las zonas críticas, que permitieron evaluar la geodinámica externa actuante en los distintos tramos de la carretera Olmos-Corral Quemado y determinar las medidas correctivas necesarias.

1.2 Ubicación de la zona en estudio

La carretera Olmos-Corral Quemado es una ruta transversal que parte de las proximidades del cruce a la Ciudad de Olmos (Dpto. de Piura) en el km 869 de la Carretera Panamericana Norte y sigue en dirección Este a través de los Andes Occidentales del Norte del Perú hasta llegar al Paso de Porculla (2,138 m.s.n.m.) luego de recorridos 46.4 Km. Finalmente, luego de atravesar los poblados de Hualapampa, Pucará y desvío a Jaén principalmente, se llega a Corral Quemado (436 m.s.n.m.) en el Departamento de Cajamarca, luego de un recorrido total de 196.3 km.

1.3 Clima y vegetación de la zona en estudio

El clima en general, es semi-árido a árido en las inmediaciones de Olmos, sub-húmedo a húmedo en los alrededores del Paso de Porculla; húmedo a partir del poblado de Pucará hasta las proximidades del Puente Zunanga. Las precipitaciones en general son escasas durante todo el año incrementándose en el mes de Febrero, Marzo y Abril principalmente, lo que condiciona que sea el tiempo en el cual se activan la mayoría de los fenómenos de geodinámica externa que afectan a la zona de estudio.

1.4 Recolección y Evaluación de la Información Disponible

1.4.1 Recolección de Información

La información existente proviene principalmente de PETROPERU S.A., INGEMMET, IGN, SAN y MTCC; en donde se ha recolectado lo siguiente:

1. Perales Fernando (1974). "Mapa Geológico de la Ruta del Oleoducto Nor-Peruano". PETROPERU S.A. Lima-Perú.

2. Consorcio de Consultores Viales: Kuylen-Figueroa Ingenieros Asociados, DeLeuw-Cather International Limited, Motlima Consultores S.A. y Barriga-Dall'Orto Ingenieros Consultores (1978). "Estudio del Proyecto Definitivo de la Carretera Olmos-Corral Quemado". Planos Geológicos y de Perfil de Suelos. Lima-Perú.

3. Robert L. Shuster y Raymond J. Krizelc (1978). Special Report 176 de Anaysis and control LANDSLIDES Washington, D.C.

4. Hardy Associates (1978). "Report on Geotechnical Review of Oleoducto Nor-peruano". Prepared for PETROPERU S.A. Lima-Perú.

5. Servicio Aerofotográfico Nacional (1984). "Fotos blanco y negro del tramo entre la estación Alivio Olmos y la Estación N°5". Para PETROPERU S.A. escala 1:10,000. Lima-Perú.

6. Martínez Vargas A. (1984). "Reporte de Deslizamientos sobre el Derecho de Vía en el Km. 548+000. Lima-Perú.

7. Geo-Engineering (M.S.T.) LTD (1985). "Geotechnical Report on Terrain Analysis and Route Evaluation". Volumen I. Preparado para PETROPERU S.A. Lima-Perú.

8. INGEMMET (1986): Estudio Geológico-Geotécnico para la Seguridad física del km 408. Oleoducto Nor-Peruano. Convenio INGEMMET-PETROPERU, Lima-Perú.

9. INGEMMET (1987): Geología de los Cuadrángulos de Olmos y Pomahuaca. Boletín N°39. Lima-Perú.

10. INGEMMET (1987): Oleoducto Nor-Peruano, Seguridad Física del km 548 (Jaen-Cajamarca), Tomo I. Contrato PETROPERU-INGEMMET.

11. INGEMMET (1988): Obras de Estabilización para al km 548. Oleoducto Nor-Peruano, Tomo IV. Contrato PETROPERU-INGEMMET, Lima-Perú.

12. DeLeuw Cather y CAEM Ltda. Consultores (1994). "Informe Especial-Agosto 94, tramo Olmos-Corral Quemado". Estudio del Plan Piloto de Mantenimiento Vial. Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción del Perú. Lima-Perú.

1.4.2 Evaluación de la Información Utilizada

Del análisis de la información disponible se considera como estudios de mayor utilidad en cuanto al aspecto de estabilidad de taludes, los siguientes:

Información Topográfica

La información y/o documentación topográfica utilizada es la que se encuentra en el Estudio Definitivo de la Carretera Olmos-Corral Quemado (1978) en donde se tienen planos a escala 1:2,000 que cubre una zona muy estrecha a ambos lados de la carretera

Información Geológica

La geología regional se ha obtenido de los boletines geológicos del INGEMMET, disponiéndose planos a escala 1:100,000 de los Cuadrángulos de Olmos, Pomahuaca, Cutervo, Incahuasi y Jaén. La geología local a escala más reducida (1:25,000) se encuentra en el Estudio Definitivo de la Carretera Olmos-Corral Quemado (1978) realizado por el Consorcio de Consultores Viales: sin embargo, durante la fase de campo se verificó su poca exactitud.

La información de geológica que se considera actualizada se usara en el estudio.

Información Geodinámica

Se considera que los derrumbes y/o deslizamientos se encuentran codificados en forma puntual en el Informe Especial - AUG94 de la Carretera Olmos-Corral Quemado en el cual se ubica y se cuantifica la magnitud de los derrumbes; sin embargo, se debe tomar en forma muy referencial por cuanto se ha identificado sólo un sector de los derrumbes actualmente observados y no constituyen todos los derrumbes encontrados, ni los más importantes.

En relación al reconocimiento general para identificar zonas de grandes deslizamientos, se considera que las fotografías aéreas del S.A.N. a escala 1:10,000 han sido el material utilizado más adecuado; en el estudio de interpretación Aerofotográfica

CAPITULO II

MARCO GEOLOGICO REGIONAL

2.1 Geomorfología

Los rasgos morfológicos que se presentan en el área interisada por la carretera Olmos-Corral Quemado son los siguientes:

Valles Interandinos
Cordillera Occidental
Cordillera de Sallique

2.1.1 Valles Interandinos

Los valles fluviales del area son del tipo consecuentes por cuanto sus desarrollo ha sido favorecido por el levantamiento progresivo de los Andes, entre los valles que drenan hacia el atlántico tenemos, el valle Huancabamba que al confluir próximo a Pucará con el valle Chotano forma el valle Chamaya que entrega sus aguas al río Marañón en las proximidades de Corral Quemado. Hacia el pacífico el río Olmos tiene poco recorrido y es de régimen estacionario ya que sus aguas solamente en épocas lluviosas llegan a la ciudad de Olmos.

2.1.2 Cordillera Occidental

Comprende un vasto territorio elevado, cuyas altitudes borden los 3,000 m.s.n.m. Cabe resaltar que la divisoria de aguas entre el río Olmos y la quebrada Cashirca es el paso más bajo de la cordillera occidental alcanzando una altitud de 2,200 m.s.n.m.

2.1.3 Cordillera Sallique

Se conoce con esta denominación a la alineación montañosa situada en el sector oriental del alineamiento que forman los ríos Huancabamba y Chotano que en la zona que intereza la carretera tiene una orientación NE-SO. El río Huancabamba discurre con dirección NE-SO y el río Chotano con direcciones SE-NO; estos dos ríos confluyen el Km 124 donde toma el nombre del río Chamaya que tiene una dirección al E, hasta la confluencia con el río Challayuc para después continuar con dirección NE hasta la confluencia al río Marañón.

Este sector geomorfológico es denominado por Wilson como depresión y valles interandinos.

2.2 Estratigrafía

Las unidades lito estratigráficas que se presentan en el área comprenden un rango que en edad abarcan desde el Pre cambriano (complejo Olmos) hasta el cuaternario reciente.

2.2.1 Complejo Olmos (Pe - Co)

Son rocas metamórficas que consiste mayormente de esquisitos de colores gris verdosa a grises oscuras, cortados por venillas de cuarzo, contituyen cerros bajos con abundante suelo residual y escombros de color marrón a gris. El complejo Olmos se encuentra cortado por rocas intrusivas del batolito de la costa ; hacia el oeste el complejo Olmos está en contacto discordante con la formación Salas a la que subyace estratigraficamente.

Estas rocas se presentan completamente fracturadas por diferentes direcciones de esquistocidad de fractura, en el campo se observa una fuerte deformación en pliegues. En el trazo de la carretera estas rocas afloran en los siguientes tramos:

Km 0 + 000 a 18 + 000

Km 24 + 580 a 43 + 00

Km 47 + 500 a 48 + 000

Km 48 + 300 a 49 + 350

Km 54 + 500 a 60 + 700

Km 66 + 500 a 84 + 400

En estos tramos es donde se presentan los mayores problemas de inestabilidad de la carretera

2.2.2 Formación Salas (Pi-s)

Es una secuencia de rocas metamorficas que consiste mayormente en filitas pelíticas de colores negruzcos, laminadas o en capas delgadas; el grado de metamorfismo es inferior al que exhiben los esquisitos del complejo Olmos. Estratigraficamente suprayáce al complejo Olmos con discordancia angular, igualmente inprayacen con discordancia angular a formaciones mas jóvenes como el volcánico Oyotun, Formación Tinajones.

En la carretera Olmos-Corral Quemado esta Formación lo encontramos entre los km 61 + 700 a 66 + 500 y sus contactos con las rocas vecinas son falladas.

2.2.3 Volcánico Oyotun (J-vo)

Es una secuencia gruesa de rocas volcánicas con escasa intercalaciones sedimentarias la formación se presenta en afloramientos macizos e irregulares, generalmente muestran colores oscuros de intemperismo predominando los colores rozado anaranjado y amarillo.

Litológicamente consiste de bancos medianos a gruesos de piroclásticos y derrames de composición andesítica a dacítica.

En la carretera Olmos-Corral Quemado afloramientos de estas rocas los encontramos entre los siguientes tramos:

Km 43 + 000 a 45 + 500
Km 85 + 630 a 124 + 400
Km 126 + 000 a 127 + 500
Km 166 + 000 a 171 + 000

2.2.4 Formación Tinajones (JKi-t)

Esta formación consiste de una serie de lutitas, cuarcitas, tobas, grauvacas y conglomerados, la secuencia se presenta bien estratificada en capas delgadas a medianas, los afloramientos dan colinas bajas y son de colores marrón-rojizos por intemperismo.

En la carretera Olmos-Corral Quemado solamente se presenta entre los Km 84 + 400 a 85 + 630 y su contacto con las rocas vecinas que son el complejo Olmos y Volcanico Oyotun son falladas.

En este sector parte de esta Formación se encuentra cubierta por coluviales y se presenta un deslizamiento entre los Km 84 + 650 al Km 84 + 750.

2.2.5 Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

El grupo Goyllarisquizga consiste principalmente en areniscas y cuarcitas blanquecinas bien estratificadas en capas medianas e intercalan con horizontes de lutitas grises, los bancos de areniscas presentan una marcada estratificación cruzada.

En la carretera Olmos-Corral Quemado afloramientos de este grupo los encontramos en los siguientes tramos:

Km 124 + 400 a 124 + 900
Km 148 + 800 a 149 + 850
Km 160 + 000 a 163 + 500
Km 192 + 430 a 194 + 400

2.2.6 Formaciones Inca, Chulec (Ki-i,ch)

Para los fines del estudio estas 2 Formaciones han sido consideradas como una sola unidad por presentarse reducidas y los afloramientos son restringidos aparte de que en los sectores que ocupan en la carretera Olmos-Corral Quemado se encuentran cubiertos por depósitos cuaternarios.

La formación inca consiste de areniscas calcareas y lodotitas grises duras bien estratificadas.

La formación chulec consite de capas delgadas de margas y lodotitas calcareas de colores grises a negras.

Estas dos formaciones son concondantes, la formación inca suprayace al grupo goyllarisquizga con ligera discordancia mientras que la formación Chulec infrayace en concordancia a la formaci\n Pariatambo.

En la carretera Olmos-Corral Quemado afloramientos de estas unidades los encontramos en los siguientes tramos:

Km 125 + 480 a 126 + 000
Km 148 + 400 a 148 + 850 en las partes altas de la carretera.
Km 149 + 850 a 150 + 000
Km 160 + 000 a 163 + 500
Km 192 + 430 a 194 + 400

2.2.7 Formación Pariatambo (Km-p)

Es una secuencia potente de 150 a 250 m. de calizas con intercalaciones delgadas de lutitas. Las calizas son de grano fino, color negro bituminoso su estratificación es delgada y uniforme formando lajas bastante características. Las lutitas son negras y bituminosas y ocurren como intercalaciones delgadas entre las capas calcareas.

En la carretera Olmos-Corral Quemado se presentan entre los siguientes tramos:

Km 144 + 000 a 146 + 200
Km 147 + 250 a 147 + 780
Km 150 + 000 a 150 + 650
Km 172 + 000 a 175 + 600
Km 187 + 550 a 192 + 430
Km 194 + 400 a 196 + 300

2.2.8 Grupo Pulluicana (Km-pu)

Consiste en algunos cientos de metros de calizas, margas y lutitas. La litología predominante es una caliza arcillosa grisácea, que intemperiza a crema o marrón, se presenta en capas medianas, nodulares o irregularmante estratificadas. Las proporciones de las calizas, margas y lutitas son variables con predominio de las calizas.

En la carretera Olmos-Corral Quemado afloramientos de este grupo encontramos en los siguientes tramos:

Km 146 + 600 a 147 + 250
Km 150 + 650 a 153 + 250

2.2.9 Grupo Quillquiñán (Km-q)

Este Grupo consiste principalmente de lutitas, margas y algunas intercalacines calcareas. Las lutitas son friables de color gris oscuros, las margas son azuladas en capas delgadas e intemperizan a marrón oscuro. Las calizas que se intercalan con las lutitas o margas son generalmente delgadas y escasas.

En la carretera Olmos-Corral Quedamo afloramientos de este grupo tenemos en los tramos:

Km 153 + 000 a Km 160 + 000
Km 175 + 600 a Km 187 + 550

2.2.10 Volcánico Porculla (Ts-vp)

Estas rocas están mayormente constituido por tobas antedesíticas y riolíticas de color gris blanquecina en bancos masivos, presenta intercalaciones de brechas piroclasticas y lavas andesíticas.

En la carretera Olmos-Corral Quemado se le encuentra los tramos:

Km 45 + 500 a Km 47 + 500
Km 48 + 250 a Km 48 + 300
Km 59 + 950 a Km 60 + 700

2.2.11 Depósitos Eluviales (Q-e)

Estos depósitos cuaternarios se encuentran en zonas donde la topografía es suave y ondulada y se encuentran cubriendo la roca madre, tiene poco o ningdn transporte se presentan como gravas en matriz limosa y su composición varía en relación a su origen, estos depósitos se localizan cubriendo parcialmente las diferentes rocas pre existentes de la carretera Olmos-Corral Quemado.

2.2.12 Depósitos Coluviales (Q-co)

Estos depósitos cuaternarios se presentan cubriendo parcialmente las faldas de los cerros, el grosor es variable de algunos cmts hasta decenas de metros, los depósitos coluviales son gravas de contornos angulosos englobados en matriz mayormente areno-limo-arcillosa que lo mantiene estable aun en cortes de fuerte pendiente, en estos depósitos durante las épocas de lluvias se presentan los desprendimientos de bloques.

2.2.13 Depósitos Aluviales (Q-al)

Son depósitos acumulados en los flancos de los cursos fluviales algunas veces formando terrazas más o menos planas; los materiales depositados son gravas de contornos subredondeados con matriz areno-limosa.

2.2.14 Depósitos Aluviales de Quebrada (Q-al(q))

Estos depósitos son acumulaciones de material heterogéneo en el tramo final de las quebradas a manera de conos aluviales, consisten principalemente de gravas angulosas a sub angulosas en matriz areno-limosa estas acumulaciones ocurren principalmente en las épocas lluviosas.

2.3 Rocas Intrusivas

En la carretera Olmos-Corral Quemado se presentan rocas plut\nicas e hipabisales los que seguidamente describimos:

2.3.1 Intrusivo Tonalita - Granodiorita (Kt-g)

Con esta denominación se describe a una intrusión que se expone muy bien entre los Km 18 + 000 al 24 + 580 de la carretera Olmos-Corral Quemado litologicamente es una tonalita con variaciones a granodiorita son rocas de color gris leucócratas, de grano medio a fino, a porfiríticos, estas rocas plutónicas han participado en la edificación de la Cordillera Occidental.

En los cortes de la carretera se presentan frescos y estables; presentan 3 sistemas principales de fracturas el intemperismo es moderado.

2.3.2 Hipabisales (Tim)

En la carretera Olmos-Corral Quemado se ha reconocido cuerpos hipabisales de naturaleza andesita de color gris-verdosa, de textura porfirítica a microgranuleres, en las proximidades de Pucará se observa que este cuerpo intruye a rocas del cretaceo inferior a medio, por lo que se le asigna una edad terciaria inferior a medio.

Estas rocas las encontramos en los siguientes tramos:

Km 49 + 350 a 54 + 500
Km 127 + 500 a 144 + 000

CAPITULO III

CARACTERIZACION GEODINAMICA LOCAL

3.1 Generalidades

Con el fin de evaluar las condiciones ingeniero geológicas a lo largo de la ruta de la carretera mencionada, cuya longitud total es de 196.3 Km., comprendido entre el cruce de Olmos (Km. 0 +000) y el Puente "24 de Julio"- Corral Quemado (Km. 196+300), se llevó a efecto el mapeo geológico a lo largo de toda la ruta y consistió en lo siguiente:

- Identificación de las diferentes unidades estratigráficas (roca y/o suelo) que afloran a lo largo de la ruta.

- Características geoestructurales y estado de conservación de las unidades estratigráficas.

- Identificación y evaluación de fenómenos de geodinámica externa que ocurren en los taludes y cruces de quebradas de la carretera.

- Zonificación de la carretera en tramos considerados como críticos, ligeramente críticos y estables, en función al grado de actividad de los fenómenos geodinámicos, condiciones de estabilidad de los taludes y su incidencia en el tráfico vehicular.

3.2 Características Geológica - Geodinámica

3.2.1 Tramo I Km 000 a Km 30 + 000

Km 000 a Km 18 + 000

En este sector como basamento se presentan las rocas del complejo Olmos; las gradiente de la carretera es suave, las colinas son bajas y de contornos sub redondeados, en algunos sectores cubriendo las rocas del complejo Olmos tenermos depósitos eluviales, coluviales y aluviales, en general la estabilidad de los taludes se considera buena en los cortes realizados por la carretera con excepción del sector del tramo 16 + 750 a 16 + 850 ver Foto N 2 donde se presenta una intrusión de naturaleza diorítica que tiene un fracturamiento favorable a caida de bloques pero está alcanzando a su perfil de equilibrio y solamente será necesario un desquinche de rocas flojas.

En el **Km 7 + 450** ver Foto N 1, existe una loza que sirve para evacuar las aguas de la quebrada HUASIMO en épocas pluviales, la misma que ha comensado a erosionar al lado derecho de la loza, esto se puede evitar con el adecuado encausamiento de la quebrada mencionada.

Km 18 + 000 a Km 24 + 580

En este sector afloran rocas del intrusivo tonalita granodiorita que mayormente se presenta fresca, en este tramo es mRnimo la cobertura de depósitos cuaternarios.

Este sector a partir del **Km 21 + 200** se observan escarpas donde han ocurrido caida de bloques, que en la actualidad continuan moderadamente especialmente de algunos bloques que han quedado colgadas y necesitan desquinche. En el **Km 22 + 400 a 22 + 550** se observa que han ocurrido deslizamiento de roca por efectos del corte de la carretera pero actualmente solo presenta algunos bloques sueltos que han quedado colgados los que deben ser eliminados.

Entre los **Km 22 + 850 a 23 + 150** el intrusivo se presenta completamente intemperizado y presenta una coloración rojiza, adn quedan huellas de un antiguo asentamiento que actualmente se encuentra estable.

En todo el tramo en épocas de lluvias se presenta caída de algunos bloques que con el transcurso del tiempo han sido soltándose y por acción de las lluvias y/o sismos caen a las cunetas o plataforma de la carretera.

Km 24 + 580 a 30 + 000

Tramo en que nuevamente afloran rocas metamórficas. En este sector existen zonas escarpadas que son consecuencia de deslizamientos ocurridos después de haberse realizado el corte de la carretera nueva, en la actualidad en muchas de estas escarpas dan quedan restos de materiales que con el pasar del tiempo y las lluvias se presipitan en pequeños bloques.

Las escarpas que aún no han alcanzado su perfil de equilibrio tenemos:

Km 24 + 820 a 24 + 860, presenta caida de fragmentos rocosos , se recomienda mantenimiento de talud desquinchando las rocas sueltas; km 25 + 500 a 25 + 850, se tiene huellas de escarpas de deslizamiento que ya ocurrieron y en la actualidad se encuentran estables.

Km 26 + 620 a 26 + 700,se presenta una escarpa cuyo proceso de asentamiento continua como el observado en la plataforma de la carretera un asentamiento del orden de 0.20 m.

En este sector este fenómeno puede seguir avanzando ya que el final del talud inferior se viene realizando a ampliación del ingreso a los compamentos del proyecto Olmos, estos cortes pueden influir en inestabilizar más la plataforma de la carretera en este sector.

Se recomienda construir cunetas de coronación, banquetas y un muro de contención en la plataforma de la vía.

Km 27 + 850 al Km 28 + 680 se ha reactivado parte de un gran deslizamiento entre los km 27 + 850 a km 28 + 050 tiene un ancho de 150 m. largo de 200 m y profundidad estimada de 20 a 30 m. en promedio la masa en movimiento tiene un volumen aprox. de más de 750,000 m^3.

El deslizamiento es de tipo rotacional y se han desplazado material de roca esquistosa como suelos eluviales.

Para salvar este sector se debe desarrollar una variante para lo que se ha analizado algunas alternativas.

Alternativa N 1; consiste en construir un puente del **km 27 + 450 a km 28 + 150** con una luz de 200 m. y mediante un desarrollo empalmarlo con la carretera actual.

Alternativa N 2, consiste en elevar la gradiente de la carretera a partir del km 27 + 200 hasta el fondo de la quebrada km 28 y ejecutar un tdnel de aprox. 800 ml hasta el km 29 + 350 donde empalmaría a la carretera actual.

3.2.2 Km. 30+000 -- km. 46+600 (Abra de Porculla)

Este tramo se desarrolla entre las cotas 1,270 y 2,140 m.s.n.m. aproximadamente, con una pendiente del orden del 6%.

La ruta se desarrolla siguiendo en general la ladera derecha del río Olmos y consiste en un ascenso continuo hasta el Abra de Porculla (2,140 m.s.n.m.) con cortes a media ladera y algunos en cortes cerrados, tanto en material suelto, como en roca; presentando alineaciones sinuosas típicos de relieve de montaña.

El tramo se desarrolla interesando a:

Rocas metamórficas del complejo Olmos (Pe-co), constituídos por esquistos y filitas con diferentes grados de resistencia, fracturamiento y meteorización; predominando las de resistencia mediana a baja, fracturadas a muy fracturadas y moderadas a completamente meteorizadas (descompuestas).

- Granitoides indiferenciados (kTi-i) de resistencia baja y completamente meteorizados.

- Rocas Volcánicas Oyotún (J-vo), contituídas en general por andesitas de resistencia baja a alta, poco a muy fracturadas y con ligera a moderada meteorización.

- Rocas del Volcánico Porculla (Tim-vp), conformados en general por arenas tufáceas y tufos riolíticos de muy baja resistencia e intensa meteorización (descompuestas).

- Cuaternario, conformados por depósitos coluviales (Q-co), eluviales (Q-e) y aluviales de quebrada [Q-al(q)].

Las rocas metamórficas del complejo Olmos (Pe-co) están íntimamente relacionados con el desarrollo de los fenómenos de geodinámica externa, le siguen en orden los depósitos cuaternarios (Q-co), los volcánicos Oyotún (J-vo) y las arenas tufáceas del volcánico Porculla(Tim-vp). Los granitoides indiferenciados (Kti-i) no tienen mayor incidencia, por cuanto interesan un tramo muy corto de la carretera (a la altura del Puente Zapote N° 2).

30 + 000 -- 30 + 350 : Rocas metamórficas (esquistos) y depósitos coluviales, con taludes de moderada estabilidad, y ocurrencia de eventuales caidas de materiales a la plataforma de la vía.

30 + 350 -- 30 + 460 : Deslizamiento complejo en coluvio y rocas metamórficas (esquistos), origina deterioro e interrupción de la vía.

Los afloramientos rocosos ubicados al pié del deslizamiento actúan como muro de contención.

30 + 460 -- 31 + 120 : Depósitos coluviales y rocas esquistosas con taludes a moderadamente estables.

31 + 120 -- 31 + 180 (zapote 1)	Deslizamiento rotacional activo en rocas metamórficas esquistosas, muy fracturadas y completamente meteorizadas. Durante las lluvias invaden totalmente la plataforma de la vía (corte cerrado), interrumpiendo el tráfico vehícular. Como alternativa de solución inmediata se utiliza el tramo de la carretera antigua. Se recomienda optar por el tramo antiguo, el cual deberá ser integramente restaurado y habilitado. Con el fin de detener o disminuir el avance del deslizamiento hacia la parte alta, deberá construirse cunetas de coronación; caso contratio se pondría en riesgo la estabilidad de la plataforma de la carretera en la progresiva del km. 34. El talud del corte cerrado a su vez trabajaría como un muro de contención natural, una vez que el material de la masa deslizada haya ocupado o rellenado completamente la plataforma vial.
31 + 180 -- 31 + 425	Depositos coluviales, aluviales de quebrada y rocas metamórficas en posición estable.
31 + 425 -- 31 + 600	Deslizamiento en rocas metamórficas y coluvio. Afecta la cuneta e invade parcialmente la vía.
31 + 600 -- 33 + 050	Depósitos coluviales, rocas metamórficas y granitoides, con taludes en general estables.
33 + 050 -- 33 + 200	Deslizamiento rotacional en rocas metamórficas y coluvio. Origina interrupción de la vía.

33 + 200 -- 33 + 450	Rocas metamórficas y coluvio, con taludes de moderada estabilidad y algunos flujos de lodo que rellenan la cuneta.
33 + 450 -- 33 + 580	Deslizamiento rotacional en coluvio y rocas metam\rficas (esquistos), origina deterioro de la carpeta asfaltica e interrupción del tráfico vehicular.
33 + 580 -- 34 + 170	Depósitos coluviales y rocas metamórficas, con taludes de moderada estabilidad, con algunos flujos de lodo que rellenan la cuneta.
34 + 170 -- 34 + 260	Deslizamiento en esquistos descompuestos y coluvio, afecta la cuneta.
34 + 260 -- 34 + 300	Depósitos coluviales y rocas metamórficas descompuestas, con taludes de moderada estabilidad.
34 + 300 -- 34 + 360	Deslizamiento en coluvio y rocas metamórficas descompuestas, afecta la cuneta y parcialmente la plataforma de la vía.
34 + 360 -- 34 + 725	Coluvio y rocas metamórficas descompuestas, con taludes de moderada estabilidad.
34 + 725 -- 34 + 975 ("Pistolerito")	Deslizamiento y caída de material, en rocas metamórficas descompuestas y coluvio. Origina interrupción del tráfico y deterioro de la vía.

	Los materiales provenientes de la limpieza (mantenimiento) del deslizamiento ubicado en la progresiva km. 38+000-38+110, y que son arrojados pendiente abajo, deberán ser convenientemente encausados a fin de no disturbar los taludes del deslizamiento llamado el "PISTOLERITO".
34 + 975 -- 35 + 830	Depósitos coluviales y esquistos descompuestos, con taludes de moderada estabilidad y flujos de lodo que rellenan la cuneta.
35 + 830 -- 35 + 895	Deslizamiento (Limón) en rocas metamórficas muy meteorizadas y coluvio. Origina hundimientos de la plataforma.
35 + 895 -- 35 + 960	Depósitos coluviales y esquistos descompuestos, con taludes de moderada estabilidad. Ocurren flujos de lodo que rellenan la cuneta.
35 + 960 -- 36 + 000	Huayco de quebrada [Q-al (q)]. En lluvias intensas puede interrumpir el tráfico vehicular por 1-2 horas. Se recomienda Baden.
36 + 000 -- 37 + 000	Depósitos coluviales y rocas metamórficas descompuestas, con taludes de moderada estabilidad. Ocurrencia de flujos de lodo que rellenan cuneta. En progresiva km 36 + 023 se observan ligeros hundimientos en la plataforma de la vía (zona de influencia del deslizamiento Limón).
37 + 000 -- 37 + 060	Deslizamiento en depósitos coluviales, con flujos de lodo. Afecta cuneta y parcialmente la plataforma de la vía.

37 + 060 -- 37 + 135	Depósitos coluviales y esquistos descompuestos. Taludes moderadamente estables.
37 + 135 -- 37 + 335	Deslizamiento en coluvio y esquistos descompuestos. Origina hundimiento de la plataforma, rellena la cuneta y alcantarilla. Requiere drenes de coronación, reforestación y mantenimiento.
37 + 335 -- 37 + 900	Coluvio, aluviales de quebrada y rocas metamórficas descompuestas, con taludes de moderada estabilidad. Origina relleno de cuneta.
37 + 900 -- 37 + 990	Deslizamiento en rocas metamórficas descom-puestas y coluvio. Invade parcialmente la plataforma de la vía.
37 + 990 -- 38 + 000	Rocas metamórficas estables.
38 + 000 -- 38 + 110	Deslizamiento activo (parte superior del "Pistolerito"), muy crítico, interesando rocas metamórficas descompuestas y coluvio, con flujos de lodo. Interrumpe trafico vehicular.
38 + 110 -- 38 + 450	Rocas metamórficas descompuestas y coluvio, con flujos de lodo que rellenan la cuneta.
38 + 450 -- 38 + 680	Deslizamiento rotacional activo, en rocas metamórficas muy meteorizadas y coluvio. Origina hundimiento de la plataforma de la vía.
38 + 680 -- 38 + 800	Coluvio y esquistos con taludes de moderada estabilidad.

38 + 800 -- 38 + 837	Deslizamiento rotacional en esquistos descompuestos. Origina deterioro de la cuneta.
38 + 837 -- 39 + 230	Depósitos coluviales y rocas metamórficas muy meteorizadas, con taludes de moderada estabilidad.
39 + 230 -- 39 + 330	Deslizamiento rotacional en esquistos descompuestos y coluvio. Origina ligeros asentamientos en la plataforma de la vía.
39 + 330 -- 39 + 912	Coluvio y rocas metamórficas descompuestas. Taludes de moderada estabilidad.
39 + 912 -- 40 + 100	Deslizamiento activo muy crítico, en rocas metamórficas descompuestas y coluvio. A deteriorado completamente la carpeta asfáltica. Interrumpe trafico vehicular.
40 + 100 -- 40 + 440	Coluvio y esquistos descompuestos. Taludes de moderada estabilidad.
40 + 440 -- 40 + 675	Deslizamiento rotacional en esquistos descompuestos y coluvio. A levantado la cuneta (roto) e invadido parcialmente la vía.
40 + 675 -- 41 + 683	Coluvio y rocas metamórficas, con taludes estables.

40 + 683 -- 41 + 700	Caídas de huaycos de ladera hacia un tramo en corte cerrado de la carretera. Interrumpe tráfico vehíular. Se recomienda como alternativa de emergencia optar por el tramo de la carretera antigua, el cual deberá ser debidamente restaurado y habilitado, construyendo muros de contención a lo largo del borde de la plataforma antigua. Reforestar la parte alta de la ladera (donde se originan los huaycos) y mantenimiento.
41 + 700 -- 42 + 000	Coluvio y rocas metamórficas muy meteorizados, taludes de moderada estabilidad.
42 + 000 -- 42 + 080	Deslizamiento rotacional en rocas metamórficas descompuestas y coluvio. Rellena la cuneta.
42 + 080 -- 43 + 200	Depósitos coluviales y rocas metamórficas meteorizadas. Taludes en general estables.
43 + 200 -- 43 + 270	Derrumbe en material coluvial y rocas volcánicas, originando pequeños huaycos de lodo, con gravas y bloques que invaden la plataforma de la carretera.
43 + 270 -- 43 + 475	Coluvio y rocas volcánicas meteorizadas. Taludes en general estables.
43 + 475 -- 43 + 500	Derrumbe en coluvio y roca volcánica. Afecta cuneta e invade parcialmente la plataforma de la vía.
43 + 655	Cruce de quebrada..

43 + 655 -- 44 + 600	Rocas volcánicas andesíticas algo masivas, con taludes mayormente estables. Eventualmente ocurren caidas de bloques por falla planar.
44 + 600 -- 44 + 750	Derrumbe en coluvio y roca volcánica fracturada, originando además flujos de lodo con bloques. Invade totalmente la plataforma de la carretera.
44 + 750 -- 44 + 865	Rocas volcánicas y coluvio, con taludes de moderada estabilidad.
44 + 865 -- 45 + 020	Derrumbe en rocas volcánicas y coluvio, originando flujos de barro. Interrumpen el tráfico vehicular.
45 + 020 -- 45 + 890	Rocas volcánicas fracturadas, con taludes de moderada estabilidad. Ocurren caídas aisladas de rocas (bloques) por volteo.
45 + 890 -- 46 + 000	Erosión de taludes en arenas tufáceas deleznables. Origina derrumbes de arenas que afectan cuneta e invaden plataforma de la carretera.
46 + 000 -- 46+600 (Abra de Porculla)	Rocas volcánicas tufáceas muy meteorizadas, con taludes estables.

Km 46 + 600 -- Km. 60 + 000

Este tramo se desarrolla entre el Abra de Porculla (2,140 m.s.n.m.) y el sector próximo a la confluencia de las quebradas Cashirca y Hualapampa (1,360 m.s.n.m.) correspondiente al Km. 60+000.

A partir del Abra de Porculla, se inicia el descenso siguiendo la ladera derecha de la quebrada Cashirca, con un pendiente promedio del orden de 5.8%, con un trazo sinuoso y cortes a media ladera y cerrados, interesando rocas con diferentes grados de resistencia, fracturamiento y meterorización y depósitos cuaternarios.

La ruta se desarrolla, interesando:

Rocas volcánicas Porculla (Tim-vp), constituídos por arenas tufáceas y tufos riolíticos, en general con resistencia media a muy baja, intensa a completamente meteorizadas (descompuestas).

Las rocas volcánicas AndesRticas (Tim-an) ostentan en general resistencia media a alta, poco a muy fracturadas y con ligera a moderada meteorización.

Las rocas metamórficas del complejo Olmos (Pe-co), constituídos principalmente por esquistos y filitas, presentan en general resistencia media a muy baja, fracturados a triturados y moderados a completamente meteorizados (descompuestos).

Depósitos cuaternarios conformados por coluvios (Q-co), aluviales de quebrada [Q-al (q)], etc.

Cabe resaltar que en las rocas metamórficas volcánicas (Pe-co) y depósitos coluviales (Q-co), se desarrollan la mayor cantidad de fenómenos de inestabilidad de taludes (deslizamientos, derrumbes, etc.); en las rocas volcánicas (Tim-an) ocurren mayormente desprendimientos de rocas generada por fallas en cuña o volteo.

Los depósitos aluviales de quebrada son generadores de avenidas de huaycos, flujos de lodo, etc.

46 + 600 -- 46 + 730 Rocas volcánicas y coluvio, con taludes en posición estable.

46 + 730 -- 46 + 815	Derrumbe y deslizamiento combinado, en rocas volcánicas y coluvio. Interrumpe el tráfico vial.
46 + 815 -- 47 + 180	Rocas volcánicas muy meteorizadas y coluvio. Taludes de moderada estabilidad, con ocurrencia de caídas aisladas de rocas a la plataforma.
47 + 180 -- 47 + 230	Caídas de bloques de rocas y flujos de lodo en corte cerrado. Rellenan la cuneta e invaden parcialmente la plataforma de la vía. Se recomienda mantenimiento.
47 + 230 -- 47 + 350	Rocas volcánicas y esquistos con coluvio. Taludes de moderada estabilidad.
47 + 350 -- 47 + 467	Deslizamiento en rocas descompuestas (esquistos y volcánicos). Interrumpe el tráfico vehicular.
47 + 467 -- 48 + 300	Coluvio y rocas metamórficas. Taludes con moderada estabilidad, con caídas aisladas de rocas. En progresiva km 48 + 000 -- 48 + 150, se observan ligeros asentamientos de la vía.
48 + 300 -- 48 + 370	Deslizamiento en rocas metamórficas. Origina ligeras interrupciones del tráfico. 48 + 370 -- 48 + 683
48 + 683 -- 48 + 850	Coluvio y esquistos muy meteorizados. Taludes de moderada estabilidad, caidas aisladas de rocas. Deslizamiento en esquistos y filitas. Interrumpe parcialmente la vía.
48 + 850 -- 49 + 000	Coluvio y rocas metamórficas meteorizadas. Taludes estables a moderado.

49 + 000 -- 49 + 150	Desprendimiento de rocas esquistosas, a través de los planos de esquistosidad, que se manifiestan favorables a la inestabilidad del talud. Afecta la plataforma y cuneta.
49 + 150 -- 49 + 332	Coluvio y esquistos meteorizados. Taludes de moderada estabilidad.
49 + 332 -- 50 + 240	Caídas por volteo de rocas volcánicas muy fracturadas, con material coluvial. Pequeños derrumbes aislados de rocas volcánicas que afectan la cuneta y parcialmente invaden plataforma de la vía.
50 + 240 -- 50+ 332	Desprendimientos de bloques de rocas andesíticas fracturadas Interrumpe parcialmente el tráfico vehícular. Se recomienda desquinche del material suelto.
50 + 332 -- 50 +420	Coluvio, rocas volcánicas, metamórficas y aluvial de quebrada. Taludes de moderada estabilidad. Caídas aisladas de rocas a la cuneta.
50 + 420 -- 50 + 680	Caídas intensas de grandes bloques de rocas volcánicas y coluvio. Interrumpe el tráfico vehícular. Se recomienda cunetas de coronación, desatado del material suelto. Ampliación de la plataforma hacia el lado derecho (desplazamiento del eje).
50 + 680 -- 50 + 925	Rocas volcánicas fracturadas y coluvio. Taludes estables a moderadamente estables.

50 + 925 -- 51 + 020	Caída intensa de bloques de rocas volcánicas a la vía (corte cerrado) generados por volteo y cuña. Interrumpe el tráfico.
51 + 020 -- 51 + 150	Coluvio y rocas volcánicas. Taludes moderadamente estables.
51 + 150	Desprendimientos de rocas volcánicas por volteo y cuña. Se recomienda desatado del material suelto.
51 + 150 -- 51 + 540	Rocas volcánicas y coluvio. Taludes de moderada estabilidad.
51 + 540 -- 51 + 620	Caídas de rocas volcánicas muy fracturadas y meteorizadas. Se recomienda desquinchado del material suelto.
51 + 620 -- 52 + 725	Rocas volcánicas fracturadas y meteoricadas con coluvio. Taludes de moderada estabilidad.
52 + 725 -- 52 + 815 :	Caídas de rocas volcánicas y metamórficas a la cuneta y parcialmente a la plataforma de la carretera. Se recomienda desquinchado del material suelto.
52 +815 -- 53 + 420	Rocas volcánicas y metamórficas, meteorizadas, con coluvio. Taludes de moderada estabilidad.
En 53 + 210	Caídas de bloques de rocas volcánicas. Requiere mantenimiento.
53 + 420 -- 53 + 500	Caídas de bloques de rocas volcánicas, por volteo y cuña. Requiere desquinche del material suelto.

53 + 500 -- 54 + 575	Rocas volcánicas y coluvio. Taludes de moderada estabilidad, con caídas aisladas de bloques, por volteo y cuña.
54 + 575 -- 54 + 900	Caídas de rocas metamórficas a través del plano de equistosidad, y material de coluvio que caen a cuneta y parcialmente a la plataforma.
54 + 900 -- 54 + 960	Derrumbe de rocas metamórficas generados a traves de la superficie de foliación o esquistosidad. Requiere mantenimiento.
54 + 960 -- 55 + 020	Rocas metamórficas y coluvio con taludes de moderada estabilidad.
55 + 020 -- 55 + 150	Derrumbe y deslizamiento combinado en rocas metamórficas a través de los planos de esquistosidad. A originado agrietamientos en el borde de plataforma de la vía.
55 + 150 -- 55 + 390	Coluvio y rocas metamórficas meteorizadas. Taludes ligeramente estables.
55 + 390 -- 55 + 450	Caída de rocas metamórficas a cuneta y parte a la plataforma. Se requiere desquinchado del material suelto.
55 + 450 -- 57 + 100	Caída muy locales de rocas a la cuneta.
57 + 100 -- 57 + 200	Deslizamiento en rocas metamórficas con coluvio. Se observan ligeros asentamientos en el borde y plataforma de la vía. Interrumpe el tráfico vehícular.

57 + 200 -- 57 + 650	Rocas metamórficas y coluvio. Taludes de moderada estabilidad.
57 + 650	Socavamiento en el borde izquierdo de la plataforma de la carretera. El cruce de ésta quebrada debe funcionar como baden ya que ocurren constantemente avenidas de huaycos.
57 + 650 -- 58 + 230	Caídas de bloques rocosos a cuneta y parte a la plataforma de la vía.
58 + 230 -- 58 + 300	Deslizamiento a travJs de la superficie de esquistosidad de rocas metamórficas, y coluvio. Origina asentamientos en la plataforma de la vía. Interrumpe tráfico vehicular. Se recomienda cunetas de coronación, banquetas y muros de contención.
58 + 300 -- 58 + 540	Rocas metamórficas muy fracturadas y metorizadas con coluvios. Taludes de moderada estabilidad. Caídas aisladas de materiales a cuneta y parcialmente a la vRa.
58 + 540 -- 58 + 620	Deslizamiento en coluvio y rocas metamórficas. Interrumpe tráfico vehícular.
58 + 620 -- 58 + 930	Rocas metamórficas meteorizadas y coluvio. Taludes de moderada estabilidad.
58 + 930 -- 59 + 070	Deslizamiento en coluvio y esquistos descompuestos. Interrumpe el tráfico. Se recomienda banquetas, cunetas de coronación e intermedios y drenarlos hacia la quebrada lateral.

59 + 070 -- 60 + 000	Caídas aisladas de rocas, escombros de talud y flujos de lodo que afectan la cuneta e invaden parte de la vía.' Se recomienda drenes de coronación y banquetas.

3.2.3 Tramo III Km 60 - Km 90

Km 60 + 300 a km 60 + 600

Se caracteriza por estar compuesta por rocas metamórficas disturbados con cobertura superficial de depósitos coluviales que en épocas de lluvias se precipitan en forma de pequeños huaycos, en este sector se recomienda encausar estas torrenteras a las quebradas que tiene alcantarilla y hacer un mantenimiento continuo de las cunetas.

Km 61 + 000 a km 61 + 750

Se caracteriza por tener afloramiento de rocas del volcánico Porculla, que se encuentran en este sector limitados por fallas en ambos extremos como muestra el plano respectivo y que los pone en contacto fallado con las rocas metamórficas del complejo Olmos y formación de Salas respectivamente. La estabilidad de la roca se considera buena.
Se presentan 2 quebradas que en temporada de lluvias aportan huaycos de material grueso que ha obstruido las alcantarillas y se ubican en los km 61 + 100 y 61 + 700.

Km 61 + 750 a km 66 + 500

En este sector afloran las rocas de la formación Salas, que corresponden al pírmico inferior son rocas compuestas principalmente por filitas pizarrosas y cuarcitas.
En este tramo mayormente se presentan depósitos aluviales de quebrada Q al(q) que en las épocas lluviosas acarrean material gravoso con lodo que inundan la
plataforma de la carretera, aparte de que han obstruido las alcantarilas por no tener pendiente suficiente, ya que la zona que discurre el río Hualapampa es una zona de sedimentación.

Las zonas de aporte de material de las épocas lluviosas se ubican en los siguientes puntos:

Km 62 + 000; km 62 + 135; km 63 + 200; km 63 + 640; km 63 + 910; km 64 + 450; km 65 + 010; km 65 + 250; km 65 + 510; km 65 + 610; km 65 + 670.

Caída de bloques se presentan en los km: 63 + 300 a 63 + 450; en km 63 + 750 a 63 + 810 ver Foto N 42 y km 64 + 000 a 64 + 050 con menos frecuencia en el km 65 + 320 a 65 + 380.

En este sector es necesario elevar la razante de la carretera mediante cortes y/o rellenos en los cruces de las quebradas.

Km 66 + 500 a 70 + 000

Este tramo se caracteriza por presentar afloramiento de rocas metamórficas del complejo Olmos, mantiene características similares al tramo anterior. Del km 66 + 600 al km 67 + 550 se presenta un depósito coluvial potente hacia el corte de la carretera, los cortes son del orden de 30 a 40 m. de altura, se mantiene estable con algunas caidas de bloques en épocas lluviosas, se encuentran cortados por quebradas que en temporadas de lluvias acarrean material grueso y como las alcantarillas se encuentran obstruidas estos se acumulan en la carretera ocasionando interrupciones en el tránsito normal, así tenemos los siguentes:

Km 66 + 680; km 66 + 900; km 67 + 220; km 67 + 280; km 68+ 250 ; km 68 + 820; km 68 + 900 y km 69 + 500 .

En el km 67 + 550 al 67 + 860 se observa caida de bloques siguiendo el plano de esquistosidad.

En este tramo se recomienda mantenimiento vial, y la limpieza del cauce de los Badenes al río. En las quebradas 68 + 900 y 69 + 500 se debe encausar el cono aluvial y construir Badenes con sus respectivos muros de contención.

Km 70 al km 84 + 200

En este tramo continuan los afloramientos del complejo Olmos cubiertos parcialmente por depósitos coluviales, casi todo el tramo presenta caida y/o deslizamiento de bloques por lo que se considera de riesgo medio a alto.

Los deslizamientos de planchas de roca es siguiendo los planos de esquistosidad que especialmente en algunas curvas cerrados se encuentran con posición favorable para la ocurrencia de estos fenómenos.

Entre los tramos críticos que merecen atención por la ocurrencia de estos fenómenos tenemos:

Km 71 + 400 a 71 + 600; se recomienda mantenimiento de talud.

Km 72 + 850 a 73 + 280; se recomienda desplazar el eje de la vía y mantenimiento de talud.

Km 77 + 950 a 78 + 050; se recomienda mantenimiento de talud.

Km 79 + 200 a 79 + 500; se recomienda bajar el ángulo del talud o construcción de banquetas y un mantenimiento del talud.

Km 80 + 120 a 80 + 300; se recomienda bajar el ángulo del talud.

Km 83 + 420 a 83 + 720; se recomienda bajar el ángulo del talud .

En todo este tramo se ha elevado el trazo de la carretera para que no sea afectada por el embalse del proyecto Olmos.

En el tramo el pefil del terreno es del orden de 40m. y los cortes realizados en la carretera estan por el orden de 70m. a 80m. donde han ocurrido deslizamientos de roca en los taludes quedando algunos bloques colgados o han deslizado a traves de los planos de esquistocidad, los mismos que deben ser eliminados o acondicionados mediante banquetas.

En los sectores críticos mencionados se deberá evaluar el volumen inestable para darle un perfil que sea coincidente con el buzamiento de la foliación que es del orden de 50 a 60 .

Entre los km 80 + 900 a 81 + 000, unos 15 m. por encima de la plataforma de la carretera se observa inestabilidad del suelo coluvial manifestándose con reptación de los suelos, pero como el perfil natural del suelo es alto en este sector, si se procede a eliminar este material podría acelerar y agravar el proceso con la consiguiente interrupción de la carretera; se deben constuir cunetas de coronación detrás de la zona de reptación.

En este tramo existen también zonas de depósitos aluviales de quebrada Q-al(q) que acarrean materiales de lodos y gravas que interrumpen el tránsito ya que las alcantarillas no funcionan por encontrarse taponadas, las quebradas críticas son las ubicadas en los km 70 + 900'; 73 + 470; 73 + 920 y 74 + 600. Se recomienda reemplazar las alcantarillas por badenes.

Km 84 + 200 a 85 + 650

En este sector afloran rocas sedimentarias de la Formación Tinajones, depósitos coluviales y aluviales de quebrada. La Formación Tinajones se presenta plegado y formando un pequeño sinclinal por el **Km 85 + 350**.

Entre los **km 84 + 200 al 84 + 600** existe un deslizamiento antiguo que esta cubriendo el contacto fallado entre el complejo Olmos y la formación Tinajones, este delizamiento está constituido por un gran depósito coluvial y es conveniente diseñar un sistema de drenaje para evacuar las aguas pluviales de escorrentRa fuera de este sector y asi evitar el saturamiento y reactivación de fenómeno.

Entre los **km 84 + 650 al 84 + 760**, existe un pequeño asentamiento activo que afecta los depósitos coluviales y se ha podido medir un asentamiento de la plataforma de la carretera de 1.00 m, la misma que ha sido rellenado, en esta área se deben construir cunetas de coronación sellados para evacuar las aguas a otros sectores; diseñar un muro de contención pero previamente se deberá conocer la profundidad de la superficie de falla.

Km 85 + 650 a Km 90 + 000

A partir del km 85 + 650 se presentan las rocas del volcánico Oyotún que en este sector el valle los flancos presentan fuerte pendiente y en la carretera han practicado cortes de alto ángulo durante la construcción de la misma, los cortes altos se presentan algo inestables y necesitan la ejecución de banquetes y/o perfilados, ya que en épocas de lluvia se presentan caídas de roca que obstaculizan el tránsito.

En el km 88 + 300 existe una alcantarilla que está erosionando la plataforma por falta de muro de contención.

3.2.4 Km 90 + 000 -- km 120 + 000

Este tramo se desarrolla siguiendo la margen izquierda del río Huancabamba entre las cotas 1,090 y 880 m.s.n.m. aproximadamente, intercsando en su mayor parte terrenos de relieve suave a ligeramente plano, con una pendiente promedio del orden de 0.7%, modelados en rocas volcánicas de la formación Ayotún (J-vo) y depósitos cuaternarios: aluviales (Q-al), coluviales (Q-co) y aluviales de quebrada [Q-al (q)].

Los taludes de la carretera a lo largo de la ruta se presentan en general en posici\n estable a excepción de algunos sectores muy locales donde ocurren desprendimientos o caídas de rocas a la cuneta y plataforma de la vía, de poca significación; asimismo en los cruces de quebradas laterales ocurren avenidas de huaycos en temporadas lluviosas, las que han ocasionado obstrucción de numerosas alcantarillas, deterioros de algunos muros de defensa e invasión del material de huayco a la plataforma de la vía, creando ligeras interrupciones en el tráfico vehúcular, como ocurre algunas veces en las progresivas km 92+637 - 92+710, km 103+466 - 103+601.

Km 90 + 00 -- 90 +105	Depósito aluvial de quebrada. Estable.
90 + 105 -- 90 + 132	Cono deyectivo de quebrada. Invade parcialmente la vía. Se recomienda Baden.
90 + 132 -- 90 + 287	Caída de material coluvial con bloques a cuneta.
90 + 287 -- 90 + 312	Avenida de huayco que invade parcilamente la vía. Se recomienda Baden.
90 + 312 -- 90 + 714	Coluvias estables, con eventuales caídas de materiales a cuneta.
90 + 714 -- 90 +950	Desprendimientos de rocas que invaden parcialmente la vía. Requiere desquinchado.
90 + 950 -- 91 + 357	Coluvio y aluvial de quebrada con poca actividad. Estables en general.
91 + 357 -- 91 + 412	Cono deyectivo de quebrada. Invaden parcialmente la vía. Requiere mantenimiento.
91 + 412 -- 92 + 430	Coluvios, aluviales de quebrada y rocas volcánicas con taludes estables.
92 + 430 -- 92 + 448	Pequeña avenida de huayco que invaden parcialmente la vía y obstruyen la alcantarilla. Requiere mantenimiento.
92 + 448 -- 92 + 637	Rocas volcánicas con taludes estables.
92 + 637 -- 92 + 710	Desprendimientos de rocas generados por falla planar y cuña. Interrumpen el tráfico por 1-2 horas. Requiere desquinchado del material suelto.

92 + 710 -- 92 + 935	:	Coluvios estables.
92 + 935 -- 93 + 050	:	Huayco de quebrada. Afecta parcialmente la vía. Requiere mantenimiento. En marzo de 1995 se desbordó afectando vía.
93 + 050 -- 95 + 400	:	Coluvios, aluviales de quebrada y rocas volcánicas en posición estable.
95 + 400 -- 45 + 490	:	Huayco de quebrada, origina obstrucción de la alcantarilla. Requiere mantenimiento.
95 + 490 -- 95 + 740	:	Coluvios estables.
95 + 740 -- 95 + 775	:	Huayco de quebrada invade parcialmente la vía. Requiere mantenimiento.
95 + 775 -- 97 + 600	:	Coluvios, aluviales de quebrada, aluviales y rocas volcánicas en posición estable.
97 + 600 -- 97 + 660	:	Pequeños huaycos de quebrada, invaden ligeramente la vía. Requiere limpieza del cauce.
97 + 660 -- 98 + 500	:	Coluvios, rocas volcánicas, aluviales de quebrada, en posición estable.
98 + 500	:	Huayco de quebrada, afectó la vía en marzo de 1993. Deterioro de alcantarilla y muro de contención. Requiere restauración de estas estructuras.
98 + 500 -- 99 + 085	:	Coluvio y rocas volcánicas con taludes estables, excepto en las progresivas 98 + 840 - 98 + 850 y 99 + 020.

98 + 840 -- 98 + 850	:	Erosión fluvial afectando muro de contención del borde derecho de plataforma de la vía. Se recomienda reforzamiento del muro.
Km 99 + 000	:	Agrietamientos en el borde de la vía. Requiere prolongar el muro de defensa existente.
99 + 085 -- 99 + 115	:	Quebrada con avenida de huayco. Alcantarilla obstruida. Se recomienda Baden.
99 + 115 -- 100 + 285	:	Coluvios, aluvial de quebrada y rocas volcánicas, en posición estable.
100 + 285 -- 100 + 335	:	Quebrada con avenida de huayco. El baden existente funciona bien. Solamente requiere mantenimiento.
100 + 335 -- 103 + 466	:	Rocas volcánicas, aluviales de quebrada y coluvios, en posición estable.
103 + 466 -- 103 + 601	:	Derrumbe en rocas volcánicas y coluvio. Interrumpe ligeramente el tráfico vehícular. Requiere cunetas de coronación, banquetas, desquinchado de los bloques y materiales sueltos. Como alternativa de solución inmediata se utiliza normalmente la plataforma adyacente al borde.
103 + 601 -- 104 + 260	:	Rocas volcánicas, aluviales de quebrada y coluvio, en posición estable.
104 + 260 -- 104 + 400	:	Desprendimientos de material coluvial con bloques. Requiere desatado del material suelto.

104 + 400 -- 106 + 500	:	Coluvios, rocas volcánicas y aluviales de quebrada, en posición estable.
106 + 500 -- 106 + 585	:	Erosión fluvial afectando borde derecho de la plataforma de la vía. Requiere muro de defensa ribereña.
106 + 585 -- 111 + 000	:	Coluvios, rocas volcánicas, aluviales de quebrada y aluviales, en posición estable.
111 + 000 -- 111 + 200	:	Caídas de coluvios. Requiere cunetas de coronación y mantenimiento.
111 + 200 -- 112 + 360	:	Rocas volcánicas, aluviales de quebrada, en posición estable.
112 + 360 -- 112 + 450	:	Caídas de rocas volcánicas y coluvios. Requiere desquinchado.
112 + 450 -- 118 + 200	:	Coluvios, aluviales de quebrada, rocas volcánicas y aluviales, en posición estable.
118 + 200 -- 118 + 480	:	Zona de huaycos de pequeñas quebradas. Invaden vía. Requiere mantenimiento.
118 + 480 -- 119 + 395	:	Coluvios estables.
119 + 395 -- 119 + 460	:	Avenidas de huaycos, obstruye alcantarilla e invade la vía. Se recomienda Baden.
119 + 460 -- 120 + 000	:	Coluvios estables.

3.2.5 TRAMO V Km 120 a Km 160

En este tramo el trazo de la carretera interesa a las rocas del volcánico Oyotún, las areniscas del grupo Goyllorisquizga, las rocas calcareas de las formaciones inca, chulec, pariatambo, pullicana y quilquiñán, así mismo rocas hipabisales de naturaleza andesítica y los depósitos cuaternarios (coluviales, aluviales, terrazas)

En este tramo en las zonas donde los cortes de carretera son de fuerte ángulo se presenta con frecuencia caida de bloques en temporadas de lluvias.

Km 120 + 000 al 124 + 400

Este sector se caracteriza por que la carretera mayormente se implanta en depósitos aluviales, coluviales y rocas del volcánico Oyotún que presentan topografías suaves sin problemas de estabilidad de taludes. Salvo algunas caídas de bloques .

Km 124 + 400 al 126 + 000

En este sector la carretera corta rocas sedimentarias consistentes de areniscas, calizas, lutitas y margas cuya estratificación es desfavorable para la ocurrencia de deslizamiento, la parte central consiste de depósitos coluviales y aluviales que por presentar topografía suave no tiene problemas de estabilidad de taludes.

Los extremos de este sector son fallas que ponen en contacto estas rocas sedimentarias con las del volcánico Oyotún.

Km 126 + 000 al 127 + 500

En este sector nuevamente se presentan las rocas volcánicas Oyotún y depósitos aluviales cuyos taludes se presentan estables.

Km 127 + 500 al 144 + 000

Este sector se caracteriza por tener como basamento las rocas volcánicas hipabisales las que se encuentran cubiertos por depósitos aluviales y coluviales, este sector lo podemos sub-dividir en 2 sub-sectores.

Del km 127 + 500 al 138 + 350; en la cual la carretera está en la margen izquierda del río Chamaya, en este sub-sector se observa en el km 129+300 y km 137+200 caída de bloques por efecto de las lluvias y el corte del talud es alto y es necesario un perfilado y/o banquetas.

En el suebsector km 138 + 400 al 144 + 000 los cortes de la carretera mayormente están en las rocas hipabisales seguido de depósitos coluviales y aluviales que no presentan mayores problemas de inestabilidad; sin embargo entre los km 142 + 000 al 142 + 300 los cortes tiene alturas que bordean los 60 m. y en el futuro pudiera presentarse caida de bloques por lo que es necesario un desquinche de los bloques sueltos.

Km 144 + 00 al 148 + 200

Este sector se caracteriza por que de basamento rocoso esta constituído por las calizas de las formaciones pariatambo y pulluicana ,cuyas posiciones estatrigráficas no favorecen las inestabilidades, también gran proporción de la carretera corta depósitos aluviales y coluviales de origen calcareo que por presentar alturas de orden de 5 a 10 m. se mantienen estables. En km 145+500 se recomienda en construcción de un baden.

Km 148 + 200 al 150 + 000

En este sector afloran rocas de areniscas, calizas, margas y lutitas de las formaciones Goyllarisquizga, inca y chulec, en sectores cubiertos por depósitos coluviales, las rocas sedimentarias presentan estratificación desfaborable a la ocurrencia de inestabilidades, en el km 149 + 700 las areniscas conforman el nucleo de un anticlinal ;pero los taludes del corte de la carretera se mantiene estable.

Km 150 + 000 al 153 + 000

En este sector como basamento se presentan las rocas calcáreas de las formaciones pariatambo y pulluicana cubiertos por potentes depósitos coluviales de origen calcareo. En el km 150+150 se recomienda la construcción de un baden.

En este sector entre los km 150 + 750 al 151 + 200; 151 + 350 al 151 + 550, los cortes de carretera están en depósitos coluviales de origen calcareo y taludes son subverticales y altos (más de 25 m.) por lo que en temporadas de lluvias se presenta caida de bloques que van soltándose del depósito coluvial; para evitar este problema se recomienda perfilar los taludes y/o construir banquetas.

Km 153 + 000 al 160 + 000

Este sector se caracteriza por la presencia de afloramientos mayormente lutaceos con pocas calizas de la formación Quilquiñán y parcialmente depósitos coluviales y eluviales. En este tramo se ha distinguido dos zonas que necesitan tratamiento especial.

En el km 153 + 500 al 153 + 800, se observa caida de bloques que interrumpen la carretera en épocas de lluvias, en la actualidad adn no ha alcanzado su perfil de equilibrio por lo que se espera que en el futuro continua tal efecto y en vista de que el talud tiene fuente pendiente y de realizar perfilados y/o banquetas estos podrian desestabilizar más el talud, por lo que se recomienda alejar el eje de la carretera hacia el río ya que tiene espacio suficiente y se evitaría las interrupciones del tránsito.

Entre los **km 156 + 500 a 156 + 800** aflora la formación Quilquiñán que se caracteriza por contener un alto porcentaje de lutitas y margas; y pocas calizas, no obstante presentar estratificación favorable a la estabilidad, se presentan desprendimientos de bloques de calizas a la carretera esto se debe principalmente por que las lutitas son facilmente erosionables tanto por las lluvias como por el viento y con el tiempo dejan sin sustento a los pocos estratos de calizas y por encontrarse fracturados se precipitan a la carretera, la pendiente natural es fuerte por lo que si se realiza alguna excavación esta podria desestabilizar el talud. Además el río Chamaya ha erocionado gran parte del talud inferior de la carretera lo que ha afectado a la plataforma que ha ido desprendiéndose, en la actualidad solo quede transitable media plataforma, en este caso se debe estudiar con más detalle el sector si es posible realizar perforaciones diamantinas para poder seleccionar el nivel que servirá de fundación al muro de contención o gaviones que se construirá y puede resistir a la acción erosiva del río Chamaya además el muro de contención deberá ser protegido con un enrocado de bloques de roca.

También será necesario realizar una limpieza del talud superior eliminado los bloques sueltos y si es posible construir banquetas.

3.2.6 Km 160 + 000 -- Km 196 + 300 (Corral Quemado)

Esta ruta de la carretera se desarrolla siguiendo la margen derecha del río Chamaya hasta el km 165 + 900 (Puente Chamaya N 2). A partir de este punto toma una dirección paralela a la margen izquierda del río Chamaya hasta el km 192 + 660 (lugar de confluencia con el río Marañón). Para luego continuar por la margen izquieda del Marañón hasta el Puente 24 de Julio de Corral Quemado.

Este tramo se desarrolla en general sobre terrenos de relieve moderado, con una pendiente promedio del orden de 0.5%, en cortes a media ladera y cerrados, interesando rocas volcánicas Oyotdn (J-vo), areniscas y lutitas del Grupo Goyllarisquizga (Ki-g), areniscas calcáreas, lodolitas y calizas de las formaciones Inca-Chulec (Km-ich), calizas con intercalaciones delgadas de margas y lutitas de la formaci\n Pariatambo (Km-p), margas y lutitas con algunas capas de calizas pertenecientes a la formaci\n Quillquiñán (Km-q) y depósitos cuaternarios: coluviales (Q-co), aluviales de quebrada [Q-al(q)], aluviales (Q-al), fluviales (Q-fl); etc. . .

Los tramos considerados "críticos" están relacionados mayormente con los afloramientos de lutitas y margas, calizas y areniscas cuarzosas, las que han dado origen a fenómenos de remosión en masa como: derrumbes, deslizamientos, flujos de lodo, caídas de rocas, etc.

160 + 000 -- 160 + 223	Zona rocosa tectonizada, afloran intercalaciones de capas de areniscas cuarzosas, limolitas rojizas y lutitas friables (Ki-g). Requiere desquinche del material suelto.
160 + 223 -- 160 + 600	Taludes estables interesando depósitos coluviales, pequeños tramos de rocas volcánicas (J-vo). Ocurren algunas caídas de material coluvial a cuneta. En general este tramo se presenta estable.

160 + 600 -- 161 + 700	Se desarrolla en depósitos coluviales en posición estable. Conformados por gravas limosas englobando bloques (GM+B).
161 + 700 -- 162 + 620	Taludes mayormente en rocas volcánicas (J-vo) diaclasados con 3 juegos de familias. Ocurren caídas de bloques por cuña, volteo y falla planar. Predominan los desprendimientos por falla planar. También ocurren caídas de materiales coluviales. Afectan la cuneta y eventualmente invaden la vRa.
162 + 620 -- 162 + 800	Derrumbe activo "crítico" con desprendimientos de estratos de areniscas, limolitas y lutitas carbonosas friables (Ki-g). Afectan la cuenta y plataforma de la carretera. Se recomienda cunetas de coronación y muros de contención.
162 + 800 -- 163 + 050	Caídas de capas de areniscas, limolitas, lutitas carbonosas friables (Ki-g), afectando cuneta. La estratificación se presenta favorable a la estabilidad. Requiere desquinche.
163 + 050 -- 163 + 285	Derrumbe activo "crítico", en areniscas, limolitas y en menor porcentaje lutitas friables (Ki-g). Interrumpen la vía (1-2 horas). Se recomienda cunetas de coronación y banquetas.
163 + 285 -- 163 + 425	Interesa taludes rocosos de areniscas fracturadas (Ki-g) con manifestaciones de caídas de rocas a la cuneta y en parte a la vía. Requiere desquinche del material suelto.
163 + 425 -- 163 + 840	Coluvios con taludes en posici\n estable.

163 + 840 -- 164 + 120	Cruce de quebrada "Río Seco" origina interrupciones en épocas de crecientes del río. Requiere mantenimiento.
164 + 120 -- 165 + 900	Coluvios con taludes en posición estable, conformados por gravas limosas englobando bloques.
165 + 900 -- 166 + 000	Caída de material colvial a cuneta y en parte a la vía. Requiere limpieza y desatado del material suelto.
166 + 000 -- 167 + 240	Taludes estables en material coluvial, aluviales y fluvio-aluviales y un tramo corto de roca volcánica (J-vo) en posición estable.
167 + 240 -- 167 + 310	Asentamiento en el lado derecho de la plataforma, causado por erosión del río. Se recomienda muro de defensa.
167 + 310 -- 168 + 046	Taludes en depósitos coluvio-aluviales, estables.
168 + 046 -- 168 + 110	Ligeros asentamientos en el lado derecho de la vía causado por erosión del río, en material coluvio-aluvial (Q-co/al).
168 + 110 -- 168 + 570	Taludes en depósitos coluvio-aluviales, estables.
168 + 570 -- 168 + 650	"Crítico" zona con ocurrencia de avenidas de huaycos de ladera, en material coluvial (Q-co). Invaden la vía (paraliza el tráfico). Se recomienda cunetas de coronación y banquetas
168 + 650 -- 169 + 034	Tramo estable, interesando depósitos coluviales y roca volcánica (J-vo).
169 + 034 -- 169 + 094	Zona con avenidas de material de huayco de quebrada y coluvio. Invade la plataforma. Se recomienda Baden.

169 + 034 -- 169 + 400 Interesa pequeño tramo de coluvio (Q-co) y un macizo rocoso de naturaleza volcánico brechoide (J-vo) algo masivo, donde localmente ocurren desprendimientos de rocas por volteo y cuña, con max = 3 m. No reviste mayor problema. Se recomienda desquinchado del material rocoso suelto.

169 + 400 -- 170 + 860 Zona con taludes en material coluvio-aluvial (Q-co/al), en posición estable y aluviales de quebrada de poca actividad.

170 + 860 -- 171 + 170 Taludes rocosos en volcánicos (J-vo) y coluvio (Q-co), mayormente estables.

En la progresiva 170+950 -- 171+000: Se ubica un derrumbe de rocas volcánicas (J-vo) que afectan la vía (interrumpen 2-4 horas). Requiere trabajos de desquinchado.

171 + 170 -- 171 + 365 Coluvios estables.

171 + 365 -- 171 + 397 Pequeño huayco de quebrada, que invade la vía. Requiere mantenimiento.

171 + 397 -- 171 + 582 Coluvios estables.

171 + 582 -- 171 + 852 Taludes en coluvios, con filtraciones de agua que originan algunos derrumbes y flujos de lodo que afectan la cuneta. Los dltimos 60 m. Se desarrollan en areniscas con limolitas friables (Ki-g). Se recomienda cunetas de drenajes con el fin de captar y conducir el caudal de las filtraciones hacia las alcantarillas.

171 + 852 -- 171 + 936 Quebrada (Puente Zonanga).

171 + 936 -- 172 + 460	Intercalaciones de areniscas ferruginosas, limolitas violáceas y lutitas friables. Predominio en los taludes de rocas incompetentes infrayaciendo a rocas competentes (areniscas y calizas). Lar rocas incompetentes están muy erosionadas y pierden capacidad de soporte, originando desprendimientos de rocas competentes que invaden la vía causando paralización del tráfico (2 a 4 horas). Los bloques de calizas sobresalen en los taludes a manera de voladizos y fallan por cuáa; las lutitas friables se disgregan formando taludes de escombros. En el tramo del corte cerrado la actitud de los estratos en el lado izquierdo es desfavorable; mientras que en el lado derecho es favorable. Se recomienda drenes de coronación y Muro de contención. En los estratos con actitud desfavorable se requiere el desatado de las planchas estructurales sueltas.
De 172+040 -- 172+460 :	Aflora la unidad inca-chulec (Km-ich).
172 + 460 -- 172 + 605	Taludes rocosos estables, modelados en capas delgadas de calizas (Km-ich)
172 + 605 -- 173 + 232	Tramo en coluvios estables y cruce de quebrada. A la altura del Km 172 + 900. Se observan pequeños asentamientos de la plataforma, originado probablemente por filtraciones de la tubería de agua que abastece al pueblo de Zonanga.
173 + 232 -- 173 + 397	Caídas de capas de calizas por falla planar. La actitud de los estratos es desfavorable, con 45 de buzamiento en promedio.

173 + 397 -- 173 + 467	"Crítico" caídas de capas de calizas (Km-p) originados principalmente por falla planar y eventualmente por cuña y volteo. El buzamiento de las capas es desfavorable.
173 + 467 -- 173 + 479	Huayco de quebrada. Invade la vía. Requiere mantenimiento.
173 + 479 -- 173 + 800	Caídas menores de capas de calizas (Km-p) por volteo.
173 + 800 -- 174 + 077	Caída activa de bloques de calizas nodulares, con intercalaciones de lutitas y margas (Km-p) con buzamiento de capas de 47, desfavorable al talud ; Fallan por superficie planar y cuña y eventualmente por volteo. Se requiere desquinche y cunetas de coronación.
174 + 077 -- 175 + 600	Caídas aisladas de bloques de calizas con margas y lutitas friables (Km-p). Las fallas son por volto y cuña. No reviste mayor problema. Los tramos en material coluvial (Q-co) se presentan estables. Requiere desquinche y cunetas de coronación.
175 + 600 -- 176 + 277	Taludes interesando margas y lutitas con algunos horizontes de estratos de calizas subhorizontes (Km-q). Las margas y lutitas generan suelos arcillosos y por su incompetencia colaboran para que se originen caidas de bloques de calizas. Afectan la cuneta y parcialmente la vía. Requiere cunetas de coronación, desquinchado.
176 + 277 -- 177 + 140	Unidades de margas y lutitas friables, con capas de calizas (Km-q). Las margas y lutitas descompuestas dan suelos arcillosos y originan deslizamientos que se manifiestan a manera de desplomes en los cortes del talud.

Las cunetas de coronación existentes deben ser sellados o revestidos convenientemente. En la actualidad estas cunetas, tienen características de zanjas profundas que actúan acelerando la actividad del fenómeno.

177 + 140 -- 178 + 117 Tramo crítico con manifestaciones de deslizamientos en las unidades de lutitas y margas con algunos horizontes de calizas (Km-q). Las lutitas y margas en la mayoría de los casos se han convertido por descomposición en suelos arcillosos de alta plasticidad. Los planos de estratificación de las capas de calizas actúan como superficies de deslizamientos de la unidad lutitas-margas.

El 17.02.96 se originó un deslizamiento en la progresiva 177 + 290 - 177 + 432 (corte cerrado) que interumpió el tráfico. Como alternativa de solución inmediata se tuvo que utilizar el tramo de la carretera antigua.
Las cunetas de coronación existentes se han convertido en zanjas profundas que ayudan acelerar la actividad del fenómeno.

178 + 117 -- 178 + 330 Margas y lutitas (Km-q), con coluvio (Q-co). Taludes estables. En el 178 + 330 aprox. se observan fenómenos de erosión al pie del guardavía. Se recomienda muro de protección.

178 + 330 -- 178 + 565 Aluvial de quebrada [Q-al (q)] y pequeños conos de escombros (margas y lutitas) que rellenan cuneta. Requiere mantenimiento.

178 + 565 -- 178 + 745 Tramo "crítico en corte cerrado. Flujos de arcillas plásticas (margas y lutitas descompuestas). Invade totalmente la plataforma e interrumpe el tráfico. Se recomienda cuentas de coronación, perfilado y mantenimiento.

178 + 745 -- 179 + 440	Aluvial de quebrada [Q al (q)], flujos de arcillas plásticas (margas y lutitas descompuestas), coluvios y depósitos aluviales. Estables.
En el Km 179 + 450	Cruce de quebrada, ocurren avendias de huaycos. Se recomienda Baden.
179 + 450 - 179 + 850	Aluviales (Q-al), estables (zona de canteras).
179 + 850 -- 181 + 070	Caídas de margas y lutitas friables con capas de calizas (Km-q), afectan sólo cuneta. Algunos tramos de pequeñas quebradas y material coluvio-aluvial (Q-co/al). Tramo en general estable.
181 + 070 -- 181 + 100	Cruce de quebrada. Estable.
181 + 100 -- 181 + 250	Tramo "crítico" en corte cerrado. Caídas de calizas en capas gruesas con margas y lutitas friables. Interrumpe el tráfico vehícular. Requiere perfilado del talud, banquetas y cunetas de corona-ción. En los casos de interrupciones se usa el tramo de la carretera antigua.
181 + 250 -- 181 + 345	Intercalaciones de lutitas margas y calizas (Km-q), en posición estable.
181 + 345 -- 181 + 455	Depósitos coluviales estables y cruce de pequeña quebrada con material de huayco. Requiere mantenimiento.
181 + 455 -- 181 + 615	Caídas de capas de margas, calizas y lutitas friables, generando escombros de talud que rellenan la cuneta. Requiere mantenimiento.

181 + 615 -- 182 + 200	Depósitos aluviales y quebrada aluvial (cruce del río Mochenta). Estables.
182 + 200 - 182 + 370	Caídas de rocas constituídas por intercalaciones de calizas nodulares con margas y lutitas friables, se forman pequeños taludes de escombros que rellenan la cuneta e invaden parcialmente la plataforma de la vía. Requiere mantenimiento. Las rocas calizas caen por falla planar. La actitud de las capas es favorable a inestabilidad, con buzamientos que van desde los 48 hasta 70 . Los escombros de talud se forman por disgregación de las margas y lutitas friables.
182 + 370 -- 184 + 870	Depósitos aluviales y algunos tramos cortos de aluviales de quebrada. Estables.
184 + 870 -- 185 + 120	Calizas en capa gruesas de 0.5 - 1.0 m. de espesor, con intercalaciones de lutitas calcáreas y margas. La actitud de las capas es favorables a su estabilidad. Caídas eventuales de rocas. En general se presenta estable.
185 + 120 -- 185 + 510	Depósitos aluviales y coluviales, estables. Relieve suave.
185 + 510 -- 185 + 930	Calizas con intercalaciones de lutitas y margas. La actitud de las capas es favorable a su estabilidad. Ocurren pequeños tramos con flujos de lodo que rellenan la cuneta y parcialmente invaden la vía. Por otra parte se manifiestan eventuales caídas de rocas por volteo y cuña.
185 + 930 -- 186 + 130	"Crítico". Desprendimientos de estrados de calizas, por volteo y eventualmente por cuña. Los niveles de lutitas y margas son fácilmente disgregables por acción de la

meteorización (friables); en consecuencia su capacidad de autosoporte no permite sustentar los niveles superiores de capas de calizas, fallando éstos por volteo mayormente; no obstante que la actitud de los estratos, en general es favorable a la estabilidad (buzamientos de 55 a 80).
Interrumpe el tráfico vehicular (por horas o hasta por 1 día).
Las lutitas y margas fallan por disgregaci\n y generan escombros de talud.
Se recomienda cunetas de coronación, desquinche de los bloques sueltos, Muros de contención.

186 + 130 -- 186 + 800 Depósitos aluviales, estables.

186 + 800 -- 187 + 045 "Ligeramente critico". Calizas con intercalaciones de lutitas y margas friables (Km-q). Las lutitas y margas durante las lluvias originan pequeños huaycos de ladera que invaden la vía, interrumpiendo el tráfico por horas. Se recomienda cunetas de coronación y mantenimiento.

187 + 045 -- 187 + 550 Caídas intensas de estratos de calizas por volteo, dentro de una secuencia de intercalaciones de margas y lutitas. Afectan la cuenta. La actitud de las capas es ligeramente favorable a la estabiliad. Se recomienda cunetas de coronación y mantenimiento.

187 + 550 -- 189 + 727 Depósitos coluviales con avenidas de pequeños flujos de huaycos de quebraditas que invaden parcialmente la vía.

En el tramo 188+430 -- 188+548: Ocurren desprendimientos de rocas calizas por volteo, que afectan la cuenta e invaden parcialmente la plataforma. Requiere desatado del material suelto. En general el tramo presenta taludes de moderada estabilidad.

189 + 727 -- 190 + 450	Caídas de material coluvial a cuneta y parcialmente a la vía. Requiere cunetas de coronación y desatado del material suelto.
190 + 450 -- 191 + 060	Depósitos coluvio-aluviales estables.
191 + 060 -- 191 + 350	Calizas en capas delgadas horizontales, con intercalaciones de lutitas y margas. Se observan algunos escombros de talud que caen a cuneta.
191 + 350 -- 191 + 465	Caídas intensas de rocas calizas, lutitas y margas, en capas horizontales que invaden parcilmente la vía. Los bloques de calizas fallan mayormente por volteo. Requiere desatado del material suelto y cunetas de coronación.
191 + 465 -- 192 + 430	Depósitos coluvio-aluviales, en posición estable.
192 + 430 -- 192 + 660	Capas de areniscas de 15 a 80 cm. de espesor, con algunas intercalaciones de limolitas ferruginosas (Ki-g). Caídas a cuneta de bloques de areniscas por falla planar y vuelco. En general este tramo se presenta estable.
192 + 660 -- 193 + 020	Depósitos coluviales con algunas manifestaciones de caídas de material a la cuneta.
193 + 020 -- 193 + 284	Areniscas cuarzosas (Ki-g) con algunas manifestaciones de caídas de rocas a la cuneta.
193 + 284 -- 194 + 410	Depósitos coluvio-aluviales, estables.
194 - 410 -- 194 + 826	Calizas nodulares en lajas con algunas manifestaciones de caidas de bloques por falla planar. La actitud de las capas es desfavorable a su estabilidad.

194 + 826 -- 194 + 898	"Moderadamente crítico", caídas de bloques de calizas por falla planar con lutitas y margas que invaden parcialmente la vía
194 + 898 -- 195 + 048	Tramo de calizas, lutitas y margas y depósito aluvial de quebrada. En general se presentan estables.
195 + 048 -- 195 + 068	"Tramo" con avenida de huayco, afecta vía.
195 + 068 -- 195 + 200	Tramo "crítico" en corte cerrado, interesando una secuencia de intercalacines de margas, calizas y lutitas friables, con actitud desfavorable a la estabilidad, con buzamientos de 52 a 80 . Cuando ocurre interrupción del tráfico, se utiliza el tramo de la carretera antigua. Requiere cunetas de coronación, desquinchado del material suelto. °87).
195 + 200 -- 196 + 116	Tramo interesando calizas, lutitas y margas, depósitos coluviales y aluviales de quebrada. Eventuales caidas de materiales a cuneta.
196 + 116 -- 196 + 300	Tramo en corte cerrado, interesando estratos de calizas subhorizontales con algunas intercalaciones delgadas de margas, con buzamiento favorable a su estabilidad y cubiertos en la parte superior por depósitos coluviales que engloban bloques (gravas limo arcillosas con bloques). Durante las lluvias se originan caídas de material coluvial a la vía. El nuevo tramo (corte cerrado) en actual ejecución, presenta en general buenas condiciones de estabilidad.

CAPITULO IV

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS

4.1 Generalidades

Se refiere a todas las Investigaciones de Campo y Laboratorio necesarias para el análisis de estabilidad de taludes de suelo y roca, como la ejecución de excavaciones manuales , denominadas calicatas , trincheras ,evaluación geológica-geotécnica y ensayos de refracción sísmica, en los distintos tramos de la carretera en estudio.

4.2. Investigaciones de Campo

Estos consistierón básicamente en un levantamiento geológico de las zonas consideradas críticas y de aquellas que aunque sean de menor riesgo permiten comprender la geodinámica activante y definir sus medidas correctivas. El área a levantar tendrá hasta una extensión que permita la evaluación de la estabilidad del talud en estudio y permita definir las medidas correctivas. A partir de lo interior, se tiene que identificar el tipo de material constituyente del talud con su potencia estimada, presencia de agrietamientos y movimientos anteriores, para lo cual se requerirá realizar excavaciones manuales y/o trincheras en la mayoría de los casos; además, se deberá realizar el levantamiento geológico al detalle en cada una de estas zonas. En la Tabla N°11, se presenta un listado de las investigaciones.

En algunas zonas debido a la naturaleza del deslizamiento y a la magnitud e importancia del mismo, se requerirá investigación adicional, la cual consistirá en ensayos de refracción sísmica y eventualmente en lugares muy puntuales algunas perforaciones, esto último se ejecutaría en lugares en donde el tipo de roca y estructura proyectada lo requiera.

(Km 27+460, km 28+100).Finalmente, en la fase de campo desarrolladas, se inició investigaciones geotécnicas en los lugares senalados, cuyas características se presentan en la Tabla N°12.

4.3.. Investigaciones de Laboratorio

Con la finalidad de obtener la clasificación, propiedades básicas y parámetros de resistencia del suelo y roca, se ha programado ensayos estándar y especiales de estas muestras, que permitirán evaluar la estabilidad de los taludes en estudio. Las muestras alteradas e inalteradas de suelo y roca se ha extraído de las calicatas y/o trincheras ejecutadas y serán ensayadas de acuerdo a las normas ASTM. Así tenemos:

4.3.1 Ensayos Estándar

En suelo:

Se han programado ensayos granulométricos por tamizado, límites de Atterbegs y contenido de humedad en todas las muestras alteradas de suelo extraídas, con la finalidad de clasificarla según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). La totalidad de estas muestras (4) se han ensayado en el laboratorio de Mecánica de suelos instalado en la Ciudad de Pucará. En la Tabla N°13A se presenta un listado de las muestra ensayadas.

En roca:

Se han programado ensayos para determinar las propiedades básicas de la roca consistentes en ensayos de absorción, contenido de humedad, porosidad y peso específico principalmente, de muestras de rocas representativas. Estos ensayos se estan ensayando en el Laboratorio de Mecánica de Rocas de la Universidad Católica del Perú. En la tabla N°13B.

4.3.2 Ensayos Especiales

En suelo:

De las muestras inalteradas obtenidos de las calicatas de exploración que corresponden a los suelos más representativos de los existentes en el tramo 28+000 a 45+000 se han programado ensayos especiales para determinar la distribución granulométrica completa (mediante hidrómetro y tamizado), ensayos triaxiales, corte directo y compresión simple para determinar los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante tales como la cohesión y fricción de los suelos estudiados. (Tabla N°14A).

La distribución granulométrica completa proporcionará argumentos para identificar problemas de actividad expansiva del suelo e inferir su efecto sobre los probables estructuras correctivas de estabilidad y/o drenaje que se cimentarán sobre ellos. Los ensayos triaxiales realizados son del tipo consolidados no drenados (CU) los cuales permiten conocer los parámetros de resistencia en esfuerzos efectivos y totales; además los ensayos de compresión simple y corte directo nos permitirán tener mayores datos de resistencia del suelo

en condiciones no drenados y drenados respectivamente de una forma más rápida, mejorando nuestro conocimiento de la resistencia de los suelos existentes.

En roca:

Se han programado ensayos especiales de carga puntual y corte directo con la finalidad de conocer los valores de resistencia de compresión simple y resistencia al corte respectivamente; ambas pruebas son necesarias para la estabilidad de los macizos rocosos.

4.4. Características Cualitativa y Cuantitativa de los Macizos Rocosos

Con la finalidad de evaluar cualitativamente la estabilidad de los taludes rocosos y determinar cuantitativamente los parámetros de resistencia de los macizos rocosos característicos de la Carretera Olmos-Corral Quemado, se ha utilizado la metodología propuesta por Romana (1985) para lo cual se ha empleado el programa de cómputo RMR-SMR, desarrollado por HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA. Asi tenemnos:

4.4.1. Determinación del RMR-SMR

El RMR es un Sistema de Clasificación Geomecánica desarrollado en 1973 por el profesor Bieniawski, el cual fue modificado posteriormente en 1979, constituyéndose en un sistema de clasificación geomecánica de macisos rocosos de fácil uso y muy versátil. Algunos autores han realizado extensiones de esta metodología para fines específicos tal como Romana (1985) para aplicaciones en estabilidad de taludes rocosos.

Para la obtención del parámetro RMR y SMR, se requiere principalmente de seis (06) parámetros, asi tenemos:

1.-Resistencia a la Compresión Uniaxial del Material Rocoso (σ c).
2.-Designación de la Calidad de la Roca (RQD)
3.-Espaciamiento de Discontinuidades.
4.-Condición de Discontinuidades.
5.-Condición de Agua Subterránea.
6.-Orientación de Discontinuidades.

Todos estos parámetros se han evaluado en los distintos macisos rocosos considerados característicos de la carretera en estudio, para lo cual se ha utilizado la Tabla N°1 de donde se obtiene el valor de RMR-SMR.

Durante la etapa de reconocimiento de campo los taludes evaluados fueron los mas característicos en cuanto al tipo de roca y su riesgo a inestabilidad y para uniformizar criterios en cuanto a la obtención de datos de campo, se utilizaron las Tablas N° 2,3,4,5,6 y 7.

De acuerdo al valor de SMR obtenido se puede establecer en forma cualitativa el estado del talud rocoso (estable a muy inestable) y las medidas correctivas necesarias. Con los valores de RMR se puede obtener en forma cuantitativa valores de los parámetros de resistencia (cohesión y fricción), para su uso en diseño de taludes rocosos; adicionalmente, a partir del valor de RMR, se puede obtener valores del parámetro de deformación de deformación "Em" (Bieniawski, 1978; Serafín y Percira, 1983), parámetros de resistencia "m y s" (Hoeck y Brown, 1988) y algunas otras correlaciones con otros Sistemas de Clasificación (Sistema Q) de amplio uso.

Las salidas del Programa RMR-SMR se presentan en el Anexo II y un resumen completo de los resultados obtenidos para cada talud rocoso

evaluado se presenta en la Tabla N°8. Los parámetros de resistencia (cohesión y fricción) determinados son consistente con los valores encontrados en la literatura técnica especializada, por lo que serán utilizados en el diseño de taludes rocosos. En cuanto al estado del talud determinado estas estan de acuerdo a lo observado en campo por lo que se considera que esta metodología es aplicable para el análisis de otros taludes rocosos de la zona en estudio.

evaluación de la estabilidad de macizos rocosos. (Tabla N°14B).

CAPITULO V

ZONIFICACION GEOLOGICA-GEOTECNICA

5.1 Generalidades

En base a las condiciones ingeniero geológicas de los diferentes materiales (roca/suelo) que se encuentran expuestos a lo largo de los 196.3 Km de carretera, se ha podido zonificar la ruta en diferentes tramos ver planos (R1,R2,R3,R4,R5 Y R6), de acuerdo al grado de estabilidad que presentan los taludes comprometidos con la carretera. Estos tramos son los siguientes:

5.2 Zonificación Geológica-Geotécnica

5.2.1 Km 00 + 000 al km 18 + 000: En esta zona afloran rocas metamórficas consistentes de esquistos y filitas del Complejo Olmos, depósitos aluviales, depósitos coluviales y depósitos eluviales, no se observan problemas de estabilidad en los taludes y el riesgo de inestabilidad de taludes se consideran nulo a bajo.

5.2.2 Km 18 + 000 al Km 24 + 600: En esta zona aflora en toda la longitud de la carretera roca intrusiva de naturaleza tonalita-granodiorita que mayormente se presenta poco intemperizado, los cortes de la carretera tienen pendientes del orden 70°, y en épocas de lluvias esporádicamente se presentan caídas de bloques sueltos. El riesgo a inestabilidad de taludes se considera de bajo a mediano.

5.2.3 Km 24+ 600 al km 41 + 700: Esquistos y filitas muy metereorizados a descompuestas del Complejo Olmos (Pe-co) y depósitos coluviales, eluviales y aluviales de quebrada.

5.2.4 Km 41 + 700 al km 54 + 500: Esquistos, rocas volcánicos oyotún, volcánicas porculla y rocas hipabisables andesíticas, depósitos coluviales, etc.. Los taludes presentan en general moderada a precaria estabilidad y con sectores de taludes estable.

Los fenómenos de remosión en masa consisten en derrumbes, deslizamientos, caídas de rocas, etc.

Los sectores considerados críticos, que ocasionan interrupción de la vía están localizados en las progresivas: km 44+865 - km 45+020, km 46+730 - km 46+815, km 47+350 - km 47+467, km 50+420 - km 50+680, km 50+925 - km 51+020, principalmente este tramo se considera de riesgo moderado a alto, con sectores críticos muy localizados.

5.2.5 Km 54 + 500 al km 61 + 000: Rocas metamórficas constituídas por esquistos muy meteorizados a descompuestos, depósitos coluviales y aluviales de quebrada. Los taludes involucrados por la carretera presentan en general estabilidad precaria a moderada, con tramos estables.

Los fenómenos geodinámicos identificados consisten en deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos de lodo y/o huaycos, etc., que en muchos casos interrumpen el tráfico vehícular; por ejemplo en las progresivas: km 27+800 - km 28 + 050, km 31+120 - km 31+180 ("Zapote 1"), km 34+725 - km 34+975 ("Pistolerito"), km 38+100 - km 38+110, km 39+912 - km 40+100, km 41+683 - km 41+700 principalmente.

Tramo con riesgo a inestabilidad de taludes es a medio a elevado, con sectores críticos.

ocurren consisten en deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, avenidas de huaycos de quebrada, etc..

Este tramo se puede calificar como de riesgo alto a muy crítico; los sectores que ocasionan interrupción del tráfico vehícular están localizados en las progresivas: km 57+100 - km 57+200, km 58+230 - km 58+300, km 58+540 - km 58+620, km 58+930 - km 59 + 070.

5.2.6 Km 61 + 000 al km 70 + 000: En esta zona se presentan rocas metamórficas del Complejo Olmos, formación salas y muy lozalizadas del volcánico porculla; estas rocas parcialmente esta cubiertas por depósitos coluviales y eluviales que durante las épocas de lluvias precipitan a través de las quebradas, que forman acumulaciones de conos de deyección denominados aluviales de quebrada (Q - al (q)), que interrumpen la carretera, entre los Km 61 + 000 al 66 + 500, este fenómeno se agrava puesto que el lecho del río Hualapampa por permanecer mayormente seco es una zona de sedimentación y en algunos sectores al nivel del cauce se encuentra a nivel de la carretera (km 63+000), el riesgo se considera elevado con tramos críticos.

5.2.7 Km 70 + 000 al km 85 + 650: En esta zona el trazo de la carretera corta mayormente rocas metamórficas del complejo olmos, los cortes de la carretera son elevadas (60 a 80 m.) y en los sectores donde el buzamiento de la esquistosidad es en favor de la pendiente se presentan deslizamientos de planchas a tráves de los planos de esquistosidad, muchos de estos deslizamientos ya han ocurrido pero sin alcanzar el perfil de equilibrio por lo que durante las temporadas de lluvias se manifiestan con caídas de material medio y grueso a la carretera.

En esta zona el riesgo se considera de mediano a alto con algunos sectores localizados de riesgo crítico.

5.2.8 Km 85 + 650 al km 90 + 000: Esta zona se caracteriza por presentar afloramiento de rocas volcánicas fracturadas e imtemperizadas, la carretera presenta cortes elevados y en épocas de lluvias ocurren caídas de bloques el riesgo se considera medio a elevado.

5.2.9 Km 90 + 000 al km 127 + 500: Depósitos aluviales de terrazas aluviales de quebrada coluviales y rocas volcánicas oyotún.

Los taludes involucrados por la carretera se presentan en general estables con algunos sectores rocosos muy localizados donde ocurren desprendimientos de bloques y pequeños derrumbes; por otro lado en algunos cruces de quebradas suceden avenidas de huaycos que invanden la plataforma de la vía.

Este tramo se puede calificar como de riesgo medio a bajo.

5.2.10 Km 127 + 500 al km 144 + 000: Esta zona la carretera consta de depósitos aluviales, coluviales y rocas volcánicas hipabisables cuyos taludes se mantienen estables con excepción de algunos tramos localizados donde ocurren caída de bloques en épocas de lluvias como son: km 129+300; km 137+200 y cortes restos en rocas volcánicas como las del km 142+000 al km 143+300, el riesgo se consideran bajo a medio.

5.2.11 Km144 + 000 al Km153 + 000: En este sector la carretera corta rocas sedimentarios consistentes de calizas, margas y areniscas cuyas posiciones estratigráficos favorecen la estabilidad, algunos sectores la carretera cortan depósitos aluviales y coluviales que presentan poco corte, y que en épocas de lluvias presentan caídas de bloques. El riesgo se considera medio con algunos tramos elevados.

5.2.12 Km 153 + 000 al km 160 + 000: En esta zona la carretera mayormente corta afloramientos de la formación quilquiñan que se caracteriza por ser mayormente lutáceo, también corta depósitos coluviales y aluviales.

En esta zona se presentan dos (2) tramos cuya estabilidad de taludes se consideran crítico y esta relacionados con los lutitas del grupo Quilquiñan y se ubican en los Km. 153 + 500 a 153 + 800 donde se observa caída de bloques que interrumpen la carretera.

El otro sector crítico es el del 156 + 500 al 156 + 800 donde el río Chamaya ha erocionado la base de la carretera afectando la plataforma.

El resto de la zona se considera de riesgo elevado a medio.

5.2.13 Km 160 + 000 al km 172 + 200: Areniscas, limolitas y lutitas del grupo Goyllarisquizga (Ki-g), volcánicos Oyotún (J-vo), depósitos coluviales, aluviales de quebrada, etc. Los taludes en general se presentan con baja a moderada estabilidad y muy localmente con precaria estabilidad.

Los fenómenos de remosión en masa consisten principalmente en derrumbes y huaycos de ladera, que en ciertos casos interrumpe el tráfico vehícular, por ejemplo en progresivas km 163+050 - km 163+285, km 168+570 - km 168+650; km 170+950 - km 171+000.

Este tramo se pude calificar como riesgo moderado a alevado.

5.2.14 Km 172 + 200 al km 177 + 140: Areniscas calcáreas, calizas, lutitas margas de las formaciones: inca-chule, Pariatambo y Quilquiñán. Presentan taludes con estabilidad baja a moderada con ocurrencia de caídas de rocas por falla planar, vuelco y cuña. Este tramo se puede calificar como riesgo medio a elevado.

5.2.15 Km 177 + 140 al km 190 + 000: Lutitas, margas y calizas de Quillquiñán. Las lutitas y margas por descomposición han originado en muchos casos suelos arcillosos y plásticos que han desestabilizado los taludes ocasionando interrupciones del tráfico vehícular, como el ocurrido en la progresiva km 177+140 - km 178+117 el día 17/2/96. Estas interrupciones se producen principalmente en los cortes cerrados.

Los taludes involucrados por la carretera presentan en general estabilidad precaria a baja y moderado en tramos cortos.

Tramo de riesgo a inestabilidad de taludes muy elevado a moderado.

5.2.16 Km 190 + 000 al km 196 + 300: Calizas, lutitas y margas de la formación Pariatambo (Km-p) y areniscas cuarzosas (Ki-g).

Los taludes se presentan en general con moderada a baja estabilidad, con ocurrencia predomienante de caídas de rocas y algún sector crítico en corte cerrado (195+068 - 195+200).

Este tramo se pude clasificar como de riesgo bajo a moderado.

CAPITULO VI

PROBLEMAS GEOTECNICOS OBSERVADOS

En la Carretera Olmos-Corral Quemado, se han observado una serie de problemas geotécnicos que están afectando a la carretera, los cuales están relacionados con fenómenos de inestabilidad de taludes tales como es el caso de deslizamientos y derrumbes cuyos efectos sobre la vía van desde la colmatación de cunetas a interrupción temporal del tráfico vehicular; además, se presentan problemas de flujo de material poco consolidado en zonas de quebradas con aporte variable de material (huaycos) que por lo general impiden el normal tránsito vehicular. Finalmente, se presentan tramos con erosión de la plataforma de la vía, debido a un flujo superficial incontrolado y/o debido al poder erosivo de los ríos adyacentes y/o quebradas que atraviezan la vía y muy frecuentemente se observan hundimientos asociados a estructuras de retención (muros de contención) y drenaje (alcantarillados) mal diseñados y/o construidos. Finalmente y en forma más puntual se presentan problemas de sedimentación .

6.1 Deslizamientos, Derrumbes y Flujos de Material

Los principales fenómenos de geodinámica externa que afectan a la carretera Olmos-Corral Quemado, son los deslizamientos, derrumbes y flujos de material detrítico, los mismos que han causado los principales daños y paralización de tránsito vehicular temporalmente. Estos fenómenos se activan en épocas de lluvias al actuar sobre taludes de corte en materiales rocosos muy fracturados y alterados, y en suelos residuales, todos estos con pendientes mayores a las recomendadas en los códigos de construcción y con alturas de corte considerables.

6.1.1 Deslizamientos

Se trata del movimiento de material del talud atraves de superficies de fallas con desplazamientos rotacionales, traslacionales o una combinación de ambos. Este fenómeno ocurre en gran parte de la carretera, pero en distinta magnitud, según el tipo y volumen de material involucrado.

La totalidad de los deslizamientos considerados críticos corresponden a deslizamientos complejos, es decir son una combinación de movimientos rotacionales, traslacionales y derrumbes inclusive. Los más caracteristicos son los siguientes:

Km 27+850 a 28+050: en este tramo se evidencia el deslizamiento más grande y más masivo de toda la carretera debido a que está en pleno movimiento y por la gran cantidad de material involucrado (> 500,000 m^3) puede provocar interrupción del tránsito vehicular por tiempo prolongado. Se trata de un talud de suelo residual y roca altamente imtenperizada del tipo metamórfico, que se desplaza sobre roca metamórfica de mejores condiciones a profundidades no determinadas. Este talud de corte se activó durante la construcción de la carretera por el mal empleo de explosivos. La solución en este sector es plantear una variante, mediante un túnel o puente y descartar la posibilidad de tratar este talud.

Km. 31+100 a 31+200: se trata de un deslizamiento de material residual y roca metamórfica muy fracturada y alterada el cual se ha activado por la ejecución de un corte cerrado originando taludes de mas de 100 m. y pendiente elevada. El problema de este derrumbe radica en que el talud se está desestabilizadon progresivamente y puede comprometer la plataforma superior (km 34 + 035). La solución definitiva en esta zona será realizar una variable, rellenar el

pié del talud en movimiento y diseñar un sistema de drenaje en la corona del deslizamiento.

Km 35+800 a Km 37+800: Se trata de un deslizamiento de grandes proporciones de suelo residual de naturaleza arcillosa y fragmentos rocosos metamórficos, este se ubica en las inmediaciones de la localidad de Limón y se trata de un movimiento lento el cual ha evidenciado activación en varios sectores ocasionando hundimiento de la plataforma tal como ha ocurrido en el km 35+880, 36+120 y km 37+100 a 37+300. En este tramo será necesario hacer un monitoreo permanente y diseñar un sistema de drenaje que evite que el agua acelere este movimiento). En este tipo de material se pueden aplicar técnicas de revegetación.

Km 40+000 a 40+150: Se trata de un deslizamiento rotacional de un talud de suelo residual de naturaleza arcillosa y en profundidad se presenta roca metamórfica en distintos grados de alteración. Este tipo de derrumbe es típico entre el km 38+000 a 40+500. Este derrumbe podrá aminorar sus afectos realizando un sistema de banquetas, mejoramiento de la geometría del talud superior y diseñando sistemas de drenaje adecuados. En estos taludes se pueden utilizar técnicas de revegetación.

Km 57+050 a 57+150: Se trata de un talud de corte de material coluvial y roca metamórfica muy fracturada poco consolidada en el caso de los taludes superiores y en los taludes inferiores es material de relleno mal compactado. Este tipo de talud ha ocasionado numerosos hundimientos de plataforma entre el km 48+00 a 50+500 por lo que será necesario evaluar la profundidad de la superficie de falla y realizar las medidas correctivas necesarias los cuales consistirán principalmente en disminuir el momento desestabilizador

el cual se consigue quitando material del talud superior y mediante mejoramiento de la geometría y aumento de peso hacia el pie del talud .

Km 177+200 a 178+200: En este sector se presentan taludes de corte cerrado menor de 25 metros y Bz 65° en estratificaciones desfavorable para la estabilidad del talud (Buzamiento 20°) con estratificaciones de lutitas y marga, principalmente. Los deslizamientos en este sector se han activado después de las lluvias del año 83 y luego de ocurrido un evento sísmico. En la actualidad la presencia de cunetas de coronación no revestidas a activado nuevos deslizamientos. Para este tramo será necesario mejorar la geometría mediante un perfilado y sistema de banquetas, quitando en lo posible el empleo de cunetas de coronación debido a la presencia de suelos expansivos

Km 187+100 a 187+300: En este sector se presentan taludes de corte mayores de 80 m. con taludes de corte de 80° y estratificación de las calizas y lutitas sub-horizontales. Este tipo de estratificación con buzamiento variable es típico desde el Km 150+000 en adelante en donde la alternancia de lutitas, calizas y margas varía. En este terreno debido a la gran altura del talud será aconsejable hacer trabajos de desquinche y alejar el alineamiento de la vía preferentemente.

6.1.2 Derrumbes y caída de bloques

Los derrumbes consisten en desprendimientos de masas de material de un talud sin presentar una superficie de falla definida, lo que será frecuente en taludes de material principalmente metamórfico y en zonas de depósitos coluviales; es decir, en donde no hay planos de

estratificación definido. En el tramo con progresiva km. 60+000 a 150+000 predominan los derrumbes tal como en el km 80+300 y caída de bloque tal como se aprecia entre el km 53+500 y 151+200, respectivamente. Las caídas de bloques ocurre a lo largo de todo el tramo en estudio en donde existen taludes de corte con material fracturado y/o coluvios con matris deleznable.

Cuando se presentan derrumbes solo es posible un mejoramiento de la geometría del talud involucrado y en el caso de caída de bloques solo es posible mantenimiento del talud y de la vía.

6.1.3 Flujo de Material Detrítico

Este tipo de deslizamiento ocurre en zonas de quebradas con abundante material detrítico y/o de escombros de aporte que se encuentran poco consolidados que al pasar a una condición saturada crea un flujo rápido de material.

Este tipo de problema es muy crítico en algunos sectores en donde abunda mucho material suelto tal como ocurre en el tramo con progresiva km 60+000 a 70+000 (km68+820) los cuales paralizan el tránsito vehícular en varios puntos simultáneos de la vía y ocacionan problemas de erosión de plataforma generalmente. En forma aislada, también ocurren flujos de material en otros sectores pero con aporte de material menor a excepción del que ocurre en el km 41+650 .

Cuando se presentan estos flujos de material, lo más aconsejable será diseñar Badenes con muros de contención si la topografía y el flujo de agua circundante lo exigen.

6.2 Erosión de Plataforma

Los problemas de erosión de la plataforma de la carretera en estudio ocurren debido a un proceso de erosión de la sub-rasante, la cual está constituida generalmente por material de relleno poco consolidado y sin protección ó por depósitos de suelo suelto y roca delesnable, activado frecuentemente por un flujo incontrolado del agua de escorrentia superficial. Así tenemos:

6.2.1 Erosión por flujo superficial a nivel de plataforma

Este tipo de erosión se debe a que durante épocas de intensa precipitación, el agua de lluvia circula no solo en los taludes, sino que suele circular en la misma plataforma debido principalmente a la inexistencia de cunetas en la plataforma; lo anterior, condicionado a la presencia de montículos de material proveniente de derrumbes anteriores o recientes dejados a un lado de la vía obstaculiza el paso del agua condicionando que discurra en zonas no previstas, constantemente creando tramos con evidente erosión de plataforma. Este problema se agrava mas en zonas d e relleno mal compactado, tal como ocurre en el km 026 + 510 por ejemplo y en zonas de depósitos naturales de suelo poco consolidado (km 45+630). En estos casos deberá restituirse el talud erosionado, debidamente compactado y/o construirse muros de contención, si el talud es muy inclinado y de gran altura.

En otros casos el flujo de agua circula a nivel de la plataforma, erosionando los bordes o zonas de contacto entre el relleno y la estructuras existentes, ya sea muros de contención o alcantarillas debido a que el suelo que circunda estas estructuras, están por lo general mal compactadas ,que se ubican en los Km. 7+400 y 37+600. Esto se soluciona compactando adecuadamente el material

de relleno circundante, evitando el flujo incontrolado a nivel de plataforma y diseñando adecuadamente las estructuras de alcantarillado y muros de contensión.

6.2.2 Erosión en zona de paso de quebradas

Los problemas erosivos más comunmente encontrados, se debe al paso de flujos de material no consolidado, huaycos y/o falla en el diseño de la estructura de drenaje (alcantarillas y badenes, principalmente). (km. 57+660) se aprecia el paso de la vía en un zona de quebrada, en la cual no se previó la colmatación de material y falla de la alcantarilla, por lo que en la actualidad será necesario construir un badén con su muro de contención, (km 56+850). Como regla general en la zona de paso de huaycos, se deberán construir badenes con muros de contención, esto último estará en función de la pendiente del talud inferior, es decir que cuando la pendiente es suave (<15°) en una longitud mayor de 15 m solo será necesario un badén al cual se le deberá realizar labores de mantenimiento vial, principalmente. En el km. 68+820 y km. 69+450, se encuentran pasos de quebradas que ocasionan serios problemas de erosión a la vía y en donde se requerirá no solo badén y muro de contención, sino un tratamiento de la quebrada. En otras circunstancias, solo discurre agua por los badenes, por lo que con mayor razón será necesario un muro de contención hacia el lado externo del badén que evite una erosión regresiva.

Otro grupo importante de problemas erosivos en paso de zonas de quebradas, se debe al mal diseño de alcantarillas, sobre todo aguas abajo de las mismas , debido a la ausencia de una canaleta de desagüe que evite una erosión talud aguas abajo de la alcantarilla, lo cual a su vez desestabiliza la estabilidad de la alcantarilla, creando

un posterior problema de erosión y hundimiento de la plataforma, tal como ocurre en el km. 47+800 entre muchos otros.

6.2.3 Erosión por flujos de ríos y/o quebradas

Estos procesos de erosión ocurren por el aumento del caudal de los ríos y quebradas, específicamente en zonas con mucho acercamiento a la plataforma de la carretera y en donde existen tramos con relleno y/o sin protección.

Los problemas más serios se localizan en km. 106+400 en donde el río Chamaya hace un cambio de dirección, por lo cual es el punto de máxima erosión. En este lugar será necesario defensa ribereña con sistema de gaviones y/o muros de contención.

Además, existen tramos que debido al acercamiento del río Huancabamba a la plataforma en donde existen depósitos de suelo y roca erosionables (esto se aprecia en el km. 98+600 a 99+000, , debe hacerse defensa ribereña. El río Chamaya crea problemas erosivos importantes en el km. 156+600 ,en roca caliza y lutitas deleznables y en los Km 168+000 y 167+200, sobre material coluvial poco consolidado desestabilizando la plataforma y originando hundimientos en la vía.

6.2.4 Erosión asociada a problemas de sedimentación

Este tipo de problemas es más localizado y se produce principalmente entre el km 60+400 a 64+000 debido al aporte de material de las quebradas adyacentes lo cual obliga en época de lluvia, que el agua que discurre por la quebrada, que viene desde el

Abra de Porculla circule al lado de la plataforma creando problemas de erosión moderados en este tramo

6.3 Sedimentación a Nivel de Plataforma

Los problemas de sedimentación se restringen a las zonas en donde existe material de aporte en abundancia como ocurre desde el kilómetro 60+000 a 90+000 principalmente, debido a la presencia de roca metamórfica del tipo filita muy fracturada e inestable; sin embargo, los tramos de carretera que se ven afectados por este fenómeno se concentran entre el km 60+000 a 64+000 debido a la proximidad del nivel de plataforma (<3m.) al nivel actual de sedimentación. se encuentra el punto más crítico Para estos tramos será necesario elevar el nivel actual de la rasante de la carretera.

6.4 Hundimientos en la Plataforma de la Vía

Los problemas de hundimiento y fisuras en la plataforma de la carretera Olmos-Corral Quemado, están relacionadas a la activación de deslizamientos de los taludes y en la mayoría de los casos, están relacionados a la existencia de estruturas de retención (Muro de contensión), de drenaje (Alcantarilla) y zona de rellenos mal compactados que experimentan desplazamiento.

6.4.1 Hundimientos relacionados con activación de deslizamientos

Normalmente cuando se tienen taludes de corte inestables, estos experimentan un movimiento lento o rápido que involucra al talud superior e inferior, sobre el cual está la plataforma de la carretera, se presentan agrietamientos y hundimientos de longitudes y desniveles variables. Este fenómeno se presenta por lo general entre la

progresiva Km 026+500 a 78+000, debido principalmente a que los taludes, debajo de la plataforma, tienen alturas considerables > 30 m. en roca muy fracturada y alterada, y además en muchos de los casos, la sub-rasante son materiales de relleno mediano a poca compactados.

En el (km 57+050) se evidencian agrietamientos que atraviesan la plataforma con hundimientos > de 50 cm. accionados por deslizamientos del talud. Este tipo de fenómeno se evidencia de manera crítica desde el Km 35+800 a 40+700, lugares en donde se presentan suelos residuales muy inestables, y desde el Km 48+000 a 58+500 en donde predominan rocas filíticas muy descompuestas. En ambos casos el problema es notorio por cuanto la plataforma descansa sobre rellenos mal compatados provenientes de los taludes de corte en la fase construtiva de la carretera actual.

En estos casos la única solución consiste en estabilizar el talud, mejorando la geometría del talud mediante perfilado de mismo, banquetas, evitando la filtración de agua mediante cunetas de coronación, recompactando la plataforma y estabilizando de ser posible el talud inferior.

6.4.2 Hundimientos relacionados con la presencia de estructuras

Casi la totalidad de los tramos de carretera, en donde se ubican Muros de Contención con o sin alcantarillas, y en donde existen sólamente alcantarillas en zonas de quebradas con presencia de flujo de agua, se han producido hundimientos de la vía.

En el (km 30+500) se aprecia un sector hundido de plataforma coincidente, con la presencia de muros de contención, para este tipo

muy frecuente de falla se ha verificado la presencia de material de relleno suelto en el respaldo del muro, en estado muy húmedo. De todo esto se considera que ocurre debido a errores de diseño, por cuanto al estar estas estructuras en zonas de quebradas, en donde fluye agua, esta logra saturar al material de relleno en estado suelto, creando un reacomodo del material favorecido por el tránsito vehicular; además, este material de relleno al saturarse aumenta su peso y si consideramos que estos muros de contención no han considerado en sus diseños drenes para evacuar el agua acumulada, originando un empuje adicional sobre el muro, por lo que en muchos casos se evidencian muros inclinados.

En el caso de alcantarillas, el material de relleno entre la estructura y la plataforma de la vía, se encuentra mal compactado y al no haber ninguna obra de retención de este material y existiendo la presencia de flujos de agua y tráfico vehicular, crea hundimientos aprecia en la (km 38+000).

En estos casos la solución correcta es diseñar siempre alcantarillas con muros de contención que tengan un sistema de drenes, que impida la acumulación de agua y el material de relleno debe estar bien compactado.

CAPITULO VII

EVALUACION DE NIVELES DE RIESGO A INESTABILIDAD DE TALUDES Y SOLUCION A PROBLEMAS GEOTECNICOS

7.1 Evaluación del Nivel de Riesgo

La evaluación del nivel de riesgos supone la posibilidad de que ocurra una inestabilidad de un talud, el cual estará en función de los parámetros más determinantes en su estabilidad tal como la topografía, volumen en movimiento, la velocidad con que se desarrolla el fenómeno (el cual depende de la pendiente del talud, forma de la superficie de rotura y propiedades físicas de los materiales, principalmente) y los daños que puede ocasionar (humanos y materiales).

En el presente trabajo se han definido los niveles de riesgo bajo, mediano, elevado y muy elevado los mismos que se han establecido en tablas de síntesis que permiten en forma fácil y rápida establecer el nivel de riesgo en que se encuentra el talud (Tabla N°15). A partir de esta información y principalmente con las observaciones en campo se ha determinado para toda la carretera en estudio los niveles de riesgo según aparece en los Planos R1, R2, R2 , R4,R5 Y R6.

Los niveles de riesgo encontrados en la Carretera son los siguientes:

7.1.1 Riesgo bajo:

Esta constituído por todos aquellos taludes que representan poco peligro para la carretera; es decir, se espera que de ocurrir un deslizamiento y/o

derrumbe no va a afectar más allá de las cunetas o bermas de la carretera, pudiendo inclusive colmatarlas pero en nigún caso causaría daños humanos y permitirá siempre el normal flujo del tránsito vehícular liviano y pesado. En los planos elaborados se representa de color amarillo.

Los taludes con este riesgo son por lo general taludes de corte < 10 m. en roca volcánica, sedimentaria, metamórfica y/o depósitos coluviales e inclusive zonas casi planas a planas, que por la pendiente del talud y el material constituyente se consideran estables. En general para los taludes con este nivel de riesgo no será necesario ninguna medida correctiva solamente será necesario labores de mantenimiento de cunetas y/o obras de alcantarillado.

Según lo anterior desde el km 0+000 a km18+000 prácticamente casi la totalidad corresponden a taludes estables con riesgo bajo de depósitos coluviales y metamórficos.

A partir el km 95+000 al km 102 se vuelven a presentar tramos con taludes de riesgo bajo principalmente siendo taludes en coluvio y roca volcánica de poca altura y estable, desde el km 108+000 a 137+000 se presentan tramos con riesgos bajo conformado principalmente por depósitos coluviales y terreno de cultivo en donde existen algunos pocos tramos con mayor riesgo. En el resto del tramo se presentan en forma alternada con tramos de riesgo variable caracterizándose por presentar taludes en coluvio y aluviales de poca altura.

7.1.2 Riesgo Medio:

Este bajo esta denominación todos los taludes que representan un peligro moderado para la carretera; es decir, que de ocurrir deslizamientos compromete no más de una vía o en todo caso permite el tránsito vehícular. Se considera además que las caídas de bloques de mediana a pequeña

proporción se incluyen en estas zonas. Esta zona se presenta de color verde en los planos respectivos. Los taludes que presentan este tipo de riesgo por lo general presentan taludes de corte entre 10 y 35 m. y están constituidas por rocas volcánicas fracturada y moderadamente alteradas, roca filítica de poca altura y pendiente moderado y/o coluvios o rocas sedimentarias de poca altura y moderado grado de alteración. En general para este tipo de taludes con este nivel de riesgo será necesario labores de mantenimiento del talud y un mantenimiento vial.

Según lo anterior se puede apreciar que desde el km 18+000 a 34+000 se trata de un tramo de riesgo moderado en el cual se observa mucho caida de bloques y derrumbes; sin embargo existen tramos específicos en donde ocurren deslizamientos muy críticos y otros de riesgo elevado; como ocurre en el km 28+000 y 31+200, principalmente.

Luego desde el Abra de Porculla (km 46+400) a el km 55+000 se presentan menos frecuentes y más alternados con tramos de riesgo elevado a muy elevado. Los taludes en este tramo son de roca metamórfica principalmente.

A partir del Km 85+000 en adelante se presentan taludes con este tipo de riesgo alternándose con tramos de riesgo bajo principalmente conformado por rocas volcánicas, coluvios de calizas y taludes de roca sedimentaria de caliza y lutita principalmente.

7.1.3 Riesgo Elevado

Está constituído por todos aquellos taludes que representan peligro elevado para la carretera; es decir, que de ocurrir un deslizamiento y/o derrumbe importante no sólo obstaculizará el tránsito vehícular sinó que puede dañar las estructuras tales como cunetas, alcantarillas, la plataforma y principalmente puede cubrir la totalidad de la vía obstaculizando el tránsito vehícular. En los planos elaborados esta zona se presente color naranja.

Los taludes con este riesgo son por lo general taludes de mayor altura (40-70 m.), buzamiento elevado (50-80°) estando constituídos por rocas volcánicas muy fracturados y alteradas coincidiendo con zonas de contactos; en otros casos se tratan de rocas filíticas muy disturbadas y estratificaciones de caliza y marga. En general para los tramos con este tipo de riesgo no sólo se requerirá las labores normales de mantenimiento vial si no que será necesario realizar medidas correctivas de carácter general que no requieran investigaciones detallados para su solución definitiva.

Según lo anterior a partir del km 35+000 hasta el Abra del Porculla se tienen principalmente taludes con riesgos elevados con la característica que los suelos encontrados son más arcillosos y con un clima húmedo a sub-húmedo.

Desde el Abra de Porculla hasta el km 55+000 se presenta una alternancia de tramos de riesgo variable (principalmente elevado) por ser un tramo que tiene poco más de 10 años de construidos y los taludes están en proceso de estabilización.

Desde el km 55+000 a 84+000 es un tramo casi por completo de riesgo elevado debido a que los taludes de corte son principalmente filíticos muy disturbados y también por que son trazos de carretera más recientes (55+000 a 61+000 y 71+000 a 90+000).

Luego estas zonas con riesgo elevado se presentan en forma aislada con longitudes no muy extensas hasta el km 173+000, a partir del cual se presentan taludes de rocas sedimentarias de estratificaciones de caliza y marga que son muy inestables hasta el km 179+000, aproximadamente. De aquí en adelante son muy puntuales las zonas de riesgo elevado.

7.1.4 Riesgo muy Elevado o Crítico:

Estos tramos están constituídos por todos aquellos taludes que se encuentran en estado muy crítico, con evidencia de activación y que representan un serio problema para la carretera; es decir, que de ocurrir un deslizamiento y/o derrumbe dañará las estructuras tales como cunetas, alcantarillas, carpeta asfáltica y principalmente cortará el tránsito vehícular por un tiempo prolongado. En los Planos presentados esta zona se presenta de color rojo.

En general los tramos de riesgo muy elevado son los sectores más críticos de los tramos con riesgo elevado, por lo que casi siempre se les encuentran contiguas. Para los taludes con riesgo muy elevado que requerirá de investigaciones de detalle que definan soluciones específicos en estos tramos, que a su vez permitan dar soluciones más generales en los demás tramos de menor riesgo.

La mayor concentración de zonas con riesgo muy elevado se encuentran desde el km 28+000 a 84+000 en donde fundamentalmente predominan suelos residuales muy inestables y rocas metamórficas muy fracturadas. En el resto de la carretera pero a partir del km 153+000 en adelante, en donde predomina menor frecuencia de roca sedimentaria con estratificaciones de caliza y margas, principalmente.

7.2 SOLUCIONES A PROBLEMAS GEOTECNICOS

7.2.1 Consideraciones Básicas

Luego de identificados los tramos y/o lugares en los cuales los taludes se encuentran inestables, con niveles de riesgo de elevado a muy elevado (ver tabla N° 9 y N° 15) se elaboro los planos geológicos geotécnicos a escala 1/10000 (R1, R2, R3, R4, R5 Y R6) en los cuales se puedo identificar al fenómeno, describiendo el tipo de actividad geodinámica (deslizamiento, derrumbe, flujo, erosión, etc.) Su magnitud, tipo de materiales (afloramiento rocoso y/o depósitos inconsolidados) que están comprometidos directa o indirectamente con este. seguidamente se realizaron investigaciones de campo consistentes en la ejecución de calicatas y trincheras de exploración con la finalidad de identificar el tipo de suelo y/o roca, presentes en el área y obtener muestras para su descripción. En algunos casos se hicieron ensayos de laboratorio para obtener parámetros de resistencia y consolidación, tales como ensayos de corte directo, comprensión simple, consolidación y expansión controlada en el caso de muestras de suelos y la obtención de propiedades físicas y químicas (densidad, abrasión, peso específico, carga puntual y corte directo) en el caso de muestras de rocas. Para determinar el contacto suelo-roca, se realizaron los ensayos de refracción sísmica (tabla N 16). También con la ayuda de la "Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso" aplicado al talud (Anexo A); se evaluó el comportamiento geomecánico en los diferentes afloramientos rocosos, tomando como característica principal la resistencia de la roca intacta, el grado de fracturamiento y el número o distribución de las discontinuidades presentes, que aplicados al programa SMR.BAS, se obtuvo como resultado el tipo y clase de roca, así como el estado, la estabilidad, el tipo de fallamiento y las medidas correctivas del talud de modo tentativo (Anexo A).

7.2.2 Soluciones Geotécnicas en Zonas Críticas

Basado en las consideraciones ya hechas anteriormente, se estudió las soluciones geotécnicas de detalle, teniendo como fundamento el tipo de fenómeno que ocurre en el talud, su ubicación, inclinación, altura, los materiales que lo conforman, las causas de evolución, los problemas que puede generar y los antecedentes que presenta, para posteriormente dar un tratamiento de solución a los lugares que están afectados por procesos geodinámicos, los que pueden tratarse de deslizamientos (traslacional, rotacional, compuesto), derrumbes (caída de rocas), flujo aluvional de quebrada, erosión, etc.

Como resultado de los análisis efectuados se han determinado posteriormente las medidas correctivas convenientes para cada tipo de fenómeno tales como drenajes al pie del talud, gaviones, muro de contención, sellado o impermeabilización de grietas o zanjas, tendido de talud, banquetas, desquinches, falso túnel, pontones, badenes, corrimiento del eje carretero o variantes, puentes, etc. las soluciones adoptadas han sido elaboradas teniendo en cuenta las Normas Peruanas para el diseño de carreteras. En el Anexo B se detallan las soluciones geotécnicas en zonas críticas, tomando en consideración los fenómenos de riesgo elevado a muy elevado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las unidades Lito-estratigráficas que se muestran en nuestra carretera en estudio abarcan desde el precambriano hasta el cuaternario reciente, que a continuación detallaremos:

   - Esquistos cortados por venillas de cuarzo del Complejo Olmos (P∈-co)
   - Filítas pelíticas (pertenecientes a la formación Salas (Pi-s)
   - Piroclastos y derrames de composición Andesítica del Volcánico Oyotun (J-vo)
   - Lutitas, cuarcitas, tobas y conglomerados de la formación Tinajones (Jki-t)
   - Areniscas y cuarcitas del Grupo Goyllarisquizga (ki-g)
   - Areniscas Calcáreas, lodolitas, margas de las formaciones Inca Chulec (ki-i,ch)
   - Lutitas bituminosas y calizas de la formación Pariatambo (Km-p)
   - Caliza, Margas y lutitas del grupo Pulluicanas (km-pu)
   - Lutitas y Margas pertenecientes al Grupo Quilquiñan (km -q)
   - Tobas andesíticas y Ríolitos del volcánico porculla (Ts-vp)
   - Depósitos Eluviales (Q-e)
   - Depósitos Coluviales (Q-co)
   - Depósitos Aluviales de Quebrada (Q-al (q))
   - Rocas intrusivas de naturaleza Tonalita-Granodiorita (Kt-g)
   - Hipabisales de naturaleza andesítica (Tim)

2. Los problemas de inestabilidad que son considerados como muy elevado, suceden generalmente ante la presencia de los afloramientos de Esquisto y filitas del complejo Olmos y las filitas del grupo Salas.

3. Los fenómenos de geodinámica externa están relacionados principalmente a derrumbes, deslizamientos huaycos, caída de rocas, flujos aluvionales, etc.

4. Para los tramos considerados como niveles de riesgo de elevados a muy elevados, se recomienda las siguientes medidas correctivas.

km 24+800 a km 25+000:	Para el tramo km 24+820 a km 24+860 Cuneta de coronación indicada en la cota 1090 Reforestación de zonas afectadas en 2,800 m2 Empleo de 2-3 banquetas para sostener el material de caída
km 27+000 a km 29+000:	Cuneta de coronación y de plataforma de vía. Mejoramiento de la geometría del talud superior (banquetas) Corrección por elementos resistentes (Muro de contención)
km 30+180 a km 30+440:	Cunetas de coronación revestidas, por encima de la escarpa principal con drenes que desfoguen en quebradas laterales. Construcción de baquetas en el talud de acuerdo a las Normas peruanas en el km 30+350 a m 30+440 y desplazamiento del eje de carretera. Muro de contención en el tramo km 30+1400 a km 30+430 Reforestación.
km 30+920 a km 31+240:	Cunetas de coronación con desfogue en quebradas laterales. Variar el eje de la vía tomando como base la carretera antigua y proteger el talud inferior contra la erosión del río y/o corrigiendo el cauce del río para evitar el meandro existente. Reforestación de ladera.
km 33+070 a km 33+280:	Cuneta de coronación revestida, con descarga por la quebrada más cercana. Muro de contención en el talud inferior. Reparación de cunetas al pie del talud, del km 33+080 al km 33+210 y desplazamiento del eje de la carretera. Reforestación en un área de 4,500 m2 del talud Construir muros de gavión en las torrenteras. Total 50 m. de largo por 3m. de altura.

km 34+650 a km 35+000:	Cunetas de coronación con desfogue en quebrada lateral derecha ubicado en km 34+725 Reforestación de laderas
km 35+800 a km 36+140:	Zanjas de coronación ubicadas entre las quebradas del km 35+800 al km 35+890 Cunetas de drenaje entre km 36+020 y km 36+140 Limpieza de cuneta al pie del talud Badén en quebrada intermedia Posibles drenes horizontales en talud Reforestación
km 37+960 a km 38+180:	En el tramo km 38+020 a km 38+100 realizar zanjas de coronación revestidas hasta las quebradas laterales. Banquetas 1:1 h=30 m. entre km 38+020 a km 38+100. Reforestación en material eluvial
km 38+450 a km 38+700:	Zanja de coronación con revestimiento en cotas superiores a la cresta (1170 m.s.n.m), con desfogue en quebrada lateral. Protección del talud con mallas y tendido del talud (100 x 40 m2) km 38+500-km 38+650 Forestación Mantenimiento de cuneta al pie
km 39+920 a km 40+140:	Zanjas de coronación por encima de la cresta superior con desfogue en quebradas laterales. Construcción de muros al pie del talud km 39+920 - km 39+940 L=20 m.; h = 3.5 m. km 40+020 - km 40+080 L=60 m.; h = 3.5 m. Banquetas, según normas peruanas Refacción y limpieza de cuneta al pie del talud Desplazamiento del eje de la carretera.

km 40+500 a km 40+720:	Zanjas de coronación con revestimiento entre las cotas 1885 y 1870 con desfogue en quebradas laterales. Mantenimiento de cuneta y alcantarillas Reforestación Construcción de muro de contención en la plataforma de la carretera. km 40+600 - km 40+640; L=40 m., h=3.5 m.
km 41+600 a km 41+800:	Falso túnel en el tramo km 41+680 a km 41+720
km 44+900 a km 45+050:	Forestación del talud Muro de contención al pie en el tramo km 44+960 a km 45+000 Cunetas revestidas
km 48+000 a km 48+160:	Zanja de coronación revestida Cuneta el pie del talud revestida Forestación Muro de contención al pie en los tramos entre km 48+100 a km 48+160 y km 47+970 a km 48+050 Descarga de la plataforma al borde del acantilado
km 48+650 a km 48+920:	Zanja de coronación revestida por encima de la cresta principal con desfogue hacia la quebrada lateral izquierda. Construcción de banquetas según las Normas Peruanas de Carreteras. Sellado de las zanjas profundas o grietas de tracción para impermeabilizar las grietas. Cunetas revestidas al pie del talud.
km 54+570 a km 54+700:	Zanjas de coronación con revestimiento y con desfogue hacia las quebradas laterales. Muro de contención en el talud con drenaje incorporado entre km 54+580 a km 54+635. Cuneta revestida al pie del talud Desplazamiento del eje

km 57+050 a km 57+160:	Variar el alineamiento del eje hacia el talud en 10 m. Diseñar el talud con inclinación de banquetas. 3:1 Cunetas de coronación y al pie revestidas Descargar el talud inferior con banquetas Colocar gaviones (enrocado) en el talud inferior
km 57+600 a km 57+750:	Diseñar muro de contención Encausamiento de la quebrada Estructura de drenaje Badén
km 58+200 a km 58+370:	Zanja de coronación revestida con desfogue a quebrada lateral (km. 58+200). Limpieza y refacción de cuneta al pie del talud Impermeabilización o sellado de las grietas o zanjas con mortero. Reconstruir el terraplén afectado por hundimientos Desquinche de material inestable Banquetas en el material coluvial del km 58+320 a km 58+370
km 58+930 a km 59+100:	Banquetas en el talud con inclinación de 30°, según normas. Las banquetas entre el km 58+930 al km 59+030. Zanjas de coronación revestidas a 2 m., mínima por encima de la cresta. Limpieza de cunetas laterales Desquinche del talud
km 60+560 a km 60+690:	Enrocado de 3.0 m. de altura en el tramo km 60+625 al km 60+700 (solución de drenaje)
km 63+350 a km 63+440:	Elevar el nivel de las plataformas de la carretera en este tramo.
km 68+200 a km 68+300:	Reforestar los taludes erosionados de las partes altas de la quebrada con plantas que resistan las condiciones climatológicas del lugar.

	Ampliación del badén del km 68+200 a km 68+230
km 68+750 a km 68+850:	Construcción de badén entre el km 68+790 a km 68+840. Construcción de un muro de contención al borde inferior del badén entre km 68+810 a km 68+830 Limpieza de alcantarilla en el km 68+855 Reforestación
km 71+400 a km 71+600:	Banquetas en el talud de 30° de inclinación entre las estaciones km. 71+500 a km 71+600. La altura de las banquetas es de acuerdo a las normas.
km 72+800 a km 73+300:	Corrimiento del eje de la carretera en 5 m. hacia el borde del talud Muro de contención en voladizo en el km 72+840 al km 72+940 y km 72+973 a km 73+040 Malla metálica de protección de talud en km 73+160 a km 73+220 Longitud 60 m Ancho 40 m
km 79+100 a km 79+600:	Para el tramo crítico del km 79+150 al km 79+480, introducir banquetas de acuerdo a las normas. Tender el talud a 2:1 en una altura de 40 m. Cunetas revestidas al pie del talud superior
km 80+100 a km 80+300:	Talud de 2:1 con banquetas hasta una altura de 30 m., en el tramo km. 80+100 a km 80+200. En las banquetas incorporar cunetas.
km 103+450 a km 103+600:	Falso túnel entre el km 103+470 a km 103+520, el cual permitirá el tránsito vehicular con la adecuada seguridad para los usuarios de la vía.

km 106+400 a km 106+680: Muro de contención al borde de la carretera del km 106+650 al km 106+680, con una altura de 4 m.
Enrocado de protección al borde del río.

km 153+500 a km 153+800: Falso túnel entre las siguientes progresivas
a) km 153+540 a km 153+660
b) km 153+700 a km 153+770
Zanjas de coronación revestidas
Desquinche del talud

km 156+500 a km 156+840: Muro de contención en el talud hacia el río entre el km 156+680 a km 156+760. Cimentar con viga de cimentación de 70 m.de longitud con enrocado abajo.
Muro de contención al pie del talud de corte entre el km 156+758 al km 156+768

km 163+050 a km 163+300: Desplazar el eje de vía del km 163+120 a km 163+220
Construir muro de concreto en dicho tramo, alejado del pie del talud para que pueda contener el material caído.

km 170+940 a km 170+910: Desquinchado del talud entre el km 170+950 a km 170+980.
Malla de acero con pernos, en una extensión de 30 m.x 30 m.

km 173+400 a km 173+520: Concreto lanzado más pernos en el área de lutita expuesta en el km. 173+460 a 173+480. En la base dado de apoyo.
Lo mismo que lo anterior para el resto del km 173+400 al km 173+410.
Zanja de coronación
Desquinche previo

km 177+300 a km 178+120: Perfilado y banquetas en taludes propensos al colapso

	Cunetas revestidas para drenaje superficial Control permanente de grietas Sellado de grietas abiertas Construcción de gaviones al pie del talud.
km 185+930 a km 186+130:	Se propone el desquinche de bloques sueltos en el talud entre el km. 186+010 al km 186+110. Perfilado del talud al ángulo 2:1 y banquetas
km 187+300	Desquinche del talud Malla de acero con pernos cementados en zonas críticas, de acuerdo a las especificaciones técnicas.

REFERENCIAS

- Alva Hurtado J.E. y Einstein H.H. (1975), "A Review of Equipment Available for In-Situ Testing of Soil", Civil Engineering Department, MIT, Cambridge, Mass.

- Bjerrum L. (1955), "Stability of Natural Slopes in Quick Clay", Geotechnique, Vol %, N° 1, pp. 101-119.

- Bieniawski Z.T. (1976), "Rock Mass Classification in Rock Engineering", Symposium on Exploration for Rock Engineering, Johannesburg.

- Bieniawski Z.T. (1989), "Engineering Rock Mass Clasification", Willey Interscience Publication, USA.

- De Simons G.A. (1982), "Clasificaciones Geomecánicas Aplicadas a los Taludes de Roca-Tecniterrae S-308".

- Hoek E. Bray J.W. (1977), "Rock Slope Engineering". London, 2da Edición.

- Hoek E. y Bray J. (1974), "Rock Slope Engineering", The Institution of Mining and Metallurgy, London, England.

- Janbu N. (1973), "Slope Stability Computations", Enbankment Dam Engineering, The Casagrande Volume, John Wiley, pp. 47-86.

- Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley, New York.

- Manual de Ingeniería de Taludes (1991), Instituto Tecnológico Geominero de España.

- Martínez Vargas A. (1972), "Análisis de Estabilidad de Taludes", Laboratorio de Geología y Geomorfología Aplicada, Publicación N° 45, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

- Martínez Vargas A. (1974), "Modelo del Estudio Geotécnico Básico de los Huaicos, Aluviones, Alud-Aluviones e Inundaciones", Revista de la Sociedad de Ingenieros del Perú, Informes y Memorias N° 4.

- Martínez Vargas A. (1974), "Represamiento del Río Mantaro : El Aluvión de Huaccoto y su Origen. Análisis de las Condiciones de Seguridad de la Zona del Mantaro", Laboratorio de Geología y Geomorfología Aplicada. Publicación N° 52, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

- Sarma K. (1973), "Stability Analysis of Embankments and Slopes", Geotechnique, Vo. 23, N° 3, pp. 423-433.

- Schweizer R.J. y Wright S.G. (1974), "A Survey and Evaluation of Remedial Measures for Earth Slope Stabilization", The Center for Highway Research, The University of Texas at Austin, Austin-Texas.

TABLAS

TABLA Nº 1

CLASIFICACION GEOMECANICA RMR-SMR (Bieniawski, 1979-Romana, 1985)

VALUACION RMR

PARAMETRO			RANGO DE VALORES						
1	RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	INDICE DE CARGA PUNTUAL	>10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	Para este rango, es preferible ensayos de compresión uniaxial		
		RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL (MPa)	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
	VALORACION		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD (%)		90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
	VALORACION		20	17	13	8	3		
3	ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES		> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	VALORACION		20	15	10	8	5		
4	CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES		Superficies muy rugosas. No contínuas. Sin separacion. Paredes rocosas no alteradas.	Superficies ligeramente rugosas. Separación < 1mm. Paredes ligeramente alteradas.	Superficies ligeramente rugosas. Separación < 1mm. Paredes bastante alteradas.		Espejos de falla ó relleno < 5 mm. ó separación 1 - 5 mm. Contínuas.	Rellenos blandos ó separación > 5mm. Contínuas.	
	VALORACION		30	25	20		10	0	
5	AGUA SUBTERRANEA EN LAS JUNTAS		Completamente secas	Húmedas	Mojadas		Goteos	Flujos	
	VALORACION		15	10	7		4	0	

TABLA Nº 2

GRADO DE DUREZA DE LA ROCA

ENSAYO DE INDICE MANUAL DE RESISTENCIA DE LA ROCA (ISRM, 1978)

GRADO	CLASIFICACION	IDENTIFICACION	RANGO APROX. DE RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL (Mpa)
D - 0	Roca extremadamente débil	El especímen es indentado por la uña del dedo pulgar.	0.25 - 1.0
D - 1	Roca muy débil	Se desmorona con golpes firmes, con la punta del martillo de geólogo. Puede ser descascarillado con un cuchillo de bolsillo.	1.0 - 5.0
D - 2	Roca débil	Se descascarilla con dificultad, con un cuchillo de bolsillo; indentado poco profundo con golpes firmes con la punta del martillo de geólogo.	5.0 - 25.0
D - 3	Roca moderadamente resistente	No se puede raspar o descascarillar con un cuchillo de bolsillo. El especímen puede ser fracturado con un solo golpe firme de martillo.	25.0 - 50.0
D - 4	Roca resistente	El especímen requiere más de un golpe de martillo para ser fracturado.	50.0 - 100.0
D - 5	Roca muy resistente	El especímen es fracturado con muchos golpes de martillo.	100.0 - 250.00
D - 6	Roca extremadamente resistente	El martillo produce solamente el descascarillado de la muestra. Sonido metálico al golpe.	> 250.0

VALORES DE AJUSTE PARA METODOS DE EXCAVACION DE TALUDES

METODO	Talud Natural	Precorte	Voladura Controlada	Voladura Regular	Voladura Deficiente
F4	+ 15	+ 10	+ 8	0	- 8

SMR = RMR- (F1 x F2 x F3) + F4

AJUSTE POR DISCONTINUIDADES

CASO	MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULAR	DESFAVORABLE	MUY DESFAVORABLE
P $\lvert\alpha_j - \alpha_s\rvert$	> 30°	30-20°	20-10°	10-5°	< 5°
T $\lvert\alpha_j - \alpha_s - 180°\rvert$					
PT F_1	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
P $\lvert\beta_j\rvert$	< 20°	20-30°	30-35°	35-45°	> 45°
P F_2	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
T F_2	1	1	1	1	1
P $\beta_j - \beta_s$	> 10°	10-0°	0°	0°-(-10°)	< -10°
T $\beta_j + \beta_s$	< 110°	110-120°	> 120°		
P/T F_3	0	-6	-25	-50	-60

P = Falla Planar

T= Falla por Volteo

α_s = Dirección de buzamiento del talud

β_s = Buzamiento del talud

α_j = Dirección de buzamiento de la discontinuidad

β_j = Buzamiento de la discontinuidad

DESCRIPCION TENTATIVA DE CLASES DE SMR

CLASE Nº	V	IV	III	II	I
SMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
DESCRIPCION	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
ESTABILIDAD	Muy inestable	Inestable	Parc. estable	Estable	Total. Estable
FALLAS	Planar o como suelo	Planar o cuñas grandes	Algunas juntas o muchas cuñas	Algunos bloques	Ninguna
SOPORTE	Reexcavación	Correctivos vastos	Sistemático	Ocasional	Ninguno

TABLA Nº 3

GUIA PARA LA CLASIFICACION DE CONDICIONES DE DISCONTINUIDAD

PARAMETRO	VALORACION				
Longitud de discontinuidad	< 1 m.	1-3 m.	3-10m.	10-20m.	> 20
(persistencia/continuidad)	6	4	2	1	0
Separación (abertura)	0	< 0.1mm.	0.1-1.0mm.	1-5mm.	> 5mm.
	6	5	4	1	0
Rugosidad	Muy Rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo falla
	6	5	3	1	0
Relleno (gouge)	Ninguno	< 5mm.	> 5mm.	25mm.	> 5mm.
	6	2	2	2	0
Intemperismo	No Intemperizada	Ligeramente Intemperizada	Moderadamente Intemperizada	Alta, Intemperizda	Descompuesta
	6	5	3	1	0

TABLA Nº 4

CLASIFICACION INGENIERIL PARA LA CALIDAD DE ROCA IN-SITU

RQD (%)	INDICE DE VELOCIDAD	CALIDAD DE ROCA
90-100	0.8-1.0	EXCELENTE
75-90	0.6-0.8	BUENA
50-75	0.4-0.6	REGULAR
50-25	0.2-0.4	MALA
25-0	0-0.2	MUY MALA

TABLA Nº 5

GRADO DE FRACTURAMIENTO DE LA ROCA (ISRM, 1978)

GRADO	ESPACIAMIENTO DE FRACTURAS (m)	CALIFICACION
F-1	> 2.00	Masivo
F-2	0.60 - 2.00	Poco fracturado
F-3	0.20 - 0.60	Fracturado
F-4	0.06 - 0.20	Muy fracturado
F-5	< 0.06	Triturado

TABLA Nº 6

GRADO DE METEORIZACION DE LA ROCA (ISRM, 1980)

GRADO	DESCRIPCION	CALIFICACION
M - 1	No se ven signos de meteorización del material rocoso, tal vez ligera decoloración sobre las superficies de las discontinuidades principales.	Fresca (Sana)
M - 2	La decoloración indica meteorización del material rocoso y de la superficie de las discontinuidades. Todo el material rocoso puede estar decolorado por meteorización y puede ser algo más débil externamente que en su condición fresca.	Ligeramente Meteorizada
M - 3	Menos de la mitad del material rocoso está descompuesto y/o desintegrado a suelo. Roca fresca o decolorada está presente aún, como un esqueleto contínuo o como núcleos de roca.	Moderadamente
M - 4	Más de la mitad del material rocoso está descompuesto y/o desintegrado a suelo. Roca fresca o decolorada está presente aún, formando un esqueleto discontinuo o como núcleos de roca.	Intensamente Meteorizada
M - 5	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original del macizo es aún en gran parte reconocible.	Completamente Meteorizada

CLASIFICACION DE ROCA INTACTA EN BASE A DUREZA Y METEORIZACION

(Ref. ISRM, 1982)

Clase	Dureza	Diagnóstico de Rasgos = Efectos de Meteorización	Grado de Meteorización	Símbolo	Resistencia a la Compresión Simple (tsf)
I	Extremadamente dura (o resistente)	Sonido metálico bajo el impacto del martillo; se requieren muchos golpes para romper el especímen. (No existen signos visibles de descomposición o decoloración).	Fresca	F	> 2500
II	Muy dura a dura (o muy resistente)	El especímen sostenido en la mano se rompe con más de un golpe de martillo. (Ligera decoloración hacia dentro de las fracturas abiertas, similar a F).	Ligeramente meteorizada	WS	2500 - 1000
III	Moderada (o medianamente resistente)	No puede ser raspada con la cuchilla. El espécimen sostenido en la mano puede romperse con un golpe moderado del martillo. (Decoloración en todas partes; los minerales más débiles como el feldespato se descomponen. Se preserva la textura).	Moderadamente meteorizada	WM	500 - 250
IV	Blanda (o débil)	Puede ser raspada con la cuchilla. Con golpe moderado del pico se presentan hendiduras de 1-3 mm; con esfuerzo los especimenes de baja resistencia pueden romperse a mano. (La mayoría de minerales están descompuestos, no se distingue la textura, pero se preserva la estructura).	Altamente meteorizada	WH	250 - 50
V	Muy blanda (o muy débil)	El material se desmorona bajo un golpe moderado de pico y puede rasparse con la cuchilla, pero es difícil de tallar a mano para un ensayo. (Los minerales están descompuestos a suelo, pero se preserva la estructura, ej. saprolita).	Completamente meteorizada	WC	50 - 10
VI	Extremadamente blanda o débil	Estado avanzado de descomposición resulta en suelo plástico. (Estructura completamente destruida, gran cambio de volumen).	Suelo residual	RS	< 10

TABLA Nº 8

CLASIFICACION RMR-SMR

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
1 + 200	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 30m Buz = 78º dir Buz =290º	26	150	265	31.5	53	3	58	Regular, parcialmente estable, presencia de bloques sueltos en la parte superior.
22 + 600	Roca Intrusiva (Granodiorita)	h = 15m Buz = 75º dir Buz =76º	27	150	295	34.5	59	54	67	Bueno se mantiene estable, con caída de algunos bloques.
27 + 430	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 40m Buz = 90º dir Buz = 0º	26	120	330	38º	66	41	79	Bueno, estable, con caída de bloques esquisto y filita.
27 + 450	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 20m Buz = 70º dir Buz =150º	26	80	245	29.5º	49	24	60	Regular, parcialmente estable, con roca moderadamente meteorizada a descompuesta.
27 + 800	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 30m Buz = 45º dir Buz =195º	26	100	265	31.5	53	48	51	Regular, se encuentra en eje de quebrada Km. 27 + 800.
28 +000	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 30m Buz = 90º dir Buz =180º	26	120	330	38º	66	41	64	Bueno se mantiene estable,fracturado con plano de esquistocidad desfavorable
29 + 286	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 20m Buz = 68 º dir Buz = 20º	26	100	245	29.5	49	47	60	Regular, estable, formación de cuñas en eje de quebrada Km. 29+286

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
44 + 900	Roca Volcánica Otoyún	h = 70m Buz = 45° dir Buz = 195°	26	150	315	36.5°	63	38	68	Bueno, estable, con caída de algunos bloques.
46 + 725	Roca Volcánica Porculla	h = 25m Buz = 70° dir Buz =210°	27	140	285	33.5	57	32	61	Bueno, estable, de meteorizado a muy meteorizada.
49 + 900	Roca Volcánica (andesita)	h = 30m Buz = 85° dir Buz =100°	27	100	245	29.5	49	0	55	Regular, parcialmente estable, con caída de bloques de T.M. 1.5 mt que cubre parte de la vía.
50 + 625	Roca Volcánica (andesita)	h = 25m Buz = 60° dir Buz = 300°	27	140	265	31.5	53	0	61	Buena, estable, muy fracturado, muy meteorizado, con posible caída de bloques de T.M. 1 mt.
51 + 100	Roca Volcánica (andesita)	h = 40m Buz = 75 ° dir Buz = 320°	27	100	245	29.5	49	24	37	Malo, inestable, crítico, con caída de bloques de T.M. 1 mt.
52 + 900	Roca Volcánica (andesita)	h = 65m Buz = 85° dir Buz = 310°	27	130	330	38°	66	41	70	Bueno, estable, con planos de estratificación desfavorables al talud, con posible caída de bloques.
53 + 500	Roca Volcánica (andesita)	h = 50m Buz = 75° dir Buz = 30°	27	100	310	36	62	12	37	Malo, inestable, con planos de estratificación a favor de caída de rocas de T.M. 2 mts.

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
53 + 750	Roca Volcánica (andesita)	h = 50m Buz = 90° dir Buz = 250°	27	100	315	36.5	63	38	59	Regular, parcialmente estable, ligeramente disturbado, con plano de estratificación a favor de estabilidad, con caída de bloques T.M. 40 cms.
54 + 400	Roca Volcánica (andesita)	h = 35m Buz = 80° dir Buz = 50	27	100	295	34.5	59	9	64	Bueno, estable, meteorizado.
56 + 000	Roca Volcánica (andesita)	h = 80m Buz = 90° dir Buz =150°	27	140	310	36	62	37	58	Regular, parcialmente estable, con presencia de bloques sueltos en cotas superiores.
61 + 000	Roca Volcánica Porculla	h = 20m Buz = 86° dir Buz = 127°	27	120	220	27°	44	39	49	Regular, parcialmente estable.
61 + 200	Roca Volcánica Porculla	h = 25m Buz = 86° dir Buz = 127°	27	120	265	31.5	53	48	58	Regular, parcialmente estable, formación de cuñas
61 + 800	Roca Metamórfica G. Salas	h = 30m Buz = 58° dir Buz = 160°	26	80	170	22	34	29	42	Regular, parcialmente estable, dirección de foliación favorable a deslizamiento
63 + 300	Roca Metamórfica G. Salas	h = 60m Buz = 76° dir Buz = 173°	26	80	195	24.5	39	34	30	Malo, se encuentra inestable, dirección de foliación favorable a deslizamiento

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
64 + 600	Roca Metamórfica G. Salas	h = 25m Buz = 79° dir Buz = 200°	26	120	220	27.0	44	19	49	Regular, parcialmente estable, dirección de foliación favorable a deslizamiento.
66 + 150	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 20m Buz = 74° dir Buz = 340	26	80	240	29	48	43	53	Regular, parcialmente estable, se forman cuñas.
73 + 090	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 30m Buz = 60° dir Buz =60°	27	150	335	38.5°	67	42	56	Regular, parcialmente estable, con fallamiento de tipo planar.
73 + 270	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 50m Buz = 60° dir Buz =60°	26	120	290	34°	58	8	55	Regular,parcialmente estable, con caida de bloques T.M. 30cms.
79 + 123	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 55m Buz = 73° dir Buz = 335°	26	120	285	33.5°	57	7	47	Regular, parcialmente estable, con buzamientos de planos de esquistocidad desfavorables a la estabilidad.
79 + 170	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 65m Buz = 75° dir Buz = 350°	26	120	260	31°	52	2	44	Regular, parcialmente estable, plano de esquistocidad desfavorable al talud.
80 + 280	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 50m Buz = 65° dir Buz = 280°	26	85	235	28.5	47	47	37	Malo, inestable, con caída de bloques de rocas esquistos, y filitas silicificadas de moderadas a muy meteorizadas.

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
80 + 950	Roca Metamórfica C. Olmos	h = 35m Buz = 56° dir Buz = 240°	26	85	230	28°	46	21	43	Regular, parcialmente estable, rocas muy meteorizadas.
86 + 600	Roca Volcánica Otoyún	h = 12m Buz = 75° dir Buz = 280	27	200	280	33	56	31	64	Bueno, estable con caída de algunos bloques
86 + 700	Roca Volcánica Otoyún	h = 20m Buz = 70° dir Buz = 280°	27	200	280	33	56	31	64	Bueno, estable con caída de algunos bloques
87 + 480	Roca Volcánica Otoyún	h = 30m Buz = 55° dir Buz = 300°	27	120	305	35.5	61	36	52	Regular, parcialmente estable, con caída de bloques de roca.
92 + 000	Roca Volcánica Otoyún	h = 35m Buz = 80° dir Buz =230°	27	130	320	37	64	39	61	Bueno, estable, en partes ligeramente disturbadas, con caída de T.M.40 cm, muy meteorizado y fracturado.
98 + 850	Roca Volcánica Otoyún	h = 25m Buz = 75° dir Buz = 220°	27	130	315	36.5	63	38	55	Regular, parcialmente estable, poco fracturado, disturbado, con caídas de bloques de T.M. 2 mts.
99 + 950	Roca Volcánica Otoyún	h = 7m Buz = 65° dir Buz = 180°	27	130	275	32.5	55	30	51	Regular, parcialmente estable, en parte disturbado como producto de voladura, infrayace al material coluvial.

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
100 + 000	Roca Volcánica Otoyún	h = 80m Buz = 30° dir Buz =70°	27	140	265	31.5	53	28	60	Regular, parcialmente estable, poco fracturado, con algunos bloques sueltos.
102 + 300	Roca Volcánica Otoyún	h = 25m Buz = 85° dir Buz = 230°	27	140	290	34	58	33	62	Bueno, estable, fracturado,meteorizado, con caída de bloques de T.M. 1mt.,en parte ligeramente disturbado,el oleoducto pasa al pie del talud.
103 + 250	Roca Volcánica Otoyún	h = 60m Buz = 70° dir Buz = 230°	27	140	285	33.5	57	6	54	Regular, parcialmente estable, fracturado, meteorizado, con caída de bloques T.M. 1/2mt.
103 + 400	Roca Volcánica Otoyún	h = 25m Buz = 80° dir Buz = 310°	27	160	345	39.5	69	19	65	Bueno, estable, fracturado, ligeramente estable, con posibles caídas de bloques de T.M. 2 mts.
103 + 450	Roca Volcánica Otoyún	h = 50m Buz = 65° dir Buz =250°	26.7	140	305	35.5	61	56	60	Regular, parcialmente estable, con posibles caídas de bloques de T.M. 2mts.
103 + 760	Roca Volcánica Otoyún	h = 35m Buz = 80° dir Buz =210°	27	130	295	34.5	59	34	55	Regular, parcialmente estable, ligeramente disturbado, con caída de bloques de T.M. 0.20 m.
105 + 150	Roca Volcánica Otoyún	h = 6m Buz = 65° dir Buz =200°	27	130	275	32.5	55	30	59	Regular, parcialmente estable, fracturado, con algunas juntas o cuñas.
105 + 300	Roca Volcánica Otoyún	h = 6m Buz = 75° dir Buz = 200°	27	130	275	32.5	55	27	43	Regular, parcialmente estable, muy disturbado, producto de la voladura, con caída de bloques T.M 2 mts.

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
106 + 500	Roca Volcánica Otoyún	h = 30m Buz = 77° dir Buz = 10°	26	150	310	36°	62	37	59	Regular, parcialmente estable, considerado como clase IV.
123 + 450	Roca Volcánica Hipabisal	h = 15m Buz = 87° dir Buz = 180°	27	100	215	26.5	43	38	48	Regular, parcialmente estable, dirección de fracturas favorables a deslizamiento.
123 + 500	Roca Volcánica Hipabisal	h = 15 m Buz = 80° dir Buz = 143°	27	100	240	29	48	43	53	Regular, parcialmente estable, dirección de fracturas favorables a deslizamiento.
124 + 580	Arenisca Cuarzosa Goyllarisquizga	h = 8 m Buz = 80° ir Buz = 150°	25	250	300	35	60	55	65	Bueno, estable, con caída de algunos bloques.
125 + 500	Caliza con intercalaciones de lutitas Inca, Chulec	h = 10 Buz = 80° dir Buz = 172°	25	90	230	28	46	21	54	Regular, parcialmente estable, se forman cuñas.
138 + 620	Roca Volcánica Hipabisal	h = 15m Buz = 54° dir Buz = 26°	27	100	235	28.5	47	42	55	Regular, parcialmente estable, se forman cuñas, con caida de algunos bloques.
142 + 000	Roca Volcánica Hipabisal	h = 60m Buz = 78° dir Buz = 225°	26	150	485	53.5°	97	72	94	Regular, parcialmente estable.

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
142 + 170	Roca Volcánica Hipabisal	h = 40 m Buz = 85° dir Buz = 35°	27	150	270	32	54	4	53	Regular, parcialmente estable, formación de cuñas.
143 + 000	Roca Volcánica Hipabisal	h = 10 m Buz = 72° dir Buz = 10	27	140	295	34.5	59	34	69	Bueno, estable, con caída de algunos bloques.
145 + 980	Caliza con intercalaciones de lutitas Pariatambo	h = 10m Buz = 80° dir Buz = 10°	25	80	275	32.5	55	55	60	Regular, parcialmente estable, presencia de bloques sueltos en la parte superior.
153 + 600	Formación Quilquiñán	h = 40m Buz = 65° dir Buz = 270°	26.7	150	330	38°	66	16	58	Regular, parcialmente estable, con caída de bloques de T.M. 3 mts.
156 + 600	Formación Quilquiñán	h = 50m Buz = 65° dir Buz = 270°	26.7	140	320	37°	64	35	63	Bueno, estable, con desprendimientos de bloques de roca.
161 + 900	Roca Volcánica Otoyún	h = 80m Buz = 80° dir Buz =230°	27	140	265	31.5	53	3	58	Regular, parcialmente estable, ligeramente disturbado, con caída de bloque de T.M. 1 mt.
167 + 000	Roca Volcánica Otoyún	h = 8m Buz = 75° dir Buz = 110°	27	180	305	35.5	61	36	67	Bueno, estable, con caídas ocasionales de algunos bloques pequeños.

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
168 + 760	Roca Volcánica Otoyún	h = 20m Buz = 70° dir Buz = 130°	27	180	320	37	64	39	70	Bueno, estable, pero ligeramente disturbado, suprayace en tramos material coluvial.
169 + 300	Roca Volcánica Otoyún	h = 30m Buz = 75° dir Buz = 140°	27	180	315	36.5	63	13	68	Bueno, estable, con caída de bloques de T.M. 2mts, al pie del talud pasa el oleoducto.
173 + 300	Caliza Pariatambo	h = 5m Buz = 80° dir Buz =220°	25	160	310	36	62	37	58	Regular, parcialmente estable, ligeramente disturbado, con material y bloques sueltos en la parte superior, T.M. 40 cm.
173 + 400	Caliza Pariatambo	h = 100m Buz = 65° dir Buz =140°	25	160	270	32	54	4	55	Regular, parcialmente estable, con bloques de T.M. 50 cm., en cotas superiores los bloques tienen T.M. 2 mts.
174 + 000	Caliza Pariatambo	h = 40m Buz = 45° dir Buz = 140°	25	160	295	34.5	59	9	67	Bueno, estable, con grandes planos de estratos de caliza, con inclinación desfavorable de 45°.
175 + 100	Caliza Pariatambo	h = 45m Buz = 70° dir Buz = 190°	25	160	300	35	60	35	49	Regular, parcialmente estable, con estratos desfavorables, fracturado, disturbado, con posible caída de bloques T.M. 2 mts.
187 + 300	Caliza Quilquiñán	h = 50m Buz = 88° dir Buz =230°	25	160	340	39	68	57	56	Regular, parcialmente estable, posible caída de bloques de T.M.3.5 mts, con agrietamientos de 1 a 5 mts y espesores de T.M. 2 mts.

KILOMETRAJE	DESCRIPCION	GEOMETRIA	γ (KN/m^3)	COMPRESION SIMPLE (MPa)	C (KPa)	ϕ (°)	RMR		SMR	ESTADO DEL TALUD
							BASICO	AJUSTADO		
192 + 650	Arenisca Cuarzosa	h = 25m Buz = 70° dir Buz = 160°	25	160	315	36.5	63	38	54	Regular, parcialmente estable, disturbado, producto de voladura, fracturado, posibilidad de caída de bloques T.M. 2 mts.
193 + 050	Arenisca Cuarzosa	h = 25m Buz = 65° dir Buz = 210°	25	160	330	38	66	41	66	Bueno, estable, fracturado a muy fracturado, de intemperizado a muy intemperizado, infrayace a material coluvial.
196 + 250	Caliza	h = 50m Buz = 85° dir Buz = 130°	25	160	340	39	68	43	76	Bueno, estable, con una grieta en la cota superior derecha de 4 mts.

TABLA Nº 9

ZONAS CRITICAS

PROGRESIVA	*DESCRIPCION DEL PROBLEMA*
24+820 a 24+860	Derrumbe, caída de rocas y coluvio, junto a un deslizamiento en condiciones similares
26+640 a 26+660	Deslizamiento rotacional y flujo, roca alterada y suelo residual y coluvio
27+850 a 28+050	Deslizamiento rotacional en suelo eluvial y roca del complejo metamórfico Olmos, se encuentra en evolución.
30+400 a 30+440	Deslizamiento Traslacional y flujo, deterioro e interrupción parcial de la vía.
31+120 a 31+180	Deslizamiento rotacional en roca metamórfica del complejo Olmos, muy alterada a descompuesta, invade la carpeta asfáltica.
31+425 a 31+600	Deslizamiento en rocas metamórficas del complejo Olmos y coluvio, invade cuneta y parcialmente la vía.
33+095 a 33+115	Deslizamiento traslacional y flujo en suelo limo-arcilloso y esquistos descompuestos, interrumpe parcialmente la vía. En el 95 interrumpió la vía.
33+450 a 33+580	Deslizamiento rotacional y flujo en roca metamórfica descompuesta, deteriora e interrumpe la vía, se activa en épocas de fuerte precipitaciones pluviales.
34+170 a 34+260	Deslizamiento rotacional en coluvio y rocas desocmpuestas, con material limo-arcilloso que engloba bloques y rocas descompuestas. Se activa en temporadas de lluvias.
34+300 a 34+360	Deslizamiento complejo en coluvio y roca metamórficas del complejo Olmos, presentando gravas limosas y esquistos muy meteorizados. Invade cuneta y parcialmente la vía.
34+730 a 34+770	Deslizamiento complejo (antiguo) y flujo, se activa en épocas de lluvia e interrumpe la vía.

35+880 a 36+120	Deslizamiento rotacional traslacional, con materiales arcillo-limosos que engloban cantos y bloques. Se activa en temporadas de lluvia, invade cuneta y presenta hundimiento en la carpeta asfáltica.
36+980 a 37+020	Deslizamiento en coluvio con flujos de lodo, con material gravoso limo-arcilloso englobando bloques, se activa con lluvias e invade la cuneta y parcialmente la vía.
37+135 a 37+335	Deslizamiento en coluvio y rocas metamórficas del complejo Olmos en estado descompuesto, se activan con lluvias y presenta hundimiento en la vía, rellenándose la cuneta y alcantarillado.
37+900 a 37+990	Deslizamiento en rocas metamórficas descompuestas y coluvio, con esquistos muy meteorizados, con gravas y bloques en matriz limosa, se activa en temporada de lluvias, invade parcialmente la vía.
37+980 a 38+100	Deslizamiento y flujo, con gravas y bloques en matriz arcillosa, interrumpe tráfico e invade cuneta. Se activó en marzo del 95.
38+480 a 38+660	Deslizamiento rotacional con gravas en matriz limo-arcillosa y rocas metamórficas descompuesta. Se activa en temporadas de lluvia y presenta hundimiento en la vía.
39+230 a 39+230	Deslizamiento rotacional en roca metamórfica y coluvio, con roca metamórfica descompuesta y gravas limosas con bloques. Invade cuneta y se aprecian ligeros asentamientos en la plataforma de la carretera.
39+920 a 40+095	Deslizamiento rotacional y flujo en suelo arcillo-limoso y roca metamórfica del complejo Olmos en estado descompuesto. Se activa en temporadas de fuertes precipitaciones pluviales, deteriora e interrumpe la vía.
40+500 a 40+720	Deslizamiento rotacional en rocas metamórficas descompuestas que tiene como material la roca esquistosa del complejo metamórfica Olmos, que se encuentra de muy meteorizado a descompuesto.Se activa en temporada de lluvias. Se aprecia levantamiento de cuneta.
41+680 a 41+720	Flujo aluvional, compuesto por bloques y gravas, precipitan de la parte alta de la quebrada. Se activa en temporadas de fuertes precipitaciones, especialmente en los meses de enero-marzo.

42+00 a 42+080	Deslizamiento rotacional en rocas descompuestas, con coluvios se activa en temporadas de lluvias, invade cunetas
43+475 a 43+500	Derrumbe en coluvio con flujos de lodo, en matriz arena-limosa que engloba gravas y bloques, se activan en lluvias, rellena cuneta e invade parte de la vía.
44+600 a 44+650	Derrumbe en coluvio y rocas volcánicas que tiene como materiales bloques y gravas en matriz limo-arcillo arenosa, se activa en temporada de fuertes precipitaciones pluviales, especialmente en los meses de enero-marzo, interrumpiendo parcialmente el tráfico.
44+960 a 45+000	Derrumbe en coluvio y roca volcánica fracturada en matriz arcillo arenosa, se activan en temporadas de fuertes precipitaciones pluviales en los meses de enero-marzo e interrumpe parcialmente el tráfico vehicular.
45+890 a 48+000	Erosión de ladera con derrumbe en arenas tufáceas, las arenas tufáceas se encuentran descompuestas y deleznables, se activan con lluvias, invade cuneta y borde de plataforma.
46+730 a 46+815	Derrumbe y deslizamiento combinado, rocas volcánicas y depósitos coluviales, se activan en épocas de lluvia.
47+350 a 47+467	Deslizamientos en esquistos y volcánicos, rocas descompuestas, en lluvias se activan.
48+000 a 48+160	Compuesto, flujo de lodo, roca metamórfica fuertemente fracturada y alterada, se activa en época de lluvia.
48+300 a 48+370	Deslizamiento complejo, rocas metamórficas, se activa en épocas de lluvia.
48+650 a 48+920	Compuesto, deslizamiento y derrumbe, se activa en épocas de lluvia.
50+240 a 50+332	Derrumbe y desprendimiento de bloques, rocas volcánicas andesíticas; se activan en épocas de lluvia.
50+420 a 50+680	Desprendimientos de bloques rocosos, rocas volcánicas se activó en marzo '96.
50+925 a 51+020	Desprendimiento de bloques rocosos, rocas volcánicas se activa en épocas de lluvia.

53+225 a 53+270 52+300 a 53+370	Derrumbe, caída de rocas por falla planar, volteo y cuña, andesitas de moderada a muy meteorizada, se activa en épocas de lluvia.
54+580 a 54+635	Compuesto, deslizamiento translacional-coluvial, esquistos y filitas muy fisurado y meteorizado, se activa cuando llueve.
55+030 a 55+170	Compuesto, deslizamiento rotacional y caída de rocas, rocas metamórficas y coluvio, se activan cuando llueve.
57+050 a 57+160	Compuesto, caída de material metamórfico muy meteorizado, coluvio-rotacional, rocas metamórficas, coluvio, se activa en lluvias.
57+630 a 57+670	Derrumbe, flujo de quebrada, caída de rocas, gravas, arena, bloques, se activa cuando llueve.
58+320 a 58+370	Deslizamiento tralacional en rocas metamórficas, rocas metamórficas, esquistos y coluvio; se activan en épocas de lluvia.
58+540 a 58+620	Deslizamiento en coluvio y roca metamórfica con depósitos coluviales y esquistos meteorizados, tambien se activan en épocas de lluvia.
58+930 a 59+030	Deslizamiento rotacional con depósitos coluviales y rocas esquistos; se activan en épocas de lluvia.
60+560 a 60+690	Flujo aluvional de quebrada con grava arenosa y se activa en épocas de lluvia.
63+350 a 63+440	Flujo aluvional de quebrada con gravas y cantos con lodo, lluvia.
68+200 a 68+300	Flujo aluvional de quebrada con grava arenosa; se activa en temporadas de lluvia.
68+790 a 68+850	Flujo aluvional de quebrada con grava arenosa; se activa en temporadas de lluvia.
69+400 a 69+475	Flujo aluvional de quebrada con grava arenosa; se activa en temporadas de lluvia.
71+500 a 71+600	Deslizamiento rotacional y traslacional con rocas metamórficas alteradas y descompuestas; se activa en temporadas de lluvia.

72+840 a 72+940	Derrumbe y flujo aluvional con roca metamórfica alterada, lluvia.
79+150 a 79+480	Compuesto, deslizamiento traslacional y planar con roca metamórfica fracturada; se activan en lluvias
80+100 a 80+200	Compuesto, deslizamiento rotacional y derrumbe con roca triturada y coluvial; se activan en temporadas de lluvia.
83+400 a 83+700	Derrumbe, caída de rocas con material coluvial de orígen metamórfico; se torna crítico en temporadas de lluvia.
84+640 a 84+700	Derrumbe, caída de coluvio con depósito coluvial GP-GM; se activa en temporadas de lluvia.
92+637 a 92+710	Desprendimiento de rocas por falla planar y cuña con bloques de rocas volcánicas; se activa en temporadas de lluvia.
92+980 a 93+020	Flujo aluvional de quebrada con gravas arenosas y bloques (GP+B); ocurren en temporadas de lluvia.
98+840 a 98+850	Erosión fluvial afectando muro de defensa de borde de la plataforma de la vía con gravas arenosas; se activan durante crecidas del río.
99+000	Agrietamientos de la vía por erosión fluvial con gravas areno limosas (GP-GM); se acelera durante crecidas del río.
103+470 a 103+600	Compuesto, deslizamiento rotacional y desprendimiento de bloques con rocas volcánicas y depósito coluvial; se activan durante las lluvias.
104+260 a 104+400	Caída de material coluvial, bloques, con depósitos coluviales; se activan durante temporadas de lluvia.
106+650 a 106+680	Erosión fluvial afectando borde de la plataforma de la vía con gravas arenosas (GP); se activa en temporadas de lluvia.
129+150 a 129+280	Derrumbe, caída de rocas con depósito coluvial grueso, matriz limo-arenoso; se activa en temporadas de lluvia.
137+230 a 137+350	Derrumbe, caída de material aluvial con arena limosa, bolones de hasta 1m.; se activan en temporadas de lluvia.
141+850 a 142+150	Derrumbe, caída de rocas con roca volcánica fracturada, lluvia y sismo.
153+540 a 153+660 153+700 a 153+770	Derrumbe, caída de material coluvio-eluvial con roca descompuesta alterada, matriz arcillosa de baja plasticidad, lluvia.
156+680 a 165+760 156+750 a 156+770	Compuesto, erosión fluvial y caída de rocas con roca caliza intercalaciones de lutitas, lluvia.
157+200 a 157+450	Deslizamiento traslacional con material lutaceo, lluvia.
162+620 a 162+800	Derrumbe, caída de rocas con bloques de areniscas, limolitas y lutitas friables; se activan en temporadas de lluvias.

163+050 a 163+285	Derrumbe, caída de rocas y coluvio con bloques de areniscas, limolitas y lutitas friables; se activan en temporadas de lluvia.
168+570 a 168+650	Huaycos de ladera en material coluvial, con depósito coluvial bloques (GP-GM+B); se activan en temporadas de lluvia.
170+950 a 170+980	Derrumbe, caída de rocas con bloques de rocas volcánicas; se activan en temporadas de lluvia.
172+200 a 172+410	Caída de bloques de calizas y lutitas por falla tipo volteo, con estratificación teniendo estratos de calizas con intercalaciones de lutitas y margas; se activan en temporadas de lluvia.
173+460 a 173+480	Derrumbe, caída de rocas con estratos de calizas con algunos intercalaciones de lutitas-margas; se activan en temporadas de lluvia.
173+800 a 174+077	Desprendimientos de estratos de calizas con intercalaciones de lutitas y margas causados por falla planar, con estratos de caliza modulares e intercalaciones de lutitas y margas; se activan en temporadas de lluvia.
177+140 a 178+177	Deslizamientos activos y potenciales interesando lutitas, margas y calizas, con suelos arcillosos por descomposición de lutitas y margas; se reactivan en épocas lluviosas.
178+565 a 178+745	Flujos de arcillas en corte cerrado con suelos arcillosos por descomposición de lutitas y margas; se activan durante temporadas de lluvia.
181+100 a 181+250	Desprendimientos de calizas, margas y lutitas friables en corte directo con estratos de calizas, con martgas y lutitas friables; se activa en temporada de lluvia.
181+500 a 181+563	Derrumbe de flujo, caída de rocas y flujos de lodo, con intercalaciones de lutitas y calizas; se activan en temporadas de lluvia.
185+930 a 186+130	Derrumbe y flujo , caída de rocas y flujos de lodo con estratos de calizas con intercalaciones de lutitas y margas; se activan en temporadas de lluvia.
186+800 a 187+045	Pequeños huaycos del talud de ladera en lutitas y margas con lutitas y margas friables con capas de calizas; se activan en temporadas de lluvia.
187+070 a 187+360	Derrumbe, caída de rocas con intercalaciones de lutita margosa y calizas; se activan en temporadas de lluvia.
195+068 a 195+200	Caídas por falla planar de intercalaciones de margas, calizas y lutitas en corte cerrado; se activan en temporadas de lluvia.

Continuación de la TABLA N° 10

RELACION DE ZONAS CON LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

PROGRESIVA (km.)	TIPO DE LEVANTAMIENTO	DISTANCIA (m)		AREA
		Sobre Plataforma	Debajo de Plataforma	Aprox (Ha)
080 + 950	S.	50	50	—
082 + 300	S.	50	50	—
083 + 400 a 083 + 700	L.T.	50	50	3.0
084 + 600 a 084 + 800	L.T.	50	50	2.0
087 + 450	S.	50	50	—
087 + 900	S.	50	50	—
092 + 900 a 093 + 100	L.T.	50	50	2.0
103 +450 a 103 + 600	L.T.	70	50	1.8
106 + 400 a 106 + 600	L.T.	80	río	2.6
125 + 600	S.	50	—	—
129 + 250	S.	50	—	—
134 + 850	S.	50	—	—
137 + 200	S.	50	—	—
138 + 960	S.	50	—	—
139 + 200	S.	50	—	—
142 + 000	S.	50	—	—
153 + 220	S.	50	—	—
153 + 500 a 153 + 800	L.T.	80	río	3.9
156 + 550 a 156 + 850	L.T.	80	río	3.9
162 + 700	S.	80	50	—
163 + 050 a 163 + 300	LT.	100	50	3.8
168 + 650	S.	100	30	—
171 + 000	S.	40	20	—
172 + 300	S.	70	—	—
173 + 400 a 173 + 500	L.T.	50	50	1.0
174 + 550	S.	70	—	—
177 + 290 a 178 +120	L.T.	150	30	15.0
178 + 650	S.	70	30	—
181 + 100	S.	60	30	—
186 + 000	S.	50	20	—
186 + 100	S.	50	20	—
187 + 150	S.	100	—	—
187 + 250	S.	80	—	—
194 + 900	S.	70	—	—
195 + 100	S.	30	—	—

S.: Sección L.T.: Levantam. Topográfico

Continuación de la TABLA N° 10

RELACION DE ZONAS CON LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

PROGRESIVA (km.)	TIPO DE LEVANTAMIENTO	DISTANCIA (m)		AREA
		Sobre Plataforma	Debajo de Plataforma	Aprox (Ha)
080 + 950	S.	50	50	—
082 + 300	S.	50	50	—
083 + 400 a 083 + 700	L.T.	50	50	3.0
084 + 600 a 084 + 800	L.T.	50	50	2.0
087 + 450	S.	50	50	—
087 + 900	S.	50	50	—
092 + 900 a 093 + 100	L.T.	50	50	2.0
103 +450 a 103 + 600	L.T.	70	50	1.8
106 + 400 a 106 + 600	L.T.	80	río	2.6
125 + 600	S.	50	—	—
129 + 250	S.	50	—	—
134 + 850	S.	50	—	—
137 + 200	S.	50	—	—
138 + 960	S.	50	—	—
139 + 200	S.	50	—	—
142 + 000	S.	50	—	—
153 + 220	S.	50	—	—
153 + 500 a 153 + 800	L.T.	80	río	3.9
156 + 550 a 156 + 850	L.T.	80	río	3.9
162 + 700	S.	80	50	—
163 + 050 a 163 + 300	LT.	100	50	3.8
168 + 650	S.	100	30	—
171 + 000	S.	40	20	—
172 + 300	S.	70	—	—
173 + 400 a 173 + 500	L.T.	50	50	1.0
174 + 550	S.	70	—	—
177 + 290 a 178 +120	L.T.	150	30	15.0
178 + 650	S.	70	30	—
181 + 100	S.	60	30	—
186 + 000	S.	50	20	—
186 + 100	S.	50	20	—
187 + 150	S.	100	—	—
187 + 250	S.	80	—	—
194 + 900	S.	70	—	—
195 + 100	S.	30	—	—

S.: Sección L.T.: Levantam. Topográfico

TABLA N°11: INVESTIGACION GEOTECNICOS DE DETALLE

Progresiva (Km)	Descripción del Problema	Investigación de Detalle	
		Tipo de Trabajo	Cantidad (m)
24+780 a 25+000	Deslizamiento y derrumbe de coluvio y roca metamórfica, muy inestable por sectores, requiere mantenimiento del talud.	Evaluación geológica-geotécnica.	-
26+600 a 26+700	Deslizamiento de roca metamórfica y hundimientos de la plataforma. Esta zona tiene un riesgo potencial por la construccion de carretera de acceso del Proyecto Olmos.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	100 -
27+78 a 27+930	Deslizamiento de suelo y roca metamórfica de grandes proporciones, para el cual se plantea una variante mediante un puente o túnel.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	30 300 1500
30+180 a 30+440	Derrumbes de coluvio y fragmentos de roca metamórficas, se presentan inestables y dificultan el tránsito vehicular en época de lluvia.	Calicatas de Exploración. Trincheras de Exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15 50 -
30+920 a 31+240 Zapote I	Deslizamiento de suelo y roca metamórfica accionado por la ejecución de un corte cerrado que de proseguir comprometerá la plataforma en el Km 34+050. Se requiere variante.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15 100 -

34+650 a 35+900 Pistolerito	Deslizamiento y derrumbes de coluvio de material metamórfico que afecta la plataforma superior Km 38+050, se requiere mejoramiento de la geometría del talud , baden y muros de contención.	Calicatas de exploración Trincheras de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	20 300 -
35+800 a 36+160	Deslizamiento de suelo y roca metamórfica de enorme dimensión, con movimiento lento y poca activación, para el cual se plantea monitoreo y sistema de drenaje adecuado.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	50 400 1000
37+960 a 38+180 Pistolerito Superior	Deslizamiento de suelo arcilloso y roca metamórfica muy fracturada, con actividad geodinámica. Se plantea mejoramiento de la geometría del talud y drenaje.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	15 100 300 -
38+450 a 38+700	Deslizamiento de suelo arcilloso y roca metamórfica muy fracturada, geodinámicamente activo. Se plantea mejoramiento de la geometría del talud y drenaje.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	15 100 300 -
39+920 a 40+140	Deslizamiento de suelo arcilloso y roca metamórfica muy fracturada, con actividad geodinámica. Se plantea mejoramiento de la geometría del talud y drenaje.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	15 100 300 -

40+500 a 40+720	Deslizamiento de suelo arcilloso y roca metamórfica muy fracturada, presenta actividad geodinámica. Se plantea mejoramiento de la geometría del talud y drenaje.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	15 100 300 -
041+600 a 041+800	Tramo en donde cae flujo de arena arcillosa de una quebrada > 70 m. y el material se colmatandolo en un corte cerrado comatándolo hasta 3 m. de altura cerrando totalmente el tránsito vehícular. Se debe construir un falso túnel y/o puente Vanoa.	Trincheras de exploración Evaluación geológica-geotécnica.	50 -
044+900 a 045+050	Taludes de corte <60 m en roca metamórfica altamente fracturada en bloques T.M. 20" (buzamiento50°).Es un talud con riesgo elevado y se puede controlar con un sistema de banquetas y mejoramiento de geometría.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración . Evaluación geológica-geoténica.	15 100 -
048+000 a 048+150	Tramo en donde el talud superior es de filita fuertemente fracturada y alterada y el talud inferior se trata de rellenos poco compactados.Se evidencian agrietamientos y hundimientos en la vía asociadas al movimiento del talud.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	15 100 200 -
048+730 a 048+930	Deslizamiento de una gran masa de roca metamórfica tipo filitas negras muy fracturadas y alteradas, que evidencian movimiento.	Calicatas de Exploración. Evaluación geológica-geotécnico.	10

054+560 a 054+650	Tramo en donde ha ocurrido un deslizamiento de roca metamófica de grandes proporciones y con apariencia de material potencialmente movible, por lo que se sugiere un alejamiento de la vía y mejoramiento de la geometría del talud superior.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15 100 -
055+030 a 055+180	Taludes de corte en roca metamórfica muy alterada y fracturada, con talud inferior de material poco consolidado de relleno del material de corte. Se evidencian fisuras en plataforma y hundimientos que están relacionados con movimientos del talud.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	100 200 -
057+050 a 057+150	Tramo de depósitos coluvio-eluviales y roca metamórfica muy fracturada y poco consolidada. Se ha observado fisuras y hundimientos > 50 cm al activarse el deslizamiento. Se debe construir banquetas.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	80 100 -
057+600 a 057+750	Sector en donde existe una quebrada (57+650) que en época de lluvia origina flujos de material gravoso arenoso que obstruye el tránsito vehícular y erosiona la plataforma de la carretera. Se requiere de badén y muro de contención.	Trincheras de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	50 -

058+200 a 058+350	Tramo con hundimientos de plataforma asociado a la activación de deslizamientos que involucra material de relleno. Presenta hundimientos de 1 m.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Refracción sísmica. Evaluación geológica-geotécnica.	15 80 200 -
058+930 a 059+100	Tramo con taludes de corte en roca filítica plomiza muy fracturada y descompuesta, con taludes < 60 m y Bz 40°. Se presenta muy inestable y se requerirá cambio de alinea-miento de vía y mejoramiento de geometría con sistema de banquetas.	Calicatas de exploración. Trincheras de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15 80 -
068+180 a 068+280	Paso de quebrada de 70 m. de ancho, 15° de pendiente que evidencia movimiento de flujos de material gravoso limoso, obstruye totalmente el tránsito vehícular en época de lluvias.	Evaluación geológica-geotécnica.	-
068+800 a 068+930	Paso de quebrada de 110 m. de ancho, 15° de pendiente que arrastra grava limosa con T.M.4". Evidencia un flujo que ha obstaculizado el paso de la vía y ha erosionado la plataforma de la vía. Falta badén con su muro de contención.	Calicatas de exploración. Reconocimiento geológico-geotécnico.	15 -
069+450 a 069+560	Paso de quebrada de 100 m. de ancho, 12° de pendiente que ha originado erosión y obstrucción de plataforma.	Calicatas de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15

071+400 a 071+600	Talud de corte con alturas de 50 m. y Bz 55° en roca filítica plomiza altamente fracturada y disturbada. Evidencia Actividad.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	100 -
072+800 a 073+300	Tramo crítico en talud de corte cerrado, con taludes > 60 m. y Bz 60° en parte es roca ignea y roca metamórfica (zona de contacto). La roca está muy fracturada y disturbada y presenta hundimiento de plataforma Se debe considerar una variante	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	100 -
079+100 a 079+600	Taludes en roca filítica plomiza muy fracturada y alterada, con cobertura muy inestable.La plataforma de la vía presenta hundimientos de 50 m. de longitud y estrechamiento de la misma.	Calicata de exploración. Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15 50 -
080+100 a 080+300	Tramo en roca filítica plomiza muy fracturada y muy inestable, evidenciando deterioro del pavimento en este tramo. Se plantea un sistema de banquetas en el talud superior y un alojamiento del eje de vía > de 10m.	Calicata de exploración. Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15 50 -
083+400 a 083+700	Tramo con problemas de taludes inestables < 40 m. y Bz 50° de filita plomiza muy fracturada y alterada. Se evidencian huaycos pequeños, erosión de plataforma y agua empozada. Se requerirá sistema de banquetas, drenaje y muros de contención	Calicata de exploración. Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	20 100 -

084+600 a 084+800	Tramo de roca filitica con alturas < 50 m. y en estado muy fracturado con coluvio superior muy inestable. A partir de 84+650 se evidencia deterioro de pavimento y erosión de banquetas en el talud superior y/o mejoramiento de geometría.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	50 -
092+900 a 093+100	Tramo de paso de quebrada de 100 m de ancho y longitud > 1km, con pendiente de 15° y de bolonería con grava bien graduada. Con el paso de huaycos. Se ha destruido parte de la plataforma y alcantarillado.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	50 -
103+400 a 103+600	Tramo en roca volcánica muy fracturada y alterada con taludes <60 m y Bz de 60°. Se presenta muy inestable y presenta de-rrumbes y caida de rocas. Se deberá considerar una variante.	Calicata de exploración. Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15 50 -
106+400 a 106+600	Tramo en donde el río Huanca-bamba hace un cambio de direc-ción, originando un problema de erosión de plataforma que ha estrechado la vía. Se requiere defensa ribereña.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	50 -
153+500 a 153+800	Tramo con taludes de 70 m. de altura y Bz 75° en estratos de calizas y lutitas con estratificación favorable a la estabilidad pero propensa a caidas de grandes bloques de roca. Se considera una zona de riesgo elevado.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	80 -

156+550 a 156+850	Tramo con taludes < 80 m. de altura, de estratificación de lutitas y calizas con buzamiento favorable a la estabilidad, presenta mucha inestabilidad a caída de grandes bloques de roca. El problema que agrava por el estrechamiento de la vía ocasionado por la erosión del río Chamaya. Se considera tramo muy crítico.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	100 -
163+050 a 163+300	Deslizamiento complejo de roca arenisca con taludes de 80 m. y Bz55° muy fracturada y alterada con coluvio muy inestable. Se considera un tramo de riesgo elevado.	Calicata de Exploración Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	15 80 -
173+400 a 173+500	Es un tramo con estratificación desfavorable (45°)de roca caliza y marga con espesores de capas < 1m y susceptible a caer por falla planar de las capas de estratificación.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	100 -
177+290 a 178+120	Se trata de un tramo de taludes de corte< 25m en su mayoría con estratificación de lutitas y margas desfavorables (Bz20°). Además el talud superior tiene ≈15° y las cunetas de coronación existentes son la causante de la activación de algunos derrumbes. Se deberá considerar ejecutar banquetas y mejoramiento de la geometría del talud inestable.	Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	300 -

187+100 a 187+300	Tramo con taludes < 80 m. y Bz 80 a 90° de estratificaciones de calizas y margas con buzamiento de estratificación subhorizontal. Tiene sectores muy inestables. Se plantea considerar un alejamiento del eje de la vía.	Calicata de exploración. Trinchera de exploración. Evaluación geológica-geotécnica.	20 100 -

TABLA N ° 12
RELACIÓN DE EXCAVACIONES MANUALES EJECUTADAS EN EL ESTUDIO GEOTÉCNICO

Ubicación	Calicata y/o Trinchera	Prof. y /o Long. Investigada		Muestras Alteradas	Muestras Inalteradas
		Calicata (m.)	Trinchera (m.)		
Km 026 + 480	C-1	7.0	-	-	-
Km 026 + 626	C-1	2.7	-	5	-
	C-2	2.5	-	1	-
	T-1	-	150	1	-
Km 026 + 030	T1	-	80	1	-
Km 026 + 651	C-1	1	-	-	-
Km 027 + 030	T2	-	50	1	-
Km 027 + 082	C1	3.0	-	3	-
Km 027 + 150	C-1	3.5	-	1	-
Km 027 + 190	T3	-	60	1	-
Km 027 + 197	C-1	1.0	-	-	-
	C-2	2.0	-	-	-
Km 027 + 300	C2	1.5	-	-	-
Km 027 + 310	C-1	1.5	-	-	-
	C-2	2.5	-	1	-
	C-3	2.5	-	-	-
	T4	-	80	1	-
Km 027 + 320	C3	4.0	-	1	1
Km 027 + 400	C4	2.5	-	2	-
Km 027 + 810	T5	-	240	4	1
Km 027 + 900	T6	-	80	1	-
Km 027 + 400 - Km 028 + 055	T7	-	130	2	-
Km 28 + 055	C5	4.2	-	3	-
	T8	-	100		
	T9	-	450 (Limpieza)		
	C6	4.3	-	3	-
	C7	3.0	-	2	-
	C8	4.2	-	1	-
Km 028 + 090	C5A	3.5	-	-	-
Km 028 + 100	C-1	2	-	-	-
	C-2	3	-	-	-
	C-3	3	-	-	-
	C-4	2	-	-	-
Km 028 + 115	C8A	5.0	-	4	-
Km 028 + 150	C-1	3.5	-	1	2
Km 028 + 065	C-1	3.0	-	-	-
Km 028 + 055	C9	4.5	-	1	-
Km 028 + 182	C-1	1.5	-	1	-

Ubicación	Calicata y/o Trinchera	Prof. y /o Long. Investigada		Muestras Alteradas	Muestras Inalteradas
		Calicata (m.)	Trinchera (m.)		
Km 029 + 746	C-1	3.5	-	3	1
	C-2	2.5	-	-	-
	T-1	-	30.4	2	-
Km 030 + 410	C-1	2.5	-	1	-
Km 030 + 770	C10	5.0	-	2	-
Km 031 + 100	C11	6.0	-	3	-
Km 033 + 125	C101	1.5	-	2	-
Km 033 + 140	T101	-	100	2	-
Km 028 + 055	C209	1.7	-	-	-
	C210	4.5	-	-	-
	C211	5.5	-	-	-
Km 028 + 080	C212	2.8	-	-	-
Km 027 + 550	C213	2.5	-	-	-
	C214	5.3	-	-	-
Km 028 + 090	C5A	3.5	-	-	-
Km 027 + 550	C201	7.0	-	-	-
	C202	7.0	-	-	-
Km 028 + 000	C203	1.6	-	-	-
	C204	1.9	-	-	-
	C205	6.5	-	-	-
	C206	6.0	-	-	-
Km 027 + 420	C207	1.7	-	-	-
	C208	2.85	-	-	-
Km 033 + 170	C102	2.5	-	1	-
Km 033 + 499	C-1	2.5	-	3	-
	C-2	3.0	-	2	2
	T-1	-	120	5	-
Km 034 + 035	C-1	2.5	-	-	-
	C-2	2.5	-	-	-
Km 034 + 860	T10	-	100	2	-
Km 035 + 890	T11	-	250	1	-
	C-1	3.0	-	-	-
Km 035 + 905	C-1	3.0	-	-	-
Km 035 + 975	Quebrada	-	Superficie	1	-
Km 036 + 000	T13	-	400	2	-
Km 036 + 050	C-1	1.0	-	-	-
Km 037 + 195	C-1	2.6	-	-	-
Km 037 + 220	T12	-	200	1	-
	T14	-	100	2	-

Ubicación	Calicata y/o Trinchera	Prof. y /o Long. Investigada		Muestras Alteradas	Muestras Inalteradas
		Calicata (m.)	Trinchera (m.)		
Km 037 + 130	C12	5.0	-	3	-
Km 037 + 225	C-1	2.0	-	1	-
Km 037 + 216	C-13	5.0	-	2	-
Km 037 + 280	C14	5.0	-	2	-
Km 038 + 055	T15	-	200	2	-
Km 038 + 102	C-1	3.0	-	1	-
Km 038 + 068	C15	5.0	-	3	-
Km 038 +145	T16	-	100	1	-
Km 038 + 123	C16	5.0	-	3	-
Km 037 + 154.7	C17	3.0	-	4	-
Km 038 + 540	C18	6.0	-	4	-
Km 038 + 566	C-1	3.0	-	1	-
	T17	-	100	1	-
Km 038 + 576	C19	6.0	-	3	-
Km 038 + 630	C20	3.5	-	3	-
Km 039 + 320	T-1	-	2	-	2
Km 039 + 423	T-1	-	20	-	-
Km 040 + 025	C21	5.5	-	3	-
Km 040 + 027	C-1	2.4	-	1	-
	T-1	-	Sperficial	1	-
Km 040 + 000	T18	-	200	1	-
Km 040 + 050	C22	5.0	-	1	-
Km 040 + 080	C23	3.5	-	4	-
Km 040 + 500	T19	-	60 (Limpieza)	-	-
Km 040 + 550	T20	-	100	2	-
Km 040 + 615	C-1	2.2	-	1	-
Km 040 + 800	C24	4.0	-	2	-
Km 040 + 850	T21	-	80	1	-
Km 040 + 420	C25	1.25	-	1	-
Km 040 + 565	C26	5.0	-	2	-
	C27	6.5	-	2	-
Km 040 + 896	C28	6.5	-	3	-
Km 040 + 610	C29	4.5	-	2	-
Km 041 + 710	C30	1.0	-	1	-
Km 041 + 740	T-1	-	Superficie	1	-
Km 041 + 786	T22	-	80	1	-
Km 044 + 940	C31	4.0	-	1	-
Km 044 + 993	C32	4.0	-	1	-
Km 045 + 000	T23	-	100	2	-

Ubicación	Calicata y/o Trinchera	Prof. y /o Long. Investigada		Muestras Alteradas	Muestras Inalteradas
		Calicata (m.)	Trinchera (m.)		
Km 045 + 034	C33	5.0	-	1	-
Km 045 + 625	T-1	-	20	2	-
Km 048 + 033	T24	-	100	1	-
Km 048 + 040	C34	6.0	-	2	-
Km 048 + 054	C-1	2.2	-	-	-
Km 048 + 095	C35	6.0	-	2	-
Km 048 + 100	T25	-	100	1	-
Km 048 + 860	C36	5.0	-	2	-
Km 048 + 913	C37	5.0	-	1	-
Km 054 + 560	C38	2.5	-	2	-
Km 054 + 600	T26	-	70	1	-
Km 054 + 632	C39	6.0	-	1	-
Km 054 + 640	C40	1.5	-	1	-
Km 055 + 015	C41	4.0	-	1	-
Km 055 + 070	C42	6.5	-	1	-
Km 055 + 075	C43	1.5	-	1	-
Km 055 + 097	T27	-	120	3	-
Km 055 + 100	C44	2.5	-	2	-
	C45	4.0	-	1	-
Km 057 + 086	C46	6.0	-	1	-
Km 057 + 105	C48	6.0	-	2	-
Km 057 + 122	C49	3.0	-	1	-
	C50	7.0	-	2	-
Km 057 + 125	T28	-	150	2	-
Km 057 + 130	C51	6.0	-	2	-
Km057 + 140	C52	6.0	-	1	-
Km 057 + 150	C53	6.0	-	1	-
Km 057 + 180	C54	4.0	-	1	-
	C55	6.0	-	2	-
Km 057 + 670	T29	-	50	1	-
Km 058 + 232	T30	-	100	1	-
Km 058 + 270	C57	2.0	-	3	-
Km 058 + 325	C56	2.5	-	3	-
Km 058 + 316	C58	3.0	-	1	-
Km 058 + 335	T31	-	80	1	-
Km 058 + 940	C59	0.5	-	1	-
Km 058 + 970	C60	1.0	-	2	-
Km 059 + 000	C61	2.0	-	1	-
	T32	-	80	1	-

Ubicación	Calicata y/o Trinchera	Prof. y /o Long. Investigada		Muestras Alteradas	Muestras Inalteradas
		Calicata (m.)	Trinchera (m.)		
Km 068 + 810	C62	5.0	-	1	-
Km 068 + 850	C63	5.0	-	2	-
Km 068 + 865	C64	3.5	-	1	-
Km 069 + 420	C65	4.0	-	3	-
Km 069 + 480	C66	4.5	-	1	-
Km 069 + 508	C67	4.0	-	2	-
Km 079 + 460	C68	1.2	-	1	-
Km 079 + 470	C69	2.2	-	1	-
Km 079 + 510	C70	3.0	-	2	-
Km 071 + 545	T33	-	80	1	-
Km 073 + 340	T34	-	80	1	-
Km 079 + 530	C71	1.2	-	2	-
Km 080 + 130	C72	2.7	-	4	-
Km 080 + 140	C73	1.5	-	2	-
Km 080 + 160	C74	1.6	-	2	-
Km 080 + 155	T35	-	30	1	-
Km 083 + 440	C75	2.7	-	2	-
Km 083 + 462	C76	2.1	-	2	-
	T36	-	30	2	-
Km 083 + 610	C77	1.1	-	1	-
	T37	-	50	1	-
Km 084 + 740	T38	-	80	1	-
Km 092 + 970	C78	7.2	-	5	-
Km 092 + 995	T39	-	60	1	-
Km 093 + 010	C79	7.0	-	4	-
Km 103 + 470	C80	3.0	-	2	-
Km 103 + 640	C81	2.5	-	1	-
Km 103 + 600	T40	-	50	1	-
Km 106 + 500	T41	-	60	1	-
Km 153 + 500	T42	-	100	1	-
Km 163 + 150	C82	3.0	-	1	-
Km 163 + 170	T43	-	60	1	-
Km 163 + 180	C83	2.5	-	1	-
Km 177 + 220	T44	-	80	-	1
Km 177 + 290	Talud	-	Superficie	1	-
Km 177 + 560	T45	-	80	-	1
Km 177 + 760	T46	-	80	1	-
Km 177 + 870	Talud	-	Superficie	1	-
Km 187 + 110	C84	2.0	-	4	-
Km 185 + 950	Talud	-	Superficie	1	-
Km 187 + 130	C85	2.1	-	3	-
Km 187 + 165	C86	2.0	-	2	-
Km 187 + 200	C87	2.2	-	2	-
Km 187 + 240	C88	2.0	-	2	-
Total		500.3	5472.4		

TABLA Nº 13

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

Excavación	Progresiva (Km.)	Muestra	Profundidad (m)	Ensayos Estándar				
				Tamizado	Hidrómetro	Límites de Atterberg	Humedad	Compresión Simple
C-1	28+150	MI-1	2.6-3.5	x	x	x	x	x
C-1	29+746	MI-1	2.6-3.5	x	x	x	x	x
C-2	33+500	MI-1	1.7-3.0	x	x	x	x	x
T-1	33+320	MI-1	1.0-2.0	x	x	x	x	x
T-1	177+290	MI-1	0.0-1.0	x	x	x	x	
T-1	177+870	MI-1	0.0-1.0	x	x	x	x	

TABLA Nº 14

ENSAYOS DE MECANICA DE ROCA

Progresiva	Tipo de Roca	Ensayos Estándar	Ensayos Especiales	
		Propiedad Indice	Carga Puntual	Corte Directo
49+000	Esquisto	x	x	x
56+000	Andesita	x	x	x
174+000	Caliza	x	x	x
192+500	Arenisca	x	x	x

NIVEL DE RIESGO A INESTABILIDAD DE TALUDES

PROGRESIVA		1 +100 1 + 300	16 + 780	22+450	24+900	26+500	28+630	26+900	27+00	27+150	27+850 28+050	28+450	29+380	29+500	29+760	29+960
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1
Evolución	NULA (0) PROGRESA (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) > 1000 (3)	1	2	1	2	1	3	2	1	1	3	2	1	2	1	1
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
DAÑOS MATERIALES	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	1	1	2	1	2	2	1	1	3	1	1	2	1	1
VALORACION		7	7	6	8	6	9	8	6	6	12	8	7	9	6	7
TIPOLOGIA		Desprendi-miento	Deslizamiento planar	Traslacional	Traslacional	Flujo	Rotacional y flujo	Rotacional	Rotacional	Rotacional	Rotacional	Derrumbe	Derrumbe	Complejo	Rotacional	Desprendimiento
VOLUMEN (M3)		100	300	100	1000	50	1200	900	50	100	700000	400	100	600	100	100
NATURALEZA DEL MATERIAL		Roca Metamórfica Fracturada	Stock de Roca Volcánica	Granodiorita altamente intemperizada	Coluvial y roca completamente fracturada	Suelo Coluvial eluvial	Roca alterada y suelo residual y coluvial	Coluvial Residual	Coluvial	Suelo Residual	Suelo eluvial roca metamórfica	Suelo eluvial	Coluvio eluvial	Suelo coluvial	Coluvio aluvial	Coluvial
ALTURA (m.)	TALUD (°)	76	52	74	68	38	42	Sub Vertical	63	72		65	—	85	—	62°
	ZONA INESTABLE	15	30	15	35	30	50	20	20	8	Todo	30	20	20	Todo	10
CIRCUNSTANCIAS		Lluvia Sismo	Lluvia Sismo	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Luvia sismo	Lluvia sismo	Lluvia y Sismo	Lluvia	Lluvia	Lluvia fuerte	Lluvia moderada	Lluvia fuerte
DAÑOS	HUMANOS	—	—	No	No	No	No	No	No	No	SI	No	No	No	No	No
	MATERIAL	—	—	No	No	No	No	No	No	No	SI	No	No	SI	No	No
ANTECEDENTES		Sistema de discontinuidad variable	Deslizamiento Anterior	Derrumbe anterior	Junto a un deslizamiento en condiciones similares	Derrumbe anterior	Derrumbe en evolución	Derrumbe en la parte inferior	Derrumbe anterior	Derrumbe anterior de grandes proporciones	Deslizamiento reactivado en evolución	Derrumbe anterior	Derrumbe anterior	Derrumbe anterior	—	Derrumbe anterior
NIVELES DE RIESGO		moderado	moderado	bajo	elevado	bajo	Moderado a alto	Moderado	bajo	bajo	muy elevado	Moderado	Moderado a bajo	Moderado	bajo	moderado a bajo

PROGRESIVA		30+350 30+460	31+120 - 31+180	31+425 - 31+600	33+050 - 33+200	33+450 33+580	34+170 - 34+260	34+300 - 34+360	34+725 - 34+975	35+830 - 35+895	35+980 - 36+000	37+000 - 37+060	37+135 - 37+335	37+900 - 37+990
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	2	2	1	2	1.5	2	1	2	2	2	1.5	2	2
Evolución	NULA (0) PROGRESA (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) > 1000 (3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAÑOS MATERIALES	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	2	1	2	2	1	1	2		2	2	2	2
VALORACION		10	11	6	10	9.5	9	8	10	1	6	9.5	10	10
TIPOLOGIA		Deslizamiento y derrumbe complejo en suelo y roca metamórfica muy alterada a descompuesta	Deslizamiento rotacional	Deslizamiento en rocas meta-mórficas y coluvio	Deslizamiento rotacional complejo con derrumbe	Deslizamiento rotacional en coluvio y roca metamórfica descompuesta	Deslizamiento rotacional en coluvio y roca descompuesta	Deslizamiento complejo en coluvio y rocas metamorficas	Deslizamiento complejo y derrumbe interesando coluvio y roca descompuesta	Deliizamiento rotacional en coluvio, roca descompuesta	Avenidas de huayco de quebrada	Deslizamiento en coluvio con flujos de lodos	Desliasmiento en en coluvio y rocas metamorficas descompuestas	Deslizamiento en rocas metamórficas descom-puestas y coluvio
VOLUMEN (M3)		6000	6000	3000	4000	12000	6000	1500	12000	2000	50	1500	2500	1500
NATURALEZA DEL MATERIAL		Suelo limo arcilloso metamórfico muy deteriorado a descompuesta	Roca metamórfica muy alterada a descompuesta	Esquistos muy meteorizados con grava limosa	Suelo limo arcilloso y esquistos descompuestos	Roca metamórfica descompuesta arcillosa	Suelo limo arcilloso con bloques y rocas descompuestas	Gravas limosas y esquistos muy meteorizados	Suelo ML arenoso algo arcilloso coluvial con bloques ejecutando rocas descompuestas	Arcilo limoso englobando cantos y bloques	Gravas areno limosas con bloques	Gravas limo arcillosas con bloques	Gravas areno limosas y esquistos muy meteorizados	Esquistos muy meteorizados y gravas limosas con bloques
ALTURA (m.)	TALUD (°)	35-45°	30°-45	40°	30°-35	40 (inferior) 20° (superior)	40°	40°-68°	45°	45°	10°	30°-40°	35°	40°
	INESTABLE ZONA	60-70	90-100	45-50	60	50	40	55	150	20	10	35-40	40	30
CIRCUNSTANCIAS		Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Se activan en lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias
DAÑOS	HUMANOS	Poco probable	X		X	X	X	X	X		X			
	MATERIAL	Deterioro e interrupción parcial de la vía	Invade vía	Cuneta y parcialmente vía	Interrupción parc de la vía	Deterioro e interrupción de la vía	Cuneta	Cuneta y parcialment vía	Interrumpe	Cuneta y hundimiento de vía	Interrumpen la vía (1-2 horas)	Cuneta y parcialmente la vía	Hundimiento de vía relleno de cuneta y alcantarillado	Invaden parcialmente la vía
ANTECEDENTES		Se activa en meses de lluvias	El '83 comenzó a funcionar la variante		El '95 interrumpi la vía	Se activa en epocas de fuertes precipitaciones	Se activa en lluvias		Se activa el '95 en lluvias	Se activó en Marzo del '95	El 14/3/98 invadió parcialmente la plataforma			
NIVEL DE RIESGO		Muy elevado	Muy elevado	Elevado	Muy elevado	Elevado	Elevado	Elevado	Muy elevado	Elevado	Moderado	Elevado	Muy elevado	Muy elevado

PROGRESIVA		30+400 30+440	31+120 - 31+180	31+425 - 31+600	33+095 - 33+115	33+490- 33+500	34+170 - 34+260	34+360 - 34+360	34+730- 34+770	35+880- 36+120	35+980- 36+000	36+980- 37+020	37+135 - 37+335	37+900 - 37+990
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	2	2	1	2	1.5	2	1	2	2	2	1.5	2	2
Evolución	NULA (0) PROGRESA (3)	2	1	1	2	2	1	1	3	2	2	2	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) 100 -1000 (2) > 1000 (3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	2	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
DAÑOS MATERIALES	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2
VALORACION		13	11	8	13	10.5	9	8	14	11	6	10.5	10	10
TIPOLOGIA		Deslizamiento Translacional y flujo	Deslizamiento rotacional	Deslizamiento en rocas meta-mórficas y coluvio	Deslizamiento tranalacional y flujo	Deslizamiento rotacional y flujo	Deslizamiento rotacional en coluvio y roca descompuesta	Deslizamiento complejo en coluvio rocas metamorfic	Deslizamiento complejo (antiguo) y flujo	Delizamiento rotacional-tranalacional	Avenidas de huayco de quebrada	Deslizamiento en coluvio con flujos de lodos	Deslizamiento en en coluvio y rocas metamorficas descompuestas	Deslizamiento en rocas metamórficas descom-puestas y coluvio
VOLUMEN (M3)		5000	5000	3000	4000	12000	5000	1500	12000	2000	50	1500	2500	1500
NATURALEZA DEL MATERIAL		Suelo limo arcilloso metamórfico muy deteriorado a descompuesta	Roca metamórfica muy alterada a descompuesta	Esquistos muy meteorizados con grava limosa	Suelo limo arcilloso y esquistos descompuestos	Roca metamórfica descompuesta arcillosa	Suelo limo arcilloso con bloques y rocas descompuestas	Gravas limosas y esquistos muy metiorizados	Suelo ML arenoso algo arcilloso coluvial con bloques ejecutando rocas descompuestas	Arcillo limoso englobando cantos y bloques	Gravas areno limosas con bloques	Gravas limo arcillosas con bloques	Gravas areno limosas y esquistos muy meteorizados	Esquistos muy meteorizados y gravas limosas con bloques
ALTURA (m.)	TALUD (°)	40+45°	30°-45	40°	40+45°	40 (inferior) 20° (superior)	40°	40°-68°	45°	20°	10°	30°-40°	35°	40°
	INESTABLE ZONA	60-70	90-100	45-50	60	50	40	55	150	50-70	10	20-60	40	30
CIRCUNSTANCIAS		Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Se activan en lluvias	Epocas de lluvias	Epocas de lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias
DAÑOS	HUMANOS	Poco probable	X		X	X	X	X	X		X			
	MATERIAL	Deterioro e interrupción parcial de la vía	Invade vía	Cuneta y parcial-mente vía	Interrupción parcial de la vía	Deterioro e interrupción de la vía	Cuneta	Cuneta y parcialmente vía	Interrumpe	Cuneta y hundimiento de la vía	Interrumpen la vía (1-2 horas)	Cuneta y parcialmente la vía	Hundimiento de vía relleno de cuneta y alcantarillado	Invaden parcialmente la vía
ANTECEDENTES		Se activa en meses de lluvias	El '83 comenzó a funcionar la variante		El '95 interrumpió la vía	Se activa en epocas de fuertes precipitaciones	Se activa en lluvias		Se activa el '95 en lluvias	Se activó en Marzo del '95	El 14/3/96 invadió parcialmente la plataforma			
NIVEL DE RIESGO		Muy elevado	Muy elevado	Elevado	Muy elevado	Elevado	Elevado	Elevado	Muy elevado	Elevado	Moderado	Elevado	Muy elevado	Muy elevado

PROGRESIVA		46+730 46+815	47+350 47+467	48+000 48+150	48+300 -48+370	48+683 48+865	50+240 50+332	50+420 50+680	50+925 51+020	54+560 54+650	55+020 55+150	57+100 57+200	57+600 57+750	58+230 58+300	58+540 58+620	58+930 59+070
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	2	2	2	2	2	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Evolución	NULA (0) PROGRESA (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) > 1000 (3)	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)		—	0	—	—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—
DAÑOS MATERIALES	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	1.5	2	2	1.5	2	1.5	2	1.5	2	2	1.5	2	2	2	2
VALORACION		9.5	9	10	9.5	10	8	10	8.5	10	10	9.5	10	10	10	10
TIPOLOGIA		Derrumbe y deslizamiento combinado	Deslizamiento en esquistos y volcánicos	Derrumbe y deslizamiento de roca metamórfica y coluvio que originan hundimiento en plataforma	Deslizamiento complejo	Deslizamiento complejo	Derrumbe y desprendimientos de bloques rocosos	Desprendimientos de bloques rocosos	Desprendimientos de bloques rocosos	Derrumbes de material metamórfico muy meteorizado y coluvio	Derrumbe y deslizamiento rotacional	Deslizamiento rotacional en rocas metamórficas y coluvio	Huayco de quebrada	Deslizamiento rotacional en rocas metamórficas	Deslizamiento en coluvio y roca metamorfica	Deslizamiento en coluvio y roca metamórfica
VOLUMEN (M3)		2000	1000	1500	2000	7000	1000	2000	500	1500	2000	2000	80	2000	2500	3000
NATURALEZA DEL MATERIAL		Rocas Vocánicas y depósitos coluviales	Rocas descompuestas (esquistos y volcánicos).	Roca metamórfica fuertemente fracturada y alterada	Roca metamórfica (esquistos, filitas)	Rocas volcánicas andesiticas	Rocas volcánicas andesiticas	Rocas volcánicas y coluvios	Rocas volcánicas	Esquistos y filitas muy fisurado y meteorizado	Rocas metamórficas y coluvio	Rocas metamórficas y coluvio	Graves arena bloque	Rocas metamórficas esquistosas y coluvio	Depósitos coluviales y esquistos meteorizados	Depósitos coluviales y rocas esquistos
ALTURA (m.)	TALUD (°)	45°-80°	60°	60°-70°	45°	40°	40°	45°-50°	60°	35°-80°	40°	45°	20°	45°	45°	40°
	ZONA INESTABLE	40	20	35	35-40	50	20	35	20	45-50	35	40	20	40-45	60	50
CIRCUNSTANCIAS		Se activan en épocas de lluvias	En lluvias se activan	Se reactivan cuando llueve	Se activan en épocas de lluvias	Se activan en épocas de lluvia	Se activan en épocas de lluvia	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activa cuando llueve	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activa cuando llueve	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias
DAÑOS	HUMANOS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	MATERIAL	Interrupción de la carretera	Interrumpen el tráfico	Parcialmente invade la orilla	Interrupción parcial de la carretera	Interrupción parcial de la via	Interrupción parcial de la via	Interrupción de la carretera	Interrupción de la via	Parcialmente invade la via	Agrietamientos en la via	Interrupción y hundimiento de la via	Interrumpen la via y erosión del borde de la plataforma	Interrumpen tráfico hundimiento de via	Interrumpe la via	Interrumpe la via
ANTECEDENTES		Se activó el mes de Marzo '96	—		Se activó el mes de Marzo '98	Se activó el mes de Marzo '96	—	Se activó el mes de Marzo '96	Se activó el mes de Marzo '96		Los agrietamientos se acentúan cada vez más	En Marzo del 96 se detectó hundimiento		Los hundimientos de la via se acentúan	Se reactivan en Marzo '97	Se reactivan en Marzo '98
NIVELES DE RIESGO		Elevado	Muy elevado	Muy elevado	Elevado	Muy elevado	Elevado	Muy elevado	Elevado	Muy elevado	Muy elevado	Muy elevado	Muy elevado	Muy elevado	Muy elevado	Muy elevado

PROGRESIVA		60 + 365	61 + 120	62 + 200	63+300 63+450	63 + 650	63+650 63+800	64 + 110	64 + 530	64 + 415	65 + 030	68 + 230	68 + 800 68 + 930	69 + 450 69 + 560	70 + 950	71+450 71+350
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1
Evolución	NULA (0) PROGRESA (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	0	0	1	2	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) > 1000 (3)	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAÑOS MATERIALES	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2
VALORACION		6	5	7	8	5	6	6	7	6	7	8	8	8	7	9
TIPOLOGIA		Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Deslizamiento traslacional	Huayco de Quebrada	Deslizamiento traslacional	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quabrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Rotacional y traslacional
VOLUMEN (M3)		200	200	250	300	150	400	200	250	200	300	400	200	200	250	1.200
NATURALEZA DEL MATERIAL		Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Roca Triturada	Grava arenosa	Roca Descompuesta metamórfica	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Roca metamórfica alterada y descompuesta
ALTURA (m.)	TALUD (°)	10°	10°	20°	59	10°	55° -80°	15°	25°	20°	20°	15°	15°	15°	15°	45°
	ZONA INESTABLE				60		20									50
CIRCUNSTANCIAS		Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia
DAÑOS	HUMANOS	—	—	—	No	—	No	—	—	—	—	—	—	—	—	No
	MATERIAL	—	—	—	No	—	No	—	—	—	—	Interrumpe la via	Erosión Plataforma	Interrumpe la via	—	No
ANTECEDENTES					Sistema de foliación favorable a la caida		Sistema de foliación favorable				Deslizamien anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior		Deslizamiento anterior
NIVELES DE RIESGO		Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado	Elevado	Moderado	Elevado

PROGRESIVA		60 + 365	60+560 60+690	61 + 120	62 + 200	63+350 63+440	63 + 650	63+650 63+800	64 + 110	64 + 530	64 + 415	65 + 030	68+200 68+300	68+750 68+850	69+340 69+620	70 + 950	71+400 71+600
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2
Evolución	NULA (0) PROGRESA (3)	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30°(1) FUERTE >30° (2)	0	2	0	1	2	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) 100 - 1000 (2) > 1000 (3)	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAÑOS MATERIALES	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2
VALORACION		6	12	5	7	9	5	6	6	7	6	7	9	9	9	7	10
TIPOLOGIA		Huayco de Quebrada	Flujo Aluvional de quebrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Flujo Aluvional de quebrada	Huayco de Quebrada	Deslizamiento traslacional	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Huayco de Quebrada	Flujo aluvional de quebrada	Flujo aluvional de quebrada	Flujo aluvional de quebrada	Huayco de Quebrada	Deslizamiento rotacional y traslacional
VOLUMEN (M3)		200	400	200	250	300	150	400	200	250	200	300	400	200	200	250	1.200
NATURALEZA DEL MATERIAL		Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Gravas y cantos con lodo	Grava arenosa	Roca Descompuesta metamórfica	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Grava arenosa	Roca metamórfica alterada y descompuesta
ALTURA (m.)	TALUD (°)	10°	10°	10°	20°	15°	10°	55° -80°	15°	25°	20°	20°	15°	15°	15°	15°	40-45°
	ZONA INESTABLE	----	----	----	----	----	----	20	----	----	----	----	----	----	----	----	50
CIRCUNSTANCIAS		Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Se activa en temporadas de lluvias	Se activa en temporadas de lluvias	Se activa en temporadas de lluvias	Lluvia	Se activa en temporadas de lluvias
DAÑOS	HUMANOS	----	----	----	----	No	----	No	----	----	----	----	----	----	----	----	No
	MATERIAL	----	----	----	----	No	----	No	----	----	----	----	Interrumpe la vía	Erosión Plataforma	Interrumpe la vía	----	No
ANTECEDENTES		----	Se eleva el nivel del lecho del río	----	----	Sistema de foliación favorable a la caída	----	Sistema de foliación favorable	----	----	----	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	----	Deslizamiento anterior
NIVELES DE RIESGO		Medio	Muy elevado	Medio	Medio	Elevado	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Elevado	Elevado	Elevado	Medio	Elevado

PROGRESIVA		72+240 72+400	72+840 a 72+940 72+973 a 73+300	73+100 73+300	73+920	75+430 75+470	75+980 76+000	76+200 76+340	77+150 77+250	79+100 79+120	79+300	79+100 79+600	80+100 80+300	80+950	82+300	83+400 83+700	84+600 84+800	87+450 87+510	87+900
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1
Evolución	NULA (0) PROGRESA (3)	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	3	1	1	3	1	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) 100 - 1000 (2) > 1000 (3)	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	3	3	1	1
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAÑOS MATERIALES	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO(3)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2
VALORACION		8	10	8	5	9	8	9	8	9	9	10	12	7	6	12	9	6	7
TIPOLOGIA		Traslacional planar y cuñas	Derrumbe y flujo aluvional	Deslizamiento Traslacional	Huayco de Quebrada	Derrumbe caida de rocas	Vuelco mixto	Derrumbe caida de rocas	Desprendimiento de fragmentos de rocas	Traslacional y planar	Traslacional y planar	Compuesto Deslizamiento Traslacional y planar	Compuesto Deslizamiento rotacional y derrumbe	Deslizamiento Traslacional	Deslizamiento planar y cuña	Derrumbe caida de rocas	Derrumbe caida de coluvio	Derrumbe caida de rocas	Desprendimiento de roca fracturada
VOLUMEN (M3)		1000	400	200	100	900	100	900	150	120	200	400	50000	100	100	150000	1200	100	100
NATURALEZA DEL MATERIAL		Roca metamórfica fracturada e intemperizada	Roca metamórfica alterada	Roca metamórfica fracturada	Grava arenosa	Roca metamórfica muy meteorizada	Roca metamórfica fracturada	Roca metamórfica de moderada a muy meteorizada	Roca metamórfica alterada y descompuesta	Roca metamórfica fracturada	Roca metamórfica fracturada	Roca metamórfica fracturada	Roca triturada y coluvial	Roca metamórfica fracturada	Roca metamórfica fracturada	Material coluvial de origen metamórfico	Depósito coluvial GP-GM	Roca volcánica de ligera a moderadamente meteorizada	Roca volcánica fracturada
ALTURA (m.)	TALUD (°)	75-85	55-60°	60	5°	65°	72	50-90°	50-80	86	68	68-72°	30-50°	70-75	58	40-65°	68°	88°	75
	ZONA INESTABLE	15	20-50	20		35	10	40	15	15	15	55-65	50	10	5	30-50	35	55	15
CIRCUNSTANCIAS		Lluvia	Lluvia	Se activan en lluvias intensas	Lluvia	Se activa en temporadas de lluvia	Lluvia	Se activa con lluvias	Se activa durante las lluvias	Lluvia	Lluvia	Se activan en lluvias	Se activan en temporadas de precipitaciones pluviales	Se activan en lluvias	Ocurre en épocas de lluvia	Se torna crítico en temporadas de lluvia	Se activa en temporadas de lluvia	Se activa en temporadas de lluvia	Se activa en lluvias
DAÑOS	HUMANOS	No	No		—	----	No	----		No	No	---	No	---	---	No	No	---	
	MATERIAL	No	No		—	—	No	—		No	No	—	SI	—	—	SI	NO	—	
ANTECEDENTES		Sistema de foliación y fractura favorable a la caida	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior		—	Deslizamiento en la parte inferior	----	Deslizamiento anterior	Sistema de fracturamiento	Sistema de fractura	---	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento antiguo	Deslizamiento anterior y asentamiento en la plataforma	—	
NIVELES DE RIESGO		Medio	Elevado	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Elevado	Elevado	Medio	Medio	Elevado	Medio a Elevado	Medio a Bajo	Medio

PROGRESIVA		90+105-90+132	90+714 90+950	91+357 91+412	92+430 92+448	92+637 92+710	92+980 93+020	95+400-95+490	95+740-95+775	97+600-97+660	98+480 98+530	98+840-98+850	99+000	99+085-99+115	100+285-100+335	103+470 103+600	104+260-104+400
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1
Evolución	NULA (0) PROGRESA (1)	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	0		0	0		2	0	0	0	0			0	0	2	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) 100 - 1000 (2) > 1000 (3)	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	2
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	1	0
DAÑOS MATERIALE	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1
VALORACION		4	6	4	5	8	9	4	5	4	6	8	8	4	4	13	7
TIPOLOGIA		Desborde de cono deyectivo de quebrada a la vía	Desprendimientos de fragmentos derocas y material coluvial	cono deyectivo de quebrada	Avenida de pequeño huayco	Desprendimientos de rocas por falla planar y cuña	Flujo aluvional de quebrada	Huayco de quebrada	Huayco de quebrada	Pequeños Huaycos de quebrada	Huayco de quebrada	Erosión fluvial afectando muro de defensa de borde de plataforma de la vía	Agrietamientos de la vía por erosión fluvial	Huayco de quebrada	Huayco de quebrada	Compuesto deslizamiento rotacional y desprendimiento de bloques	Caída de material coluvial con bloques
VOLUMEN (M3)		20	50	25	20	100	150	50	30	35	30	10	---	20	15	2.000	50
NATURALEZA DEL MATERIAL		Gravas arenosas con bloques (GP+B)	Bloques y fragmentos rocosos, con gravas areno limosas	Gravas arenosas y bloques (GP+B)	Gravas areno limosos con bloques (GP-GM+B)	Bloques de rocas volcánicas	Gravas arenosas con bloques (GP+B)	Gravas areno limosas con bloques (GP-GM+B)	Gravas arenosas con bloques (GP+B)	Gravas arenosas con bloques (GP+B)	Gravas arenosas con bloques (GP+B)	Gravas arenosas	Gravas areno limosas (GP-GM)	Gravas arenosas con bloques (GP+B)	Gravas arenosas con bloques	Rocas volcánicas y depósito coluvial	Depósitos coluviales con bloques
ALTURA (m.)	TALUD (°)	8°	35°	9°	5°	30° - 35°	7-12°	5°	5°	5°	5°	70°	70°	5°	5°	53°	45°
	ZONA INESTABLE	—	15	---	---	20	---	---	---	---	---	10	---	---	---	100	20
CIRCUNSTANCIAS		Las avenidas huaycos se originan en lluvias intensas	Los desprendimientos aumentan con las lluvias	Se activan en lluvias intensas	Se activan en lluvias intensas	Los desprendimientos se activan con las lluvias	Ocurren en épocas lluviosas	Se activan con lluvias intensas	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	se activan durante las lluvias	Durante crecidas del río	Se acelera durante crecidas del río	Se activan durante lluvias	Ocurren durante fuertes lluvias	Se activan durante las lluvias	Se activan durante las lluvias
DAÑOS	HUMANOS	—	—	—	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	—
	MATERIAL	Invaden parcialmente la vía	Invaden parcialmente la vía	Invaden parcialmente la vía	afectan parcialmente la vía, obstrucción de alcantarilla	Interrumpe por varias horas el tráfico	Afecta parcialmente la vía	Obstrucción de la alcantarilla	Afecta parcialmente la vía	Muy esporádicamente afecta vía	Deterioro de alcantarilla y muro de contención	Erosión del muro de defensa	Agrietamiento en borde de vía	Obstrucción de alcantarilla	Invade baden existente	Interrumpe vía	Afecta ligeramente la vía
ANTECEDENTES		---	---	---	---	---	En marzo del '95 se desborde afectando vía	---	---	En Marzo del '93 afectó vía	---	—	---	---	---	—	—
NIVELES DE RIESGO		Bajo a Medio	Medio	Bajo a Medio	Medio	Elevado	Medio a Elevad	Bajo a Medio	Medio	Bajo a Medio	Medio	Medio a Elevado	Medio a Elevad	Bajo a Medio	Bajo a Medio	Muy Elevado	Elevado

PROGRESIVA		106+650 106+680	111+000 111+200	112+360 112+450	118+200- 118+480	119+395 119+460	125+600 125+750	129+150 129+280	134 + 850	137+230 137+350	139 + 200
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Evolución	NULA (0) PROGRESA (3)	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2) < 10 (0)	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2
Volumen (m3)	10 - 100 (1) 100 - 1000 (2) > 1000 (3)	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	0	0	—	—	—	0	0	0	0	0
DAÑOS MATERIALE	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2
VALORACION		8	6	6	5	5	7	8	6	8	7
TIPOLOGIA		Erosión fluvial afectando borde de la plataforma de la vía	Caídas de material coluvial	Caídas de rocas volcánicas y material coluvial	Haycos de pequeñas quebradas	Huayco de quebrada	Derrumbe caída de rocas	Derrumbe caída de rocas	Desprendimiento de roca suelta	Derrumbe caída de material aluvial	Caída de bloques sueltos
VOLUMEN (M3)		50	50	50	30	25	50	200	50	5000	50
NATURALEZA DEL MATERIAL		Gravas arenosas (GP)	Gravas limo arenosas con bloques (GP-GM+B)	Bloques de rocas volcánicas y coluvial	Gravas arenosas con bloques	Gravas arenosas con bloques	Roca caliza con intercalaciones de lutitas	Depósito coluvial grueso con matriz limo arenoso	Roca volcánica fracturada	Arena limosa con bolones de hasta 1m.	Depósito coluvial grueso con matriz limosa
ALTURA (m.)	TALUD (°)	70°	45°	45°	----	5°	86°	75°	65°	36-90°	80
	ZONA INESTABLE	10	20	20	----	----	80	40	20	45	12
CIRCUNSTANCIAS		Durante crecidas del río	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en épocas lluviosas	Se activa en temporadas de en lluvias	Se produce con las lluvias	Se activa en lluvias	Intercalaciones o lentes de arena	Se activa en lluvias
DAÑOS	HUMANOS	—	—	—	—	—	----	----	----	No	
	MATERIAL	Erosión del borde de plataforma	Afecta ligeramente la vía	Afectan ligeramente la vía	Invaden parcialmente la vía	Obstrucción de alcantarilla e invade vía	—	Cubre y deteriora la carpeta asfáltica	Afecta a la plataforma	SI	Afecta a la plataforma
ANTECEDENTES		—	----	—	—	—	----	—	----	Deslizamiento anterior	—
NIVELES DE RIESGO		Elevado	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio a Elevado	Medio	Medio a Elevado	Medio

PROGRESIVA		125 + 600	129 + 250	134 + 860	137 + 200	139 + 200	139 + 960	142 + 060 142+180	142 + 180 142+350	145 + 510	152 + 100 152+150	153 + 500 153+800	156 + 550 156+850	157 + 200 157+450
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Evolución	NULA (0) PROGRESA (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) 100 - 1000 (2) > 1000 (3)	1	2	1	3	1	1	2	2	2	2	3	3	3
DAÑOS	HUMANO NO (0) SI (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MATERIALES LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
VALORACION		7	8	6	9	7	7	8	8	7	8	9	10	9
TIPOLOGIA		Deslizamiento en cuña	Desprendimiento de roca suelta	Desprendimiento de roca suelta	Deslizamiento	Caída de bloques sueltos	Caída de bloques sueltos	Deslizamiento planar y cuña	Deslizamiento en forma de cuña	Huayco de Quebrada	Traslacional	Deslizamiento traslacional	Movimiento complejo	Deslizamiento traslacional
VOLUMEN (M3)		50	200	50	5000	50	50	120	140	400	100	3000	30000	4.000
NATURALEZA DEL MATERIAL		Roca caliza con intercalaciones de lutitas	Depósito coluvial grueso con matriz limo arenoso	Roca volcánica fracturada	Arena limosa con bolones de hasta 1m.	Depósito coluvial grueso con matriz limosa	Roca volcánica fracturada	Roca volcánica fracturada	Roca volcánica fracturada	Gravas arenosas con bloques	Material coluvial	Roca descompuesta alterada, matriz arcillosa de baja plasticidad	Roca caliza con intercalaciones de lutitas	Material lutaceo
ALTURA (m.)	TALUD (°)	82	60-75°	65°	85	80	46	85	75	10	75	78	40-75	51
	ZONA INESTABLE	Parte superior	10	20	10	12		30	20-40		15	30-50	30	5
CIRCUNSTANCIAS		Se activa en lluvias	Se produce con las lluvias	Se activa en lluvias	Intercalaciones o lentes de arena	Se activa en lluvias	Ocurre en épocas de lluvia	Lluvia y sismo	Lluvia y sismo	Ocurre en épocas de lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia
DAÑOS	HUMANOS				No			No	No		No	No	SI	No
	MATERIAL	—		Afecta a la plataforma	SI	Afecta a la plataforma		SI	SI	interrumpe vía	NO	SI	SI	SI
ANTECEDENTES					Deslizamiento anterior			Sistema de fractura favorable a la caída	Sistema de discontinuidades variable		Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior
NIVELES DE RIESGO														

PROGRESIVA		139 + 960	141+850 142+150	142 + 180 142+350	145 + 510	152 + 100 152+150	153+540 a 153+660 153+700 a 153+770	156+680 a 156+760 156+750 a 156+770	157+200 157+450	162+620- 162+800	163+050 163+285	168+570- 168+650	170+950 170+980	172 + 200 172 + 410
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2
Evolución	NULA (0) PROGRESA (1)	1	3	1	1	1	2	2	1	2	3	1	2	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2) < 10 (0)	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volumen (m3)	10 - 100 (1) 100 - 1000 (2) > 1000 (3)	1	2	2	2	2	3	3	3	1	3	3	2	3
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DAÑOS MATERIALES	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
VALORACION		7	11	8	7	8	11	10	9	8	13	10	10	10
TIPOLOGIA		Caída de bloques sueltos	Derrumbe caída de rocas	Deslizamiento en forma de cuña	Huayco de Quebrada	Traslacional	Derrumbe caída de material coluvio-eluvial	Compuesto erosión fluvial y caída de rocas	Deslizamiento traslacional	Derrumbe caída de rocas	Derrumbe caída de rocas y coluvio	Huaycos de ladera en material coluvial	Derrumbe caída de rocas	Caída de bloques de calizas y lutitas por falla tipo volteo con estratificación
VOLUMEN (M3)		50	120	140	400	100	3000	30000	4.000	3000	5000	1500	1000	1500
NATURALEZA DEL MATERIAL		Roca volcánica fracturada	Roca volcánica fracturada	Roca volcánica fracturada	Gravas arenosas con bloques	Material coluvial	Roca descompuesta alterada, matriz arcillosa de baja plasticidad	Roca caliza con intercalaciones de lutitas	Material lutaceo	Bloques de areniscas, limolitas y lutitas friables	Bloques de areniscas, limolitas y lutitas friables	Depósito coluvial con bloques (GP-GM+B)	Bloques de rocas volcánicas	Estratos de calizas con intercalaciones de lutitas y margas
ALTURA (m.)	TALUD (°)	46	85°	75	10	75	45-58°	15°	51	55-90°	35°-40°	32°	60°	85°-90°
	ZONA INESTABLE		90	20-40		15	65-45	50	5	35	70-75	30	50	45
CIRCUNSTANCIAS		Ocurre en épocas de lluvia	Lluvia y sismo	Lluvia y sismo	Ocurre en épocas de lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan en lluvias	Se activan cuando llueve
DAÑOS	HUMANOS		No	No		No	No	SI	No	---	---	---	---	---
	MATERIAL		SI	SI	interrumpe vía	NO	SI	SI	SI	Afecta la cuneta y plataforma de la vía	Interrumpe vía (1-2 horas)	Interrumpe el tráfico	Interrumpe tráfico (2-4 horas	Parcialmente invade la vía
ANTECEDENTES		---	Cubre la carpeta asfáltica	Sistema de discontinuidades variable	---	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	Deslizamiento anterior	-----	---	---	---	---
NIVELES DE RIESGO		Medio	Elevado	Medio	Medio	Bajo	Elevado	Elevado	Elevado	Medio a Elevado	Muy elevado	Elevado	Elevado	Elevado

PROGRESIVA		173+460 173+480	173+800- 174+077	177+140 178+177	178+565- 178+745	181+100- 181+250	181+500 181+563	185+930- 186+130	186+800- 187+045	187+070 187+360	194+826- 194+898	195+068- 195+200
EQUILIBRIO ACTUAL	ESTABLE (0) ESTRICTO (1) CRITICO (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Evolución	NULA (0) PROGRESA (3)	3	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1
TOPOGRAFIA	SUAVE < 10° (0) MEDIA 10° - 30° (1) FUERTE >30° (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volumen (m3)	< 10 (0) 10 - 100 (1) 100 - 1000 (2) > 1000 (3)	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2
DAÑOS HUMANO	NO (0) SI (3)	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
DAÑOS MATERIALE	LIGERO (1) MEDIO (2) CATASTROFICO (3)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
VALORACION		13	10	10	10	10	11	13	10	13	7	9
TIPOLOGIA		Derrumbe caída de rocas	Desprendimientos de estratos de calizas con intercalaciones de lutitas y margas, causados por falla planar	Dealizamientos activos y potenciales interesando lutitas,margas y calizas	Flujos de arcillas (lutitas y margas) en corte cerrado	Desprendimientos de calizas, margas y lutitas friables en corte cerrado	Derrumbe y flujo caída de rocas y flujos de lodo	Derrumbe y flujo caída de rocas y flujos de lodo	Pequeños huaycos de talud de ladera en lutitas y margas	Derrumbe caída de rocas	Caídas por falla planar, de estratos de calizas con intercalaciones de lutitas y margas friables	Caídas por falla planar de intercalaciones de margas, calizas y lutitas en corte cerrado
VOLUMEN (M3)		3000	5000	10000	3000	1500	300	4.000	2500	1000	1000	1000
NATURALEZA DEL MATERIAL		Estratos de calizas con algunas intercalaciones de lutitas-margas	Estratos de calizas modulares e intercalaciones de lutitas y margas	Suelos arcillosos por descomposición de lutitas y margas	Suelos arcillosos por descomposición de lutitas y margas	Estratos de calizas con margas y lutitas friables	Intercalaciones de lutitas y calizas	Estratos de calizas con intercalaciones de lutitas y margas	Lutitas y margas friables con capas de calizas	Intercalaciones de lutita margosa y calizas	calizas, lutitas y margas friables	Intercalaciones de calizas margas y lutitas friables
ALTURA (m.)	TALUD (°)	45°	47°-80°	60°-70°	60°	60°	65°	60°	60°	85°	70°	52°-80°
	ZONA INESTABLE	45	50	30-40	20	30	35	30	25	45	20	20
CIRCUNSTANCIAS		Se desprenden favorecidos por actitud de capas y lluvias	Desprendimientos favorecidos por actitud de capas y lluvias	Se reactivan en épocas lluviosas	Se activan durante las lluvias	Se activan durante las lluvias	Se activan durante las lluvias	Se activan durante las lluvias	Se activan durante fuertes lluvias	Se encuentra activada	Se activan con las lluvias	Se activan en lluvias
DAÑOS	HUMANOS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	MATERIAL	Invaden parcialmente la vía	Invaden parcialmente la vía	Interrumpe el tráfico	Interrumpe el tráfico vial	Interrumpe el tráfico vial	Cubre y deteriora la carpeta asfáltica	Interrumpe el tráfico vial	Interrumpe tráfico vial	Interrumpe y deteriora la carpeta asfáltica	Afecta parcialmente la plataforma	Interrumpe tráfico vial
ANTECEDENTES		—	—	El 17/2/96 se activó el deslizamiento en el tramo 177+290-177+432	—	—	—	—	—	—	—	—
NIVELES DE RIESGO		Muy elevado	Muy elevado	Muy elevado	Muy elevado	Muy elevado	Elevado	Muy elevado	Muy elevado	Muy Elevado	Medio	Elevado

TABLA Nº 16

: REGISTRO DE VELOCIDADES DE ONDAS P (COMPRESIONALES) , EN CADA UNA DE LAS LINEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA.

LINEA	UBICACION	Vp1 (m/seg)	Vp2 (m/seg)	Vp3 (m/seg)	Vp4 (m/seg)
01 Longitudinal	Km 27 + 810 - Km 27 + 952	330	960	3270	4055
02 Longitudinal	Km 27 + 820 - Km 27 + 936	265	770	1885	3060
03a Longitudinal	Km 27 + 820 - Km 27 + 944	185	295	700	1380
03b Longitudinal	Km 27 + 880 - KM 27 + 990	250	650	1340	2350
04 Transversal	Km 28 + 052	280	690	1760	2955
05 Transversal	Km 27 + 840	200	640	1660	2485
06 Transversal	Km 28 + 052	280	775	1350	-
07 Transversal	Km 27 + 400	250	920	1865	2380
08 Longitudinal	Km 27 + 362 - Km 27 + 452	210	580	1320	2160
09 Longitudinal	Km 28 + 036 - Km 28 + 107	270	640	1490	3340
10 Longitudinal	KM 28 + 052 - Km 28 + 087	415	1465	3430	-
11 Longitudinal	Km 28 + 052 - Km 28 + 097	145	285	610	1085
12a Longitudinal	Km 28 + 090 - Km 28 + 230	105	955	1500	-
12b longitudinal	Km 28 + 230 - Km 28 + 430	205	640	1325	4000
13 Transversal	Km 35 + 890 - Km 37 + 220	270	990	1830	-
14 longitudinal	Km 37 + 100 - Km 37 + 295	300	700	2285	3510
15 Transversal	Km 36 + 000	275	535	1030	3090
16 Longitudinal	Km 35 + 890 - Km 36 + 090	230	605	955	1115
17 Longitudinal	Km 36 + 035 - km 36 + 155	300	1015	1795	2320
18 Longituninal	Km 37 + 975 - Km 38 + 135	790	2320	-	-
19 Transversal	Km 38 + 054	250	650	1000	-
20 Longitudinal	Km 38 + 450 - km 38 + 665	230	485	1065	1660

LINEA	UBICACION	Vp1 (m/seg)	Vp2 (m/seg)	Vp3 (m/seg)	Vp4 (m/seg)
21 Transversal	Km 38 + 557	255	525	755	-
22 Longitudinal	Km 39 + 900 - Km 40 + 100	285	720	1140	1815
23 Transversal	Km 39 + 986	165	410	660	1120
24 Transversal	Km 40 + 585	250	485	1345	-
25 Longitudinal	Km 40 + 655 - Km 40 + 707	260	650	1300	1825
26 Longitudinal	Km 40 + 545 - Km 40 + 655	285	505	1225	1610
27 Transversal	Km 40 + 646	210	395	730	2135
28 Longitudinal	Km 45 + 005 - Km 45 + 080	415	810	1650	2650
29 Longitudinal	Km 44 + 928 - Km 45 + 005	330	825	1660	2610
30 Longitudinal	Km 48 +000 - Km 48 + 080	310	730	1635	2330
31 Longitudinal	Km 48 + 075 -Km 48 + 155	260	515	1020	1355
32 Transversal	Km 48 + 100	290	825	1675	3300
33 Transversal	Km 55 + 097	365	1315	2715	3780
34 longitudinal	Km 55 + 015 - Km 55 + 135	325	1285	3325	6620
35 Longitudinal	Km 57 + 067 - Km 57 + 167	255	645	1075	2335
36 longitudinal	Km 57 + 098 - Km 57 + 158	275	520	1355	-
37 Transversal	Km 57 + 120	185	365	581	1350
38 Longitudinal	Km 58 + 210 - Km 58 + 345	513	1200	4825	-
39 Longitudinal	Km 58 + 233	305	690	3885	-
40 longitudinal	Km 84 + 675 - Km 84 + 775	295	810	1895	4125
41 Longitudinal	Km 84 + 732	195	300	745	-

ANEXO A

CLASIFICACION GEOMECANICA DEL MACIZO ROCOSO

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso
basada en la Clasificación Geomecánica
de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS:

Lugar..... CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO Km. 27+800

Sistema de unidades usados
(M para métrico o E para inglés) ..... M

Peso unitario de la masa rocosa (KN/m^3)..... 26

de familias de discontinuidades presentes
en la masa rocosa..... 4

Que técnica fue usada en la determinación de la
resistencia de la roca intacta en el laboratorio
'P' Indice de carga puntual
'U' Ensayo de compresión uniaxial ..... U

Resistencia a la compresión uniaxial
del material rocoso (en MPa):..... 100

Valor del RQD (%) 65

Espaciamiento de discontinuidades (metros):..... .25
Persistencia de las discontinuidades (metros):..... 20
Separación (apertura) (mm):..... 5

Condición de la superficie de la discontinuidad
'VR' Muy rugosa
'R' Rugosa
'SR' Ligeramente rugosa
'S' Lisa
'SK' Espejo de falla
..... R

Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):..... 3

Condición de intemperismo en la discontinuidad
'UW' No intemperizada
'SW' Ligeramente intemperizada
'MW' Moderadamente intemperizada
'HW' Altamente intemperizada
'CW' Completamente intemperizada
..... SW

Condiciones generales del agua subterránea

'CD' Completamente seca
'DM' Húmeda
'WT' Mojada
'DP' Goteo
'FW' Flujo
..... DM

Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento
de la familia crítica de discontinuidades

'VF' Muy favorable
'FV' Favorable
'FR' Regular
'UF' Desfavorable

'VU' Muy desfavorable
..... FR

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... MR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N)..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	: 53
Valor del RMR ajustado	: 28
Valor del RMR para condiciones secas	: 58
Cohesion (kPa):	: 265
Angulo de fricción interna:	: 31.5°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	200°
Dir. de buzamiento del talud	195°
Buzamiento de la discontinuidad	45°
Buzamiento del talud	45°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco ..... P

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... SB

SMR: 51

Descripción tentativa del talud

Descripción	: Regular
Estabilidad	: Parcialmente estable
Falla	: Algunas juntas o muchas cuñas
Soporte	: Sistemático

'FR' Regular
'UF' Desfavorable
'VU' Muy desfavorable
..... UF

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... MR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N)..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	: 61
Valor del RMR ajustado	: 11
Valor del RMR para condiciones secas	: 61
Cohesion (kPa):	: 305
Angulo de fricción interna:	: 35.5°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	350°
Dir. de buzamiento del talud	50°
Buzamiento de la discontinuidad	45°
Buzamiento del talud	80°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco ..... P

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... SB

SMR: 66

Descripción tentativa del talud

Descripción	: Buena
Estabilidad	: Estable
Falla	: Algunos bloques
Soporte	: Ocasional

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso
basada en la Clasificación Geomecánica
de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS:

Lugar..... CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO Km. 56+000

Sistema de unidades usados
(M para métrico o E para inglés) ..... M

Peso unitario de la masa rocosa (KN/m^3)..... 26

de familias de discontinuidades presentes
en la masa rocosa..... 3

Que técnica fue usada en la determinación de la
resistencia de la roca intacta en el laboratorio
'P' Indice de carga puntual
'U' Ensayo de compresión uniaxial ..... U

Resistencia a la compresión uniaxial
del material rocoso (en MPa):..... 130

Valor del RQD (%) 70

Espaciamiento de discontinuidades (metros):..... .2
Persistencia de las discontinuidades (metros):..... 4
Separación (apertura) (mm):..... 2

Condición de la superficie de la discontinuidad
'VR' Muy rugosa
'R' Rugosa
'SR' Ligeramente rugosa
'S' Lisa
'SK' Espejo de falla
..... R

Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):..... 1

Condición de intemperismo en la discontinuidad
'UW' No intemperizada
'SW' Ligeramente intemperizada
'MW' Moderadamente intemperizada
'HW' Altamente intemperizada
'CW' Completamente intemperizada
..... SW

Condiciones generales del agua subterránea

'CD' Completamente seca
'DM' Húmeda
'WT' Mojada
'DP' Goteo
'FW' Flujo
..... CD

Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento
de la familia crítica de discontinuidades

'VF' Muy favorable
'FV' Favorable
'FR' Regular
'UF' Desfavorable

'VU' Muy desfavorable
..... FR

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... MR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N)..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	: 61
Valor del RMR ajustado	: 36
Valor del RMR para condiciones secas	: 61
Cohesion (kPa):	: 305
Angulo de fricción interna:	: 35.5°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	100°
Dir. de buzamiento del talud	150°
Buzamiento de la discontinuidad	50°
Buzamiento del talud	90°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco V

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... RB

SMR: 57

Descripción tentativa del talud

Descripción	: Regular
Estabilidad	: Parcialmente estable
Falla	: Algunas juntas o muchas cuñas
Soporte	: Sistemático

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso basada en la Clasificación Geomecánica de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS:

Lugar..... CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO Km. 103+400

Sistema de unidades usados
(M para métrico o E para inglés) ..... M

Peso unitario de la masa rocosa (KN/m^3)..... 26

de familias de discontinuidades presentes
en la masa rocosa..... 2

Que técnica fue usada en la determinación de la
resistencia de la roca intacta en el laboratorio
'P' Indice de carga puntual
'U' Ensayo de compresión uniaxial ..... U

Resistencia a la compresión uniaxial
del material rocoso (en MPa):..... 130

Valor del RQD (%) 80

Espaciamiento de discontinuidades (metros):..... .4
Persistencia de las discontinuidades (metros):..... 2.5
Separación (apertura) (mm):..... 2

Condición de la superficie de la discontinuidad
'VR' Muy rugosa
'R' Rugosa
'SR' Ligeramente rugosa
'S' Lisa
'SK' Espejo de falla
..... R

Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):..... 1

Condición de intemperismo en la discontinuidad
'UW' No intemperizada
'SW' Ligeramente intemperizada
'MW' Moderadamente intemperizada
'HW' Altamente intemperizada
'CW' Completamente intemperizada
..... SW

Condiciones generales del agua subterránea

'CD' Completamente seca
'DM' Húmeda
'WT' Mojada
'DP' Goteo
'FW' Flujo
..... CD

Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento
de la familia crítica de discontinuidades

'VF' Muy favorable
'FV' Favorable
'FR' Regular
'UF' Desfavorable

'VU' Muy desfavorable
..... UF

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... HR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N) ..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	: 67
Valor del RMR ajustado	: 17
Valor del RMR para condiciones secas	: 67
Cohesion (kPa):	: 335
Angulo de fricción interna:	: 38.5°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	90°
Dir. de buzamiento del talud	310°
Buzamiento de la discontinuidad	80°
Buzamiento del talud	85°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco V

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... RB

SMR: 63

Descripción tentativa del talud

Descripción	: Buena
Estabilidad	: Estable
Falla	: Algunos bloques
Soporte	: Ocasional

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso basada en la Clasificación Geomecánica de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS:

Lugar..... CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO Km. 103+760

Sistema de unidades usados
(M para métrico o E para inglés) ..... M

Peso unitario de la masa rocosa (KN/m^3)..... 26

de familias de discontinuidades presentes
en la masa rocosa..... 2

Que técnica fue usada en la determinación de la
resistencia de la roca intacta en el laboratorio
'P' Indice de carga puntual
'U' Ensayo de compresión uniaxial ..... U

Resistencia a la compresión uniaxial
del material rocoso (en MPa):..... 130

Valor del RQD (%) 60

Espaciamiento de discontinuidades (metros):..... .2
Persistencia de las discontinuidades (metros):..... 2
Separación (apertura) (mm):..... 2

Condición de la superficie de la discontinuidad
'VR' Muy rugosa
'R' Rugosa
'SR' Ligeramente rugosa
'S' Lisa
'SK' Espejo de falla
..... R

Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):..... 1

Condición de intemperismo en la discontinuidad
'UW' No intemperizada
'SW' Ligeramente intemperizada
'MW' Moderadamente intemperizada
'HW' Altamente intemperizada
'CW' Completamente intemperizada
..... MW

Condiciones generales del agua subterránea

'CD' Completamente seca
'DM' Húmeda
'WT' Mojada
'DP' Goteo
'FW' Flujo
..... CD

Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento
de la familia crítica de discontinuidades

'VF' Muy favorable
'FV' Favorable
'FR' Regular
'UF' Desfavorable

'VU' Muy desfavorable
..... FR

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... MR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N)..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	: 59
Valor del RMR ajustado	: 34
Valor del RMR para condiciones secas	: 59
Cohesion (kPa):	: 295
Angulo de fricción interna:	: 34.5°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	160°
Dir. de buzamiento del talud	210°
Buzamiento de la discontinuidad	65°
Buzamiento del talud	80°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco V

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... RB

SMR: 55

Descripción tentativa del talud

Descripción	: Regular
Estabilidad	: Parcialmente estable
Falla	: Algunas juntas o muchas cuñas
Soporte	: Sistemático

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso basada en la Clasificación Geomecánica de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS:

Lugar..... CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO Km. 142+170

Sistema de unidades usados
(M para métrico o E para inglés) ..... M

Peso unitario de la masa rocosa (KN/m^3)..... 27

de familias de discontinuidades presentes
en la masa rocosa..... 5

Que técnica fue usada en la determinación de la
resistencia de la roca intacta en el laboratorio
'P' Indice de carga puntual
'U' Ensayo de compresión uniaxial ..... U

Resistencia a la compresión uniaxial
del material rocoso (en MPa):..... 150

Valor del RQD (%) 50

Espaciamiento de discontinuidades (metros):..... .4
Persistencia de las discontinuidades (metros):..... 8
Separación (apertura) (mm):..... 5

Condición de la superficie de la discontinuidad
'VR' Muy rugosa
'R' Rugosa
'SR' Ligeramente rugosa
'S' Lisa
'SK' Espejo de falla
..... R

Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):..... 2

Condición de intemperismo en la discontinuidad
'UW' No intemperizada
'SW' Ligeramente intemperizada
'MW' Moderadamente intemperizada
'HW' Altamente intemperizada
'CW' Completamente intemperizada
..... MW

Condiciones generales del agua subterránea

'CD' Completamente seca
'DM' Húmeda
'WT' Mojada
'DP' Goteo
'FW' Flujo
..... DM

Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento
de la familia crítica de discontinuidades

'VF' Muy favorable
'FV' Favorable
'FR' Regular
'UF' Desfavorable

'VU' Muy desfavorable
..... UF

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... MR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N)..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	:	54
Valor del RMR ajustado	:	4
Valor del RMR para condiciones secas	:	59
Cohesion (kPa):	:	270
Angulo de fricción interna:	:	32°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	212°
Dir. de buzamiento del talud	35°
Buzamiento de la discontinuidad	18°
Buzamiento del talud	85°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco ..... P

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... RB

SMR: 53

Descripción tentativa del talud

Descripción	:	Regular
Estabilidad	:	Parcialmente estable
Falla	:	Algunas juntas o muchas cuñas
Soporte	:	Sistemático

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso
basada en la Clasificación Geomecánica
de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS:

Lugar..... CARRETERA OLMOS - CORRAL QUENMADO Km. 168+760

Sistema de unidades usados
(M para métrico o E para inglés) ..... M

Peso unitario de la masa rocosa (KN/m^3)..... 27

de familias de discontinuidades presentes
en la masa rocosa..... 2

Que técnica fue usada en la determinación de la
resistencia de la roca intacta en el laboratorio
'P' Indice de carga puntual
'U' Ensayo de compresión uniaxial ..... U

Resistencia a la compresión uniaxial
del material rocoso (en MPa):..... 180

Valor del RQD (%) 65

Espaciamiento de discontinuidades (metros):..... .2
Persistencia de las discontinuidades (metros):..... 2
Separación (apertura) (mm):..... 2

Condición de la superficie de la discontinuidad
'VR' Muy rugosa
'R' Rugosa
'SR' Ligeramente rugosa
'S' Lisa
'SK' Espejo de falla
..... R

Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):..... 1

Condición de intemperismo en la discontinuidad
'UW' No intemperizada
'SW' Ligeramente intemperizada
'MW' Moderadamente intemperizada
'HW' Altamente intemperizada
'CW' Completamente intemperizada
..... MW

Condiciones generales del agua subterránea

'CD' Completamente seca
'DM' Húmeda
'WT' Mojada
'DP' Goteo
'FW' Flujo
..... CD

Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento
de la familia crítica de discontinuidades

'VF' Muy favorable
'FV' Favorable
'FR' Regular
'UF' Desfavorable

'VU' Muy desfavorable
..... FR

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... MR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N)..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	:	64
Valor del RMR ajustado	:	39
Valor del RMR para condiciones secas	:	64
Cohesion (kPa):	:	320
Angulo de fricción interna:	:	37°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	190°
Dir. de buzamiento del talud	130°
Buzamiento de la discontinuidad	75°
Buzamiento del talud	70°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco V

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... PS

SMR: 70

Descripción tentativa del talud

Descripción	: Buena
Estabilidad	: Estable
Falla	: Algunos bloques
Soporte	: Ocasional

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso
basada en la Clasificación Geomecánica
de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS:

Lugar..... CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO Km. 173+400

Sistema de unidades usados
(M para métrico o E para inglés) ..... M

Peso unitario de la masa rocosa (KN/m^3)..... 27

de familias de discontinuidades presentes
en la masa rocosa..... 2

Que técnica fue usada en la determinación de la
resistencia de la roca intacta en el laboratorio
'P' Indice de carga puntual
'U' Ensayo de compresión uniaxial ..... U

Resistencia a la compresión uniaxial
del material rocoso (en MPa):..... 140

Valor del RQD (%) 50

Espaciamiento de discontinuidades (metros):..... .2
Persistencia de las discontinuidades (metros):..... .5
Separación (apertura) (mm):..... 2

Condición de la superficie de la discontinuidad
'VR' Muy rugosa
'R' Rugosa
'SR' Ligeramente rugosa
'S' Lisa
'SK' Espejo de falla
..... R

Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):..... 1

Condición de intemperismo en la discontinuidad
'UW' No intemperizada
'SW' Ligeramente intemperizada
'MW' Moderadamente intemperizada
'HW' Altamente intemperizada
'CW' Completamente intemperizada
..... MW

Condiciones generales del agua subterránea

'CD' Completamente seca
'DM' Húmeda
'WT' Mojada
'DP' Goteo
'FW' Flujo
..... WT

Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento
de la familia crítica de discontinuidades

'VF' Muy favorable
'FV' Favorable
'FR' Regular
'UF' Desfavorable

'VU' Muy desfavorable
..... UF

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... MR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N)..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	: 53
Valor del RMR ajustado	: 3
Valor del RMR para condiciones secas	: 61
Cohesion (kPa):	: 265
Angulo de fricción interna:	: 31.5°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	120°
Dir. de buzamiento del talud	140°
Buzamiento de la discontinuidad	45°
Buzamiento del talud	45°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco ..... P

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... SB

SMR: 54

Descripción tentativa del talud

Descripción	: Regular
Estabilidad	: Parcialmente estable
Falla	: Algunas juntas o muchas cuñas
Soporte	: Sistemático

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso
basada en la Clasificación Geomecánica
de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS:

Lugar..... CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO Km. 187+300

Sistema de unidades usados
(M para métrico o E para inglés) ..... M

Peso unitario de la masa rocosa (KN/m^3)..... 27

de familias de discontinuidades presentes
en la masa rocosa..... 3

Que técnica fue usada en la determinación de la
resistencia de la roca intacta en el laboratorio
'P' Indice de carga puntual
'U' Ensayo de compresión uniaxial ..... U

Resistencia a la compresión uniaxial
del material rocoso (en MPa):..... 140

Valor del RQD (%) 80

Espaciamiento de discontinuidades (metros):..... .5
Persistencia de las discontinuidades (metros):..... 3
Separación (apertura) (mm):..... 2

Condición de la superficie de la discontinuidad
'VR' Muy rugosa
'R' Rugosa
'SR' Ligeramente rugosa
'S' Lisa
'SK' Espejo de falla
..... R

Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):..... 1

Condición de intemperismo en la discontinuidad
'UW' No intemperizada
'SW' Ligeramente intemperizada
'MW' Moderadamente intemperizada
'HW' Altamente intemperizada
'CW' Completamente intemperizada
..... MW

Condiciones generales del agua subterránea

'CD' Completamente seca
'DM' Húmeda
'WT' Mojada
'DP' Goteo
'FW' Flujo
..... CD

Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento
de la familia crítica de discontinuidades

'VF' Muy favorable
'FV' Favorable
'FR' Regular
'UF' Desfavorable

'VU' Muy desfavorable
..... FV

Tipo de trabajo

'T' Para túneles y minas
'F' Para cimentaciones
'S' Para taludes
..... S

Resistencia a la meteorización del macizo rocoso

'HR' Resistencia alta
'MR' Resistencia intermedia
'LR' Resistencia baja
..... LR

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal ?
(Y / N) ..... N

DETERMINACION DEL RMR

Valor del RMR básico	:	66
Valor del RMR ajustado	:	55
Valor del RMR para condiciones secas	:	66
Cohesion (kPa):	:	330
Angulo de fricción interna:	:	38°

DETERMINACION DE SMR

Dir. de buzamiento de la discontinuidad	40°
Dir. de buzamiento del talud	230°
Buzamiento de la discontinuidad	75°
Buzamiento del talud	88°

Tipo de falla predominante

'P' Falla planar
'V' Falla por vuelco V

Metodo de excavación de taludes

'NS' Talud natural
'PS' Precorte
'SB' Voladura controlada
'RB' Voladura regular
'DB' Voladura deficiente..... DB

SMR: 54

Descripción tentativa del talud

Descripción	:	Regular
Estabilidad	:	Parcialmente estable
Falla	:	Algunas juntas o muchas cuñas
Soporte	:	Sistemático

ANEXO B

SOLUCIONES GEOTECNICAS

DERRUMBE

Ubicación	km. 24+800 a km. 25+000
Tipo	Caída de rocas y coluvio
Inclinación	68°
Altura	70 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) compuesto por material arcillo limoso. Depósito coluvial (Q-co) constituído por bloques subangulosos de 15 a 20 cm. en matriz arcillo limosa. El afloramiento rocoso pertenece al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) que está conformado por esquistos y filitas cuarzosas, que se encuentran de fracturadas a muy fracturadas, muy meteorizadas a descompuestas. Con plano de esquistosidad de 45° desfavorable a la estabilidad del talud.
Condiciones	Las escarpas que se han activado en el talud son producto del corte realizado en la carretera. El tramo crítico se encuentra entre el km.. 24+820 al km. 24+860. Tiene una altura h = 70 m. y una pendiente de 68° , ocurre caída de bloques subangulosos de tamaño máximo de 20 cm. de naturaleza esquistosa y filitica silicificada en matriz arcillo limosa. Estas caídas ocurren generalmente por acción de precipitaciones pluviales. En temporada de lluvias los depósitos eluviales y coluviales que se encuentran por encima de las escarpas también pueden producir derrumbes debido a que están tomando su perfil de equilibrio. Riesgo elevado.
Solución	Para el tramo km. 24+820 a km. 24+860 Cuneta de coronación indicada en la cota 1090. Reforestación de zonas afectadas en 2,800 m^2 Empleo de 2-3 banquetas para sostener el material de caída

DESLIZAMIENTO

Ubicación	km. 27+ 000 a km. 29+000
Tipo	Rotacional
Inclinación	50°
Altura	95 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) que está constituído por la descomposición de esquistos y filitas silicificadas, formando un material gravoso de forma subredondeada con naturaleza cuarzosa en matriz limo arcillosa, muy plástica. Afloramiento rocoso conformado por esquistos y filitas silicificadas del Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co), que se encuentran de intensamente meteorizadas a descompuestas, con una resistencia a la compresión uniaxial de 80 MPa; la dirección de buzamiento y buzamiento de la familia crítica de discontinuidades es regularmente favorable al talud; el afloramiento tiene mediana resistencia a la meteorización ; las discontinuidades principales tiene dirección de buzamiento y buzamiento DB 230° BUZ 40°, DB 115° BUZ 78° y DB 350° BUZ 55° . Cohesión 245 (KPa), ángulo de fricción interna 29.5°, un RMR ajustado de 24, valor que indica una roca mala de clase IV, con fallamiento del tipo planar.
Condiciones	El fenómeno se ubica entre el km. 27+780 al km. 27+930 con una longitud de 250 m., ancho promedio de 130 m., profundidad de 50 m., con superficie de falla que tiene su punto de corte al pie del talud. Se desarrolla entre las cotas 1,170 y 1,300 m.s.n.m, con un volumen en movimiento de 600,000 m^3. Una de las causas que genera o puede generar futuros deslizamientos son los canales artesanales que irrigan las tierras de cultivo del lugar; debido al agua que discurre en él y las precipitaciones pluviales que ocurren en temporada de lluvias; se generan filtraciones, que con el tiempo hacen que estos canales se convirtieran en grietas o zanjas que posteriormente por socavación y la presión que ejerce el agua en éstos, pasan a ser superficies de falla. De acuerdo al recorrido realizado en el área de deslizamiento, se pudo apreciar que parte del material deslizado está tomando aparentemente su pendiente de equilibrio; pudiéndose observar una escarpa secundaria activa de 1.5 m. de altura (cota 1228 m.s.n.m.), que es la que actualmente sigue en movimiento, producto de la limpieza de material derrumbado que realizan operarios con maquinarias de mantenimiento al pie del talud. En temporadas de lluvias este movimiento de masa se activa ocasionando la interrupción del tráfico vehícular de la vía y el deterioro de la carretera que en este tramo se encuentra solo afirmada; pudiendo causar también pérdida de vidas humanas Debido a la magnitud del movimiento ocurrido y existiendo la posibilidad de un reactivamiento del fenómeno por acción de las

precipitaciones que ocurren periódicamente en temporada de lluvias; no es conveniente realizar obras de estabilización del talud crítico, ya que éstos podrían sufrir daños irreparables que ocasionarían importantes pérdidas económicas. Este tramo está considerado como de riesgo muy elevado.

Solución

Construir un túnel con sección de 7 m. de ancho por 5 m. de 650 a 800
m. de longitud que estaría atravezando los esquistos y filitas silicificadas pertenecientes al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) que tiene una resistencia a la compresión uniaxial de 100 MPa., espaciamiento de discontinuidades 0.25 m., de ligera a moderadamente meteorizada, persistencia 20 m., resistencia intermedia a la meteorización del macizo rocoso ; un RMR básico 53, RMR ajustado 46, que indica una roca regular de clase III, cohesión (KPa) 265 y ángulo de fricción interna 31.5°.

De acuerdo a lo descrito en párrafos anteriores se puede conjeturar que está alternativa de solución no es recomendable debido a que el talud atravesaría una roca de tipo media; que a lo largo del túnel habría la posibilidad de encontrar filtraciones de agua a través de su plano de esquistocidad, que por meteorización genera material arcilloso Por las características y naturaleza de la roca, éste requerirá ser revestida en un 60% de la longitud del túnel y habría que elevar la rasante de la carretera en 25m. hasta llegar a la boca del túnel, lo cual indica que esta alternativa de solución es relativamente de un costo elevado e inconveniente.

La otra alternativa es la construcción de un puente con una longitud de 80 a 100 m. de luz, que tendría su inicio siguiendo la dirección de la carretera , con cota aproximada 1140 m.s.n.m. , a partir de km. 27+430 al km. 28+050.

El estribo derecho (km. 27+430) con cota aproximada 1140 m.s.n.m. estaría cimentado sobre esquistos y filitas silicificadas que tienen una resistencia a la compresión uniaxial de 80 MPa con espaciamiento de discontinuidades de 0.15 m., persistencia de 2.5 m., una resistencia media a la meteorización del macizo rocoso, el valor del RMR básico 49, RMR ajustado 42 que indica una roca regular de clase III, cohesión (KPa) 245, ángulo de fricción interna 29.5°. Esta misma roca en la cota aproximada 1120 m.s.n.m. tiene un valor de RMR básico 66, RMR ajustado 59, que define según tabla de clasificación de rocas una roca regular a buena de clase III a IV, cohesión (KPa) 330 y ángulo de fricción 38°.

El estribo izquierdo (km. 28+050) estaría ubicado a una cota aproximada de cimentación de 1125 m.s.n.m. apoyado en esquistos y filitas silicificadas, con una resistencia a la compresión uniaxial de 120 MPa, con espaciamiento de discontinuidades de 0.60 m., ligera a moderadamente meteorizada, persistencia de 2 m., alta resistencia a la meteorización del macizo rocoso, con un RMR básico 71, RMR

ajustado 64 que indica una roca buena de clase II, cohesión (KPa) 355 y ángulo de fricción interna de 40.5°.

Posteriormente se empalmaría con la carretera actual ó tendría un desarrollo de aproximadamente 650 m. de longitud y una cota de empalme de aproximadamente 1,180 m. con una pendiente tentativa de 6%, está ubicada en la márgen derecha del río Olmos, entre los km. 28+050 al km. 28+350 debajo de la carretera actual. Por lo expuesto se puede decir que está alternativa de solución es la más víable, recomendándose la solución del puente para evitar el pase de la via por la zona afectada por el deslizamiento masivo del talud. La estructura proyectada debe localizarse lo más alejada posible del área afecta por el problema geodinámico, con el fin de evitar que el desplazamiento de la gran masa de tierra en movimiento pueden afectar la superestructura del puente.

COMPUESTO

Ubicación	km. 30+180 a km. 30+440
Tipo	Deslizamiento traslacional y flujo
Inclinación	40° - 45°
Altura	60 - 70 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) conformado por bloques de roca de forma subangulosa de T.M. 30 cm. y fragmentos cuarzosos de naturaleza metamórfica en matriz limo arcillosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co), compuesto por esquistos y filitas cuarzosas intensamente meteorizados, con dirección de buzamiento y buzamiento desfavorables a la estabilidad del talud (Buz 10°). Depósito de relleno (Q-r), que es producto principalmente del acarreo mecánico del material deslizado.
Condiciones	La escarpa principal de deslizamiento tiene de 4 a 8 m. de altura y existen escarpas secundarias, que se pierden en dirección al pie del talud. El fenómeno de derrumbe se manifiesta como flujo de lodo que arrastra pocos bloques de roca y fragmentos subredondeados de cuarzo, en matriz limo arcillosa que desciende por pseudoquebradas e invaden la plataforma de la carretera, ocasionando el deterioro de la carpeta asfáltica y parcialmente la interrupción del tránsito vehicular. En temporada de lluvias se activa el fenómeno antes mencionado especialmente entre el km. 30+400 al km. 30+430. El tramo en estudio se le considera de riesgo muy elevado.
Solución	Cunetas de coronación revestidas, por encima de la escarpa principal con drenes que desfoguen en quebradas laterales. Construcción de banquetas en el talud de acuerdo a las Normas Peruanas en el km. 30+350 a km. 30+440 y desplazamiento del eje de carretera. Muro de contención en el tramo km. 30+400 a km. 30+430 Reforestación

DESLIZAMIENTO
ZAPOTE 1

Ubicación	km. 30 + 920 a km. 31 +240
Tipo	Traslacional y rotacional.
Inclinación	40°
Altura	90 - 100 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) constituído por bloques de roca de naturaleza metamórfica de tamaño máximo 20 cm. con grava y gravillas de forma subangulosa a angulosa en matriz arcillo limosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co), conformado por esquistos y filitas cuarzosas, que se encuentran de moderadas a intensamente meteorizadas.
Condiciones	El fenómeno en mención se ubica entre el km. 31+120 al km. 31+180 con escarpa principal que tiene una altura de 5 a 7 m. Tiene un volumen aproximado de 5,000 m^3, que se origina como consecuencia de las excavaciones de corte realizadas en la carretera actual. Puede desestabilizar el desarrollo de la carretera que se encuentra en cota superior a ésta. Este deslizamiento se desarrolla principalmente en rocas metamórficas del Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co), que tiene material arcillo limoso que engloba bloques, gravas y gravillas. Al pie del talud se pueden apreciar escombros de talud, que indican que el material se encuentra en constante movimiento. En temporada de lluvias se activa el fenómeno, invadiendo totalmente la vía (corte cerrado) con el consiguiente deterioro de la carretera. Se considera este tramo como de riesgo muy elevado.
Solución	Cunetas de coronación con desfogue en quebradas laterales. Variar el eje de la vía tomando como base la carretera antigua y proteger el talud inferior contra la erosión del río y/o corrigiendo el cauce del río para evitar el meandro existente. Reforestación de ladera.
Recomendación	Una vez concluida la realización de la variante, cerrar la carretera actual con material de relleno de lugares aledaños con el fin de detener el avance del material deslizado y a la vez pueda el talud tomar su pendiente de equilibrio.

COMPUESTO
ZAPOTE 2

Ubicación	km. 33+070 a km. 33+280
Tipo	Deslizamiento traslacional y flujo
Inclinación	40° - 45°
Altura	60 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) compuesto por bloques y fragmentos de roca metamórfica y cuarzosa, en matriz limo arcillosa. Depósito eluvial (Q-e) constituído por fragmentos de materiales cuarzosos que están englobados por matriz limosa. Afloramiento rocoso conformado por esquisto y filita silicificada, perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) que se encuentra intensamente meteorizada y cubierta por material coluvial. Depósito de relleno que en general se encuentra conformado por material proveniente de derrumbes.
Condiciones	El deslizamiento involucra rocas metamórficas del Complejo Olmos (Pe-co), intensamente meteorizadas. La actividad del fenómeno ocurre principalmente entre el km. 33+095 al km. 33+155 en forma de flujos de barro, que engloban bloques de roca de naturaleza esquistosa, filitico-cuarzosa y fragmentos de naturaleza silícea en matriz limo arcillosa, que de un modo particular se le puede nombrar como huayco de ladera. Este fenómeno se activa en temporada de lluvias cubriendo la plataforma de la carretera e interrumpe parcialmente el tráfico vehicular. Este tramo se puede considerar como de riesgo muy elevado.
Solución	Cuneta de coronación revestida, con descarga por la quebrada más cercana. Muro de contención en el talud inferior. Reparación de cunetas al pie del talud, del km. 33+080 al km. 33+210 y desplazamiento del eje de la carretera Reforestación en un área de 4,500 m2 del talud. Construir muros de gavión en las torrenteras. Total 50 m. de largo por 3 m. de altura.

COMPUESTO
PISTOLERITO

Ubicación	km. 34+650 a km. 35+000
Tipo	Deslizamiento antiguo y flujo
Inclinación	45°
Altura	150 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) conformado por bloques metamórficas (Pe-co) de tamaño máximo 1 m., con gravas y gravillas de forma subangulosa a subredondeada en matriz arenosa limosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos, que tiene como componentes esquistos y filitas silicificadas, muy meteorizados y descompuestos.
Condiciones	Deslizamiento antiguo que presenta escarpas antiguas de 3 a 7 m. de altura. El movimiento de materiales ocurre generalmente en temporada de lluvias con la consiguiente caída de flujos de barro que engloban fragmentos y bloques de rocas de naturaleza metamórfica (Pe-co). Se puede observar en el talud tres sectores con problemas de caída de material, siendo el de mayor actividad el que se localiza entre el km. 34+730 al km. 34+770; lugar en el que la caída de material llega a invadir completamente la plataforma de la vía e interrumpe el tráfico vehícular. El problema se acrecienta debido a que los materiales provenientes de la limpieza (mantenimiento) del deslizamiento ubicado en el desarrollo superior, km. 38+000 a km. 38+110, son arrojados pendiente abajo. Riesgo muy elevado.
Solución	Cunetas de coronación con desfogue en quebrada lateral derecha ubicado en km. 34+725. Reforestación de laderas.

COMPUESTO
LIMON DE PORCULLA

Ubicación	km. 35+800 a km. 36+140
Tipo	Deslizamiento rotacional - traslacional
Inclinación	20°
Altura	50 - 70 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) constituído por fragmentos de formas subredondeadas, cuarzosos, en matriz arcillo limosa. Afloramientos rocosos conformados por esquistos y filitas silicificadas del Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) que se encuentran intensamente meteorizadas y descompuestas. Se trata de un gran deslizamiento que ocupa la depresión del sector.
Condiciones	Se observa escarpas secundarias del 1 a 2 m. de altura. Se desarrolla en rocas metamórficas muy meteorizadas que resultan en suelos eluviales. La actividad principal del fenómeno se manifiesta mediante hundimientos en la carpeta asfáltica entre los tramos km. 35+880 a km. 35+895 y km. 36+100 a km. 36+120. Se le considera como de riesgo elevado.
Solución	Zanjas de coronación ubicadas entre las quebradas del km. 35+800 al km. 35+890. Cunetas de drenaje entre km. 36+020 y km. 36+140. Limpieza de cuneta al pie del talud. Badén en quebrada intermedia. Posibles drenes horizontales en talud. Reforestación.

COMPUESTO
PISTOLERITO SUPERIOR

Ubicación	km. 37+960 a km. 38+180
Tipo	Deslizamiento y flujo
Inclinación	45° (talud inferior), 40° (talud medio) y 10° (talud superior)
Altura	60 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) compuesto por fragmentos subredondeados de cuarzo en matriz arcillosa. Depósito coluvial (Q-co) constituído por bloques de tamaño máximo de 1 m. de naturaleza metamórfica, fragmentos subredondeados de naturaleza cuarzosa en matriz arcillosa y limo arcillosa. Afloramiento rocoso conformado por esquistos y filitas cuarzosas del Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) que se encuentra de muy meteorizado y descompuesto.
Condiciones	La escarpa principal de coronación tiene 15 metros de altura con escarpas secundarias. El deslizamiento se puede apreciar entre el tramo km. 37+980 al km. 38+100, ocurriendo éste en rocas del Complejo Metamórfico Olmos (esquistos y filitas cuarzosas) en matriz arcillosa. En temporada de lluvias se activa como derrumbe, ocasionando flujos de barro que engloban bloques de tamaño máximo de 1 m. de naturaleza metamórfica. Este fenómeno deteriora e invade completamente la vía, interrumpiendo el tráfico vehicular. Se le puede considerar como de riesgo muy elevado.
Solución	En el tramo km. 38+020 a km. 38+100 realizar zanjas de coronación revestidas hasta las quebradas laterales. Banquetas 1:1 h=30 m. entre km. 38+020 a km. 38+100. Reforestación en material eluvial.

DESLIZAMIENTO

Ubicación	km. 38+450 a km. 38+700
Tipo	Rotacional
Inclinación	55° (Talud Inferior), 20° (Talud Medio) y 40° (Talud Superior)
Altura	70 m.
Materiales	Depósitos eluviales (Q-e) constituídos por gravas subredondeadas de naturaleza metamórfica (esquistos y filitas cuarzosas) en matriz limo - arcillosa. Depósitos coluviales (Q-co) conformados por bloques tamaño máximo de 1 m. de naturaleza metamórfica con fragmentos de cuarzo en matriz arcillosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos conformado por esquistos y filitas cuarzosas (Pe-co), que se encuentra intensamente meteorizado.
Condiciones	El deslizamiento es del tipo rotacional, con rotura de base. Se ubica entre el km. 38+480 al km. 38+660; ocurre en rocas metamórficas del Complejo Olmos (Pe-co) muy meteorizadas y depósitos eluviales. Las dimensiones de este fenómeno son : longitud 180 m. (paralelo a la carretera) , ancho promedio 50 m., profundidad estimada 20 a 25 m. y un volumen aproximado de 180,000 m^3. La causa principal de activación de este deslizamiento es la precipitación pluvial existentes en temporada de lluvias, que al no tener el talud un sistema de drenaje, hace que estas aguas pluviales saturen los depósitos eluviales y coluviales, ocasionando la caída de éstos. Este fenómeno ha originado el levantamiento de la cuneta al pie del talud de la carretera entre el km. 36+570 al km. 36+645, inclinación del muro de contención (km. 38+520) existente al borde del talud inferior; así como hundimientos en la carretera entre el km. 38+490 a km. 38+610. Al problema se le considera como de riesgo muy elevado.
Solución	Zanja de coronación con revestimiento en cotas superiores a la cresta (1170 m.s.n.m.), con desfogue en quebrada lateral. Protección del talud con mallas y tendido del talud. (100 x 40m^2) km. 38+550 - km. 38 + 650 Forestación. Mantenimiento de cuneta al pie.

COMPUESTO

Ubicación	km. 39+920 a km. 40+140
Tipo	Deslizamiento rotacional y flujo
Inclinación	
Altura	70 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) compuesto por bloques de roca de naturaleza metamórfica de tamaño máximo de 1 m. con gravas de naturaleza cuarzosa en matriz limo arcillosa. Depósito eluvial (Q-e) constituído por fragmentos subredondeados de naturaleza cuarzosa en matriz limo arcillosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) que está conformado por esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran intensamente meteorizados y descompuestos. Depósitos de relleno (Q-r) producto de acarreo del material deslizado.
Condiciones	El deslizamiento presenta una escarpa de coronación de 2 a 5 m. de altura que comprende el tramo km. 39+920 al km. 40+095. El fenómeno de derrumbe se activa especialmente en temporada de lluvias, deslizando flujos de lodos que engloban bloques de naturaleza metamórfica de tamaño máximo de 1 m. y gravas de naturaleza cuarzosa que invade completamente la vía, interrumpiendo el tráfico vehícular y originando el deterioro de la carpeta asfáltica y las cunetas al pie del talud. De acuerdo a lo antes mencionado, se puede considerar a este problema como de riesgo muy elevado.
Solución	Zanjas de coronación por encima de la cresta superior con desfogue en quebradas laterales. Construcción de muros al pie del talud. km. 39+920 - km. 39+940 L = 20 m.; h = 3.5 m. km. 40+020 - km. 40+080 L = 60 m.; h = 3.5 m. Banquetas, según normas peruanas. Refacción y limpieza de cuneta al pie del talud. Desplazamiento del eje de la carretera.

DESLIZAMIENTO

Ubicación	km. 40+500 a km. 40+720
Tipo	Rotacional
Inclinación	35° - 40°
Altura	40 - 50 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) compuesto por gravas de naturaleza cuarzosa en matriz limo arcillosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) constituído por esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran intensamente meteorizadas
Condiciones	El deslizamiento actual se encuentra inmerso en un deslizamiento antiguo, siendo éste del tipo rotacional con rotura de base. Se desarrolla en depósitos eluviales con caída de flujos de barro. Las dimensiones del fenómeno son : longitud 120 m., ancho promedio 25 m., profundidad aproximada 15 m. y volumen aproximado 60,000 m^3. Los factores principales que ocasionan la activación de este fenómeno son las precipitaciones pluviales en temporada de lluvias, que debido a la inadecuada ubicación de las zanjas de coronación existentes sin revestimiento, sirve de contención y almacén de las aguas superficiales que posteriormente filtran y saturan los depósitos eluviales. El fenómeno en mención ha ocasionado la rotura de la cuneta al pie, con desplazamiento horizontal del orden de 1 m. y un levantamiento de 0.50 m. entre los tramos km. 40+480 a km. 40+660; agrietamientos en material de relleno y hundimientos en la plataforma de la carretera. Al problema en estudio se le considera como de riesgo muy elevado.
Solución	zanjas de coronación con revestimiento entre las cotas 1885 y 1870 con desfogue en quebradas laterales. Mantenimiento de cuneta y alcantarillas. Reforestación. Construcción de muro de contención en la plataforma de la carretera. km. 40+600 - km. 40+640; L = 40 m., h= 3.5 m.

FLUJO

Ubicación	km. 41+600 a km. 41+800
Tipo	Huayco en la parte alta
Inclinación	65°
Altura	100 m.
Materiales	El Complejo Olmos (Pe-co) está constituído por rocas de esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran muy meteorizadas y descompuestas. También existe depósito eluvial (Q-e) que es un material compuesto por gravilla de esquisto y filita cuarzosa en matriz limo - arcillosa.
Condiciones	El problema principal se aprecia en el tramo km. 41+680 a km. 41+720 en el cual el flujo de lodo que engloba gravillas afecta al talud superior. El talud tiene una pendiente de 65° y una altura de h = 100 m. por el cual cae material de derrumbe que obstaculiza la vía y erosiona el talud inferior. Esto generalmente sucede en temporadas de fuertes precipitaciones pluviales. Riesgo muy elevado
Solución	Falso túnel en el tramo km. 41+680 a km. 41+720

DERRUMBE

Ubicación	km. 44 + 900 a km. 45 + 050
Tipo	Caída de coluvio y roca volcánica
Inclinación	
Altura	70 m.
Materiales	Depósito Coluvial (Q-co) que consiste en bloques subangulosos de 40 cm de tamaño máximo, con gravas y gravillas, subangulosas de naturaleza tipo volcánica, en matriz arcillo arenosa. En este tramo también afloran rocas del volcánico Oyotún (J-vo), que en los alrededores se encuentran moderadamente meteorizadas. La discontinuidad principal tiene dirección de buzamiento y buzamiento DB 285° BUZ 28°, con una resistencia a la compresión uniaxial de 150 MPa. La orientación de la discontinuidad crítica es regularmente favorable a la estabilidad del talud, con un valor de RMR ajustado de 38, un ángulo de fricción de 36.5° y SMR = 68. Los posibles fallamientos son de tipo planar. En la zona del derrumbe se observa la roca muy fracturada y completamente meteorizada y descompuesta.
Condiciones	El derrumbe afecta al talud en el tramo km. 44+960 a km. 45+000.que tiene una altura de 70 m., una pendiente inferior de 30° y una pendiente superior de 60° . El derrumbe está ubicado en un antiguo deslizamiento que en la actualidad se encuentra estable, a excepción del fenómeno en estudio. La caída de material de derrumbe generalmente ocurre en temporada de fuertes precipitaciones pluviales e interrumpe parcialmente la vía. El riesgo es muy elevado en los meses de verano.
Solución	Forestación del talud Muro de contención al pie en el tramo km. 44 + 960 a km. 45 + 000 Cunetas revestidas

COMPUESTO

Ubicación	km. 48 + 000 a km. 48 + 160
Tipo	Flujo de lodo, roca y coluvio
Inclinación	40° - 70°
Altura	25 - 35 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) que está constituído por material limo - arcilloso que engloba gravillas de cuarzo. Afloran rocas del Complejo Olmos que está compuesto por esquisto y filita cuarzosa que tiene como discontinuidades principales cuyos valores de dirección de buzamiento y buzamiento son : DB 355° BUZ 86°, DB 253° BUZ 50° y DB 290° BUZ 84°.
Condiciones	En el tramo en mención se puede apreciar un antiguo deslizamiento que actualmente se encuentra estable, salvo entre el km. 48+100 al km 48+160. El talud tiene una altura de 35 m. y una pendiente de 40°, por el cual se deslizan flujos de lodo que engloban gravas y gravillas subangulosas a angulosas de esquisto y filíta cuarzosa. Entre las progresivas 47 + 970 a km. 48+050 se aprecia caída de flujos de lodo en el talud que tiene una altura de 25 m. y una pendiente de 70°. Se aprecian hundimientos en la carpeta asfáltica entre las progresivas km. 48+035 a km. 48+110, por la saturación de la subrasante por falta de revestimiento en la cuneta existente y por la carga que ocasiona la acumulación de material de relleno. Riesgo muy elevado.
Solución	Zanja de coronación revestida Cuneta al pie del talud revestida. Forestación Muro de contención al pie en los tramos entre km. 48+100 a km. 48+160 y km. 47+970 a km. 48+050. Descarga de la plataforma al borde del acantilado.

COMPUESTO

Ubicación	km. 48+650 a km. 48+920
Tipo	Deslizamiento y derrumbe
Inclinación	34°
Altura	50 m.
Materiales	Depósito de relleno (Q-r) compuesto por bloques con tamaño máximo de. 3.0 m. de forma subangulosa a angulosa de esquistos y filitas cuarzosas silicificadas y también gravas y gravillas (como matriz). Depósito eluvial (Q-e) conformado por material limo arcilloso que engloba fragmentos subredondeados de naturaleza cuarzosa. Depósito coluvial (Q-co) que está constituído por gravas y gravillas de forma subangulosa a subredondeada de tamaño máximo 10 cm. en matriz limo arenosa. Afloramientos volcánicos andesíticos (Tim-an) que se encuentran muy meteorizados y descompuestos. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co), que está conformado por esquistos y filitas cuarzosas que varian de moderadamente fracturados a muy meteorizados; presenta plano de esquistocidad o plano de derrumbe con buzamiento BUZ 34°, y discontinuidades principales tomando en consideración su dirección de buzamiento y buzamiento de DB 100° BUZ 80° y DB 195° BUZ 53°.
Condiciones	La escarpa de coronación mide de 2 a 5 m. de altura, observándose cercana a éstas grietas de tracción o zanjas profundas. El deslizamiento tiene como masa deslizada, esquistos y filitas cuarzosas del Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) que se encuentran muy meteorizados y moderadamente fracturados, con depósitos eluviales (Q-e) producto de descomposición de las rocas metamórficas. En temporada de lluvias y por acción de las precipitaciones pluviales que se filtran siguiendo el plano de esquistocidad, se produce el derrumbamiento del material metamórfico en bloques de hasta 3 m. de diámetro, acompañado con la descomposición del material mencionado en forma de coladas y derrubios que invaden parcialmente la vía. Producto, tanto del deslizamiento como del derrumbe, se puede indicar que existen al pie del talud escombros de talud. Como antecedente se puede indicar lo ocurrido el 13 y 14 de Marzo de 1996 en el que el fenómeno en forma de coladas y derrubios invadió parcialmente la plataforma de la vía. Se le considera de riesgo elevado.
Solución	Zanja de coronación revestida por encima de la cresta principal con desfogue hacia la quebrada lateral izquierda. Construcción de banquetas según las Normas Peruanas de Carreteras. Sellado de las zanjas profundas o grietas de tracción para impermeabilizar las grietas. Cunetas revestidas al pie del talud.

COMPUESTO

Ubicación	km. 54+570 a km. 54+700
Tipo	Deslizamiento traslacional - coluvial
Inclinación	
Altura	50 m.
Materiales	Depósitos coluviales (Q-co) que están constituido por bloques de roca de naturaleza esquistosa y filitas cuarzosas del Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) en matriz limo arcillosa. El afloramiento rocoso pertenece al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) y está formado por esquistos y filitas que se encuentran intensamente meteorizados, con plano de esquistocidad que tiene un buzamiento de BUZ 46° desfavorable a la estabilidad del talud.
Condiciones	El deslizamiento en mención tiene su mayor incidencia entre el km. 54+580 al km. 54+635. La actividad geodinámica de este fenómeno ocurre comúnmente en forma de derrubiamento de coluvios y escombros de taludes, presentando la mayor actividad en temporada de lluvias por acción de las precipitaciones pluviales existentes que generan coladas de escombros y flujos de barro. Estos materiales engloban bloques de naturaleza metamórfica de tamaño máximo 1.5 m. de diámetro, en matriz limo arcillosa (huayco). El proceso de precipitación de los materiales mencionados invade la plataforma de la carretera e interrumpe parcialmente el tráfico vehícular. A este fenómeno se le puede considerar de riesgo muy elevado.
Solución	Zanjas de coronación con revestimiento y con desfogue hacia las quebradas laterales. Muro de contención en el talud con drenaje incorporado entre km. 54+580 a km. 54+635. Cuneta revestida al pie del talud. Desplazamiento del eje.

COMPUESTO

Ubicación	km. 57 + 050 a km. 57 + 160
Tipo	Caída de material metamórfico muy meteorizado y coluvio - rotacional
Inclinación	45°
Altura	40 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) que está compuesto por bloques y gravas de esquisto y filita cuarzosa en matríz limo arcillosa. La roca predominante pertenece al Complejo Olmos (Pe-co) que está compuesto por esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran muy meteorizadas. El plano de esquistosidad tiene dirección de buzamiento y buzamiento de DB 270° BUZ 36°, con buzamiento desfavorable a la estabilidad del talud. El material de relleno existente es producto de la acumulación del material de derrumbe.
Condiciones	En el talud superior se puede observar la caída de material de esquisto y filita cuarzosa de tamaño máximo de 50 cm. con tapiz coluvial, que ocasiona la interrupción de la vía. Esto ocurre en época de lluvias. En el talud inferior, incluyendo la carretera, se puede apreciar un deslizamiento del tipo rotacional con escarpas de 1.5 m. - 2.0 m. en material de relleno, el cual ha deteriorado la carpeta asfáltica, dejándola en estado de emergencia. Los movimientos se reactivan en época de lluvia.
Solución	Variar el alineamiento del eje hacia el talud en 10 m. Diseñar el talud con inclinación de banquetas. 3: 1. Cunetas de coronación y al pie revestidas. Descargar el talud inferior con banquetas. Colocar gaviones (enrocado) en el talud inferior.

DERRUMBE Y FLUJO

Ubicación	km. 57+600 a km. 57+750
Tipo	Flujo de quebrada y caída de rocas
Inclinación	10° - 50°
Altura	45 m.
Materiales	Depósito aluvial de quebrada (Q- al(q)), compuesto por material gravoso en matriz arenosa. El afloramiento rocoso pertenece al Complejo Olmos (Pe-co) conformado por esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran muy meteorizados y descompuestos con plano de esquistosidad desfavorable a la estabilidad del talud.
Condiciones	El problema principal ocurre entre el km. 57+630 al km. 57+670, como producto de las precipitaciones pluviales en temporadas de lluvias que originan flujos de material gravoso en matríz arenosa (huayco). Producto de estas avenidas se interrumpe la vía y se ocasiona la erosión del borde de la plataforma. La caída de bloques de roca de esquisto y filita cuarzosa con tamaño máximo de 1 m. cubre la cuneta al pie del talud y parte de la plataforma de la vía. El talud tiene una altura h = 45 m. con una pendiente de 50°. Riesgo muy elevado.
Solución	Diseñar muro de contención. Encausamiento de la quebrada. Estructura de drenaje. Baden

DESLIZAMIENTO

Ubicación	km. 58+200 a km. 58+370
Tipo	Traslacional
Inclinación	48°
Altura	40 - 45 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) conformado por bloques de esquistos y filitas cuarzosas, con fragmentos subredondeados de cuarzo en matriz limo arcillosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co), compuesto por esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran intensamente meteorizados y tectonizados. Tiene planos de esquistocidad con buzamiento de BUZ 45°, desfavorable a la estabilidad del talud.
Condiciones	El deslizamiento ocurre a través de la superficie de esquistocidad de las rocas pertenecientes al Complejo Metamórfico Olmos, deslizando también el material coluvial. Las escarpas de coronación tiene de 1 a 1.5 m. de altura y las grietas de 2 a 2.5 m. de abertura. Se puede observar el hundimiento de la carretera entre el km. 58+230 a km. 58+255 y el km. 58+265 a km. 58+280 que se desarrollan siguiendo la dirección del buzamiento de la estratificación y del buzamiento del plano de esquistocidad de las rocas metamórficas. El fenómeno de hundimiento interrumpe el tráfico de la vía. Tanto el fenómeno de hundimiento como el de deslizamiento se activan por acción de las precipitaciones pluviales, especialmente en temporada de lluvias. Se le puede considerar de riesgo muy elevado.
Solución	Zanja de coronación revestida con desfogue a quebrada lateral (km. 58+200). Limpieza y refacción de cuneta al pie del talud. Impermeabilización o sellado de las grietas o zanjas con mortero. Reconstruir el terraplén afectado por hundimientos. Desquinche de material inestable. Banquetas en el material coluvial del km. 58+320 al km. 58+370.

DESLIZAMIENTO

Ubicación	km. 58+930 - km. 59+100
Tipo	Rotacional
Inclinación	30° a 40°
Altura	50 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) constituído por bloques de tamaño máximo de 1 a 1.50 m. de esquisto y filita cuarzosa en matriz limo arcillosa. El afloramiento rocoso de esquisto filítico cuarzoso se encuentra muy meteorizado y descompuesto, con su plano de esquistosidad desfavorable a la estabilidad del talud. Su dirección de buzamiento y buzamiento es DB 275° BUZ 45° y discontinuidades principales DB 12° BUZ 73° y DB 50° BUZ 43°. El material de relleno es producto de la acumulación del material de derrumbe.
Condiciones	La caída de material se activa en los meses de lluvia, interrumpiendo la vía. Riesgo muy elevado.
Solución	Banquetas en el talud con inclinación de 30°, según normas. Las banquetas entre el km. 58+930 al km. 59+030. Zanjas de coronación revestidas a 2 m. mínimo por encima de la cresta. Limpieza de cunetas laterales. Desquinche del talud.

FLUJO ALUVIONAL

Ubicación	km. 60+560 a km. 60+690
Tipo	De quebrada
Inclinación	10°
Materiales	Depósito aluvial de quebrada (Q-al(q)) conformado por cantos y gravas de diversa naturaleza en matriz arenosa. Depósito coluvial (Q-co), constituído por bloques y gravas de forma subangulosa en matriz limo arcillosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) que tiene como componentes a esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran de moderadamente meteorizadas a intensamente meteorizadas.
Condiciones	El problema principal de este tramo carretero es la gran cantidad de material aluvional que se desplaza en temporada de lluvias en la quebrada Ravija. Se ha elevado el nivel del lecho del río, a tal punto que al nuevo puente Hualapampa le va quedando pocos de metros de luz. El avance del flujo aluvional de la quebrada Ravija es en forma de abanico aluvial; ha desplazado el flujo de la quebrada Hualapampa hacia el borde del talud de la carretera que ocasiona erosión en la base de ésta y además se debe tomar en cuenta que este abanico aluvional se aproxima a la carretera. Este fenómeno se activa en temporada de lluvias y es de riesgo muy elevado.
Solución	Enrocado de 3.0 m. de altura en el tramo km. 60+625 al km. 60 +700 (soloción de drenaje).

FLUJO ALUVIONAL

Ubicación	km. 63+350 a km. 63+440
Tipo	De quebrada
Inclinación	15°
Materiales	Depósito aluvional de quebrada (Q-al(q)), que está conformado por bloques de forma subredondeada y gravas en matriz arenosa limosa. Afloramientos rocosos que pertenecen al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co), compuestos por esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran moderadamente meteorizados y descompuestos.
Condiciones	En este tramo problema existen cuatro quebradas que se ubican en la margen derecha del río Hualapampa. En temporada de lluvias aportan grandes volúmenes de material aluviónico (gravas, cantos con lodo), siendo la quebrada que se encuentra al extremo derecho la de mayor acarreo. El material acarreado por las quebradas y por el río Hualapampa, ha elevado el nivel del lecho del río, a tal punto que éste se encuentra ligeramente por encima del nivel de la plataforma de la carretera, la que se encuentra protegida por un pequeño muro de contención, más relleno de material aluvional. Es posible que en posteriores temporadas de precipitaciones pluviales el nivel del lecho del río invada la plataforma de la carretera, a tal punto que ocasione su desaparición. Este tramo es considerado como de riesgo elevado.
Solución	Elevar el nivel de las plataforma de la carretera en este tramo.

FLUJO ALUVIONAL

Ubicación	km. 68+200 a km. 68+300
Tipo	De quebrada
Inclinación	15°
Materiales	Depósito aluvial de quebrada (Q-al(q)) conformado por bloques con tamaño máximo de 1 m. de forma subredondeada, con gravas, en material arenoso y limoso. Depósito coluvial (Q-co) compuesto por bloques de roca de tamaño máximo de 1 m. con gravas y gravillas subredondeadas a subangulosas de naturaleza metamórfica en matriz limo arcillosa. Afloramiento rocoso perteneciente al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) constituído por esquistos y filitas cuarzosas que se encuentran intensamente meteorizadas.
Condiciones	El problema se ubica en la margen izquierda del Río Huancabamba, entre el km. 68+200 al km. 68+300. Acumulación de material aluvial (2.5 m. de espesor) en la carretera; lo que indica erosión en los taludes superiores de la quebrada. Existe un tramo de la carretera entre el km. 68+230 al km. 68+280 con concreto que funciona como badén. El material de arrastre de la quebrada a su paso hacia el río Huancabamba deteriora la carretera que no está asfaltada. Este fenómeno se activa en temporada de lluvias. Se le considera de riesgo elevado.
Solución	Reforestar los taludes erosionados de las partes altas de la quebrada con plantas que resistan las condiciones climatológicas del lugar. Ampliación del badén del km 68+200 a km. 68+230.

FLUJO ALUVIONAL

Ubicación	km. 68+750 a km. 68+850
Tipo	De quebrada
Inclinación	15°
Material	Depósito aluvial de quebrada (Q-al(q)) constituído por bloques y gravas pertenecientes al Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) en matriz areno limosa. Afloramiento rocoso que es parte del Complejo Metamórfico Olmos (Pe-co) y que está conformado por esquistos y filitas cuarzosas que se les aprecia de moderadamente a intensamente meteorizados.
Condiciones	El fenómeno en mención se ubica en la margen izquierda del río Huancabamba, entre el km. 68+790 al km. 68+850. El material aluvional que se desplaza a través de la quebrada en estudio ha deteriorado y erosionado la plataforma de la carretera y ha obstruido completamente la alcantarilla existente. Se activa en temporada de lluvias. Es considerado de riesgo elevado.
Solución	Construcción de badén entre el km. 68+790 a km. 68+840. Construcción de un muro de contención al borde inferior del badén entre km. 68+810 a km. 68+830. Limpieza de alcantarilla en el km. 68+855. Reforestación.

DESLIZAMIENTO

Ubicación	km. 71 + 400 a km. 71+600
Tipo	Rotacional y traslacional
Inclicación	40° a 45°
Altura	50 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) compuesto por material arcilloso con gravilla y gravas cuarzosas. Depósito coluvial (Q-co) constituído por bloques de roca de naturaleza esquistosa y filítica cuarzosa de tamaño máximo. 1 m. con gravillas y gravas de formas subangulosas a angulosas en matriz limo arcillosa. Afloramiento rocoso del tipo esquisto filítico cuarzoso, encontrándose éste muy meteorizado y descompuesto, con plano de esquistosidad desfavorable a la estabilidad del talud. Su dirección de buzamiento y buzamiento es DB 300° BUZ 40°, con discontinuidades principales DB 15° BUZ 57° , DB 30° BUZ 73°.
Condiciones	El deslizamiento está compuesto por material esquisto filítico silicificado con flujos de lodo, afecta la vía e interrumpe parcialmente el tráfico. El riesgo es elevado.
Solución	Banquetas en el talud de 30° de inclinación entre las estaciones km. 71+500 a km. 71+ 600. La altura de las banquetas es de acuerdo a las normas.

DERRUMBE Y FLUJO

Ubicación	km. 72+800 a km. 73+300
Tipo	Derrumbe y huayco
Inclinación	55° - 60°
Altura	20 - 50 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) compuesto por material limo - arcilloso.Depósito coluvial (Q-co) constituído por bloques esquisto y filita cuarzosa de tamaño máximo de 1.5 m. con gravas y gravillas de la misma naturaleza cuarzosa en matriz limo arcillosa. Los afloramients rocosos existentes son del tipo intrusivo granodiorítico que tiene una discontinuidad principal con dirección de buzamiento y buzamiento DB 225° BUZ 35°, una resistencia a la compresión uniaxial de 150 MPa y discontinuidad crítica regularmente favorable a la estabilidad del talud. Además existe roca del tipo esquisto y filita cuarzosa con discontinuidad principal con dirección de buzamiento y buzamiento DB 310° BUZ 37°, resistencia a la compresión uniaxial de 120 MPa. y con plano de esquistosidad desfavorable a la estabilidad del talud. El material de relleno (Q-r) es producto de la acumulación del material de derrumbe.
Levantamiento Geoestructural	Habiendo medido en campo las características de las discontinuidades, mediante el programa Conteo se obtuvo las discontinuidades de mayor frecuencia y el posible tipo de fallamientos en el macizo. Para la roca intrusiva granodiorítica (Ki-gd) en el km. 73+090, las discontinuidades con dirección de buzamiento y buzamiento son DB 16.55° BUZ 73.10°, DB 45.80° BUZ 67.90°, DB 346.86° BUZ 80°. Según el análisis realizado en la proyección estereográfica, el fallamiento principal es del tipo planar. En la roca esquisto filítica cuarzosa (Pe-co) en el km. 73 + 270, las discontinuidades principales con dirección de buzamiento y buzamiento son : DB 178.57° BUZ 22.21°, DB 200° BUZ 29.50°, DB 343.52° BUZ 73.67°. Por análisis realizado en la proyección estereográfica, el fallamiento principal es de tipo planar.
Condiciones	El derrumbe afecta el talud superior en los tramos km. 72+840 a km. 72+940 y km. 72+973 a km. 73+040. En éstos se presenta caída de bloques, gravas y gravillas subangulosas del tipo intrusivo granodiorítico en matriz limo arcillosa, con una altura de 50 mt. y una pendiente del talud de 50° . También se aprecia en el km. 73+160 a km. 73+220 caída de material esquisto filítico cuarzoso en bloques de 30 cm., presentando el talud una altura de 55 mts. y pendiente de 60°. Estos derrumbes se activan generalmente con las temporadas de precipitaciones pluviales. El riesgo es elevado.

Solución	Corrimiento del eje de la carretera en 5 m. hacia el borde del talud Muro de contención en voladizo en el km. 72+840 al km.72+940 y km. 72+973 a km. 73+040. Malla metálica de protección de talud en km. 73+160 a km. 73+220. Longitud 60 m. Ancho 40 m.

COMPUESTO

Ubicación	km. 79+ 100 a km. 79+600.
Tipo	Traslacional y planar
Inclinación	68° - 72°
Altura	55 m. - 65 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) que está constituido por material arcillo limoso. Depósito coluvial (Q-co) conformado por bloques de esquisto y filita cuarzosa de T.M. 50 cm.. A los afloramientos de esquistos y filitas cuarzosas (Pe-co) se les encuentra generalmente de moderados a muy meteorizados. Tienen planos de esquistosidad y discontinuidades principales con dirección de buzamiento y buzamiento en el km. 79+120 (DB 220° BUZ 84°); en el km. 79+170(DB 305° BUZ 59° y DB 233° BUZ 88° - DB 210° BUZ 84° - DB 130° BUZ 80°), y en el km. 79+420 (DB 210° BUZ 60° Y DB 310° BUZ 67° - DB 25° BUZ 48°). Los buzamientos de los planos de esquistosidad son desfavorables a la estabilidad del talud. Tiene una resistencia a la compresión uniaxial de 120 MPa, con un RMR ajustado de 44, ángulo de fricción interna de 33.5°, SMR 47 y una resistencia intermedia a la meteorización. El material de relleno Q-r existente en el talud inferior es producto principalmente del acarreo material de derrumbe..
Levantamiento Geoestructural	Con la toma de datos de campo de las discontinuidades, se ha representado según el programa Conteo la proyección estereográfica de Smith, logrando con esto realizar un diagrama estadístico de las discontinuidades con mayor frecuencia. Mediante la proyección estereográfica es posible determinar el tipo de fallamiento que predomina en el macizo rocoso. En general las discontinuidades principales tienen dirección de buzamiento y buzamiento de DB 281.74° BUZ 70.61°, DB 36.88° BUZ 81.52° y DB 220.14° BUZ 80.82°. El fallamiento predominante en los afloramientos rocosos es del tipo planar.
Condiciones	El talud crítico es el que se encuentra entre el km. 79+150 a km79+480 , con pendientes de 54° a 75° y con alturas de 50 a 65 m. Presentan caída de bloques de tamaño máximo de 3 m. con gravas y gravillas de esquistos y filitas cuarzosas en matriz arcillo limosa. Este fenómeno se activa en temporada de lluvias, por lo que cubre la vía.
Solución	Para el tramo crítico del km. 79+150 al km. 79+480, introducir banquetas de acuerdo a las normas. Tender el talud a 2:1 en una altura de 40 m. Cunetas revestidas al pie del talud superior

COMPUESTO

Ubicación	km. 80+100 a km.80+300
Tipo	Deslizamiento rotacional y derrumbe
Inclinación	30° - 50°
Altura	50 m.
Materiales	Depósito eluvial (Q-e) compuesto por material limoso ligeramente arcilloso. La roca comprometida en el fenómeno es esquisto y filita cuarzosa (Pe-co). Se encuentra de moderada a muy meteorizada, con plano de esquistosidad con dirección de buzamiento y buzamiento DB 295° BUZ 78° y discontinuidades principales DB 10° BUZ 74°, DB 0° BUZ 60°. Con una resistencia a la compresión uniaxial de 85 MPa, espaciamiento de discontinuidades de 22 cm., persistencia de 3 m., resistencia intermedia a la meteorización, un RMR ajustado de 47 y ángulo de fricción interna de 28.5° . El valor de SMR es de 37.
Condiciones	El talud muestra un deslizamiento de tipo rotacional, (inactivo), con escarpas desde 1.5 m. hasta 3 m.; habiéndose deslizado una altura de 15 m., en la que se ha formado una escarpa secundaria activa por la cual se desliza el material de derrumbe. Este material está compuesto por bloques angulosos de tamaño máximo de 3 m. con gravas y gravillas angulosas a subangulosas, en poca matriz limosa arcillosa. Este fenómeno se activa en temporada de precipitaciones pluviales. El riesgo es elevado.
Soluciones	Talud de 2:1 con banquetas hasta una altura de 30 m. en el tramo km. 80+100 a km. 80+200. En las banquetas incorporar cunetas

COMPUESTO

Ubicación	km. 103 + 450 a km. 103+600
Tipo	Rotacional y Desprendimiento de bloques
Inclinación	53°
Altura	100 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) compuesto por bloques y gravas de naturaleza volcánica en matriz limo arenosa. Afloramiento rocoso del volcánico Oyotún (J-vo), que se encuentra altamente meteorizado, con una resistencia a la compresión uniaxial de 140 MPa. Tiene discontinuidades principales con dirección de buzamiento y buzamiento DB 140° BUZ 54°, DB 230° BUZ 63°, DB 340° BUZ 53°. Con un RMR ajustado de 56 que corresponde a una roca regular de clase III y SMR de 60. Tiene una resistencia intermedia a la meteorización y tiene como falla predominante la de tipo vuelco.
Condiciones	El talud que alberga al fenómeno geodinámico tiene una pendiente de 40° en las cotas inferiores (hasta 50 m. de altura) y 53° en las cotas superiores (50 a 100m. de altura). Entre los tramos del km. 103+470 al km. 103+500, tiene como problema principal la caída de bloques de roca de tamaño máximo de 2 m. de naturaleza volcánica en matriz limo arcillosa. En tiempo de precipitaciones pluviales el material invade la vía e interrumpe el tráfico. Como problema adicional se puede considerar al material volcánico disturbado que se encuentra entre el tramo del km. 103+520 al km. 103+600, a más o menos 40 m. por encima del pie del talud superior, con pendiente del talud de 60°. Debe su inestabilidad a la voladura deficiente realizada en el corte del eje carretero. Este tramo tiene un riesgo muy elevado, propenso a derrumbarse debido a las fuertes precipitaciones pluviales que ocurren en el área.
Solución	Falso túnel entre el km. 103+470 a km. 103+520, el cual permitirá el tránsito vehícular con la adecuada seguridad para los usuarios de la via.

EROSION

Ubicación	km. 106+400 a km. 106+680
Tipo	Fluvial
Longitud de Erosión	30 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) compuesto por bloques de tamaño máximo de 2 m. con gravas y gravillas subangulosas a angulosas de esquisto y filita cuarzosa; y volcánicas en matriz limo arcillosa. Los afloramientos rocosos son de roca perteneciente al volcánico Oyotún (J-vo). Se encuentran de fracturados a muy fracturados; con una resistencia a la compresión uniaxial de 150 MPa, un espaciamiento de discontinuidades de 30 cm., persistencia de 2.5 m. y alta resistencia a la meteorización. Las discontinuidades principales tienen dirección de buzamiento y buzamiento de DB 245° BUZ 42°, DB 105° BUZ 48° y ángulo de fricción de 35.5°, cohesión 305 KPa. Un RMR ajustado de 36 considerado como roca mala de clase IV; con fallamiento del tipo planar, con un SMR de 58 que es la descripción de un talud regular. Talud de escombros compuesto por una grava subredondeada de tamaño máximo de 20 cm., con arena gruesa o gravilla en matriz arenosa. El material de relleno es producto del corte de la carretera y de la caída de material coluvial.
Condiciones	En el talud inferior del tramo km. 106+650 a km. 106+680, el río Huancabamba ha erosionado el talud hasta la mitad de la carpeta asfáltica. En el talud superior se observa entre el tramo km. 106+630 al km. 106+660, cierta inestabilidad que lo puede corroborar la presencia del talud de escombros con pequeños derrubios al pie. Riesgo elevado.
Solución	Muro de contención al borde de la carretera del km. 106+650 a km. 106+680, con una altura de 4 mts. Enrocado de protección al borde del río.

DERRUMBE

Ubicación	km. 153+500 a km. 153+800
Tipo	Caída de material coluvio - eluvial
Inclinación	58° - 45°
Altura	45 m. - 65 m.
Materiales	Depósito coluvio - eluvial (Q-co-e) que está conformado por bloques de tamaño máximo de 3 m. con gravas y gravillas de subangulosas a angulosas, de naturaleza caliza en matriz limo arcillosa Las rocas aflorantes son lutitas margosas, con intercalaciones de calizas de la formación Quilquiñán (Km-q); generalmente las lutitas margosas se encuentran de muy meteorizadas a descompuestas. Las calizas presentan una resistencia a la compresión uniaxial de 150 MPa, con familia crítica de discontinuidades desfavorables a la estabilidad del talud, con alta resistencia a la meteorización y discontinuidad principal con dirección de buzamiento y buzamiento de DB 205° BUZ 58°.
Condiciones	El derrumbe de material coluvio - eluvial ocurre entre las progresivas del km. 153+540 a km. 153+660 y km. 153+700 a km. 153+770, y pertenece a material de derrumbe de un antiguo deslizamiento. Este fenómeno ocurre debido a la acción de las precipitaciones pluviales y al corte de la carretera. Riesgo elevado.
Solución	Falso túnel entre las siguientes progresivas a) km. 153+540 a km. 153+660 b) km. 153+700 a km. 153+770 Zanjas de coronación revestidas Desquinche del talud

COMPUESTO

Ubicación	km. 156+500 a km. 156+840
Tipo	Erosión fluvial y caída de rocas
Inclinación	15°
Altura	50 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) constituído por matriz limo arcillosa que engloba bloques subangulosos, gravas y gravillas de naturaleza sedimentaria del tipo caliza. Las rocas aflorantes son intercalaciones de estratos de lutitas margosas muy alteradas y descompuestas, con calizas moderadas a ligeramente meteorizadas. Tienen una resistencia a la compresión uniaxial de 140 MPa, con espaciamiento de 40 cm., persistencia de 1 m. y familia crítica de discontinuidades favorable a la estabilidad del talud. En el tramo del km. 156+500 a km. 156+530, los estratos tienen su dirección de buzamiento y buzamiento de DB 70° BUZ 50° con discontinuidad principal de DB 250° BUZ 45° A partir del km. 156+560 a km. 156+690, los estratos tienen orientación DB 100° BUZ 60° y discontinuidad principal de DB 250° BUZ 250° BUZ 45° y entre el km. 156+680 a 156+840 los estratos tiene una orientación de DB 110° BUZ 75° y discontinuidades principales DB 70° BUZ 45° y DB 280° BUZ 53°. El material rocoso presenta un RMR de 35, que corresponde a una roca mala de clase IV, teniendo la ventaja que los estratos están orientados a favor de la estabilidad del talud. Su SMR de 63 equivale a un talud estable.
Condiciones	El problema principal es la erosion fluvial ocasionada por el río Chamaya al talud inferior, incluyendo media carpeta asfáltica entre el km. 156+680 al km. 156+760. El talud inferior tiene una pendiente de 45°. También se puede observar el material de derrumbe, especialmente entre los km. 156+750 a km. 156+770 que se comporta como talud de escombros compuesto por bloques de roca de tamaño máximo de 1 m. de naturaleza sedimentaria del tipo caliza en matriz limo - arcillosa. El riego es elevado.
Solución	Muro de contención en el talud hacia el río entre el km. 156+680 a km. 156+760. Cimentar con viga de cimentación de 70 m. de longitud con enrocado abajo. Muro de contención al pie del talud de corte entre el km. 156+758 al km. 156+768.

DERRUMBE

Ubicación	km. 163+050 a km. 163+300
Tipo	Caída de rocas y coluvio.
Inclinación	35° - 40°
Altura	70 m. - 75 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) conformado por material limo arcilloso que engloba bloques de tamaño máximo de 1 m. con gravas y gravillas de arenisca y cuarcita blanquecina. El afloramiento rocoso existente pertenece al Grupo Goyllarisquizga (Ki-g), constituído principalmente por areniscas muy meteorizadas y cuarcitas blanquecinas con intercalaciones de lutitas grises que se encuentran muy meteorizadas.
Condiciones	El fenómeno de caída de rocas con coluvio está precedido de un deslizamiento anterior con escarpas inactivas de 10 a 15 m., encontrándose debajo de estas escarpas otras que se han activado como producto de precipitaciones pluviales existentes en el área, así como la deficiente voladura de corte hecha en la carretera. Esto ocurre en el tramo km. 163+120 a km. 163+220, con caída de bloques de tamaño máximo de 1 m. de naturaleza arenisca y cuarcita en matriz limo arcillosa. También se puede observar caída de material rocoso del tipo arenisca, la cual se encuentra muy meteorizada, así como también del tipo cuarcita blanquecina que se encuentra de ligera a moderadamente meteorizada, con bloques de hasta 2 m. con material limoso. Es importante resaltar que en temporadas de lluvias este fenómeno interrumpe la vía por varias horas. Tiene riesgo muy elevado.
Solución	Desplazar el eje de vía del km. 163+120 a km. 163+220 Construir muro de concreto en dicho tramo, alejado del pie del talud para que pueda contener el material caída.

DERRUMBE

Ubicación	km. 170 +940 a km. 170+910
Tipo	Caída de rocas
Inclinación	60°
Altura	50 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) compuesto por matriz limo arcillosa que engloba a bloques de tamaño máximo de 50 cm. con gravas y gravillas de formas subredondeadas a subangulosas, todos de naturaleza volcánica pertenecientes al volcánico Oyotún (J-vo) Las rocas aflorantes son del volcánico Oyotún (J-vo), encontrándose estas rocas de moderadas a muy meteorizadas. Tiene discontinuidades principales con dirección de buzamiento y buzamiento DB 140° BUZ 75°, DB 335° BUZ 35° y DB 70° BUZ 78°. Su resistencia a la compresión uniaxial es de 140 MPa.; con efecto de dirección de buzamiento y buzamiento de la familia crítica de discontinuidades desfavorables a la estabilidad del talud. Tienen regular resistencia a la meteorización del macizo rocoso con RMR de 11 que está considerada como roca de mala calidad, clase IV. El material de relleno es producto de la acumulación por acarreo del material de derrumbe.
Condiciones	El problema principal ocurre entre los km. 170+950 a km. 170+980, por caída de bloques de tamaño máximo de 50 cm. con gravas y gravillas subredondeadas a subangulosas en matriz limo arcillosa. Ocurren filtraciones de agua entre las fracturas de las rocas volcánicas. Interrumpe la vía durante varias horas en temporada de lluvias. Riesgo elevado
Solución	Desquinchado del talud entre el km 170+950 a km. 170+980. Malla de acero con pernos, en una extensión de 30 m x 30 m.

DERRUMBE

Ubicación	km. 173+400 a km. 173+520
Tipo	Caída de rocas
Inclinación	45°
Altura	45 m.
Materiales	Afloramiento rocoso perteneciente a la formación Pariatambo (Km-p), compuesta por estratos de calizas nodulares, moderadamente a ligeramente meteorizadas, de fracturadas a muy fracturadas, con intercalaciones de lutitas margosas muy alteradas y descompuestas. La dirección de buzamiento y buzamiento de la familia crítica de discontinuidades es de DB 310° BUZ 45° desfavorables a la estabilidad del talud. Con una resistencia a compresión uniaxial de 140 MPa. Con espaciamiento de discontinuidades de 0.20 m. y una persistencia de 0.50 m. El valor del RMR ajustado es de 3, valor que corresponde a una roca mala de clase V . Con un SMR 54 que tentantivamente se considera como un talud que se encuentra en un estado regular, parcialmente estable.
Condiciones	El talud superior comprometido con el fenómeno se encuentra entre el km. 173+460 al km. 173+480; presenta una pendiente de 45° con una altura de 45 m. Debido al desmoronamiento de las lutitas margosas, muy meteorizadas y descompuestas por acción pluvial y eólica, que al estar intercaladas con la roca caliza nodular hace que ésta sufra fallamiento planar y pierda estabilidad, teniendo como plano de deslizamiento el buzamiento de los mismos. El riesgo es muy elevado.
Solución	Concreto lanzado más pernos en el área de lutita expuesta en el km. 173+460 a 173+480. En la base dado de apoyo. Lo mismo que lo anterior para el resto del km. 173+400 al km. 173+410 Zanja de coronación Desquinche previo

DESLIZAMIENTO

Ubicación	km. 177+300 a km. 178+120
Tipo	Traslacional
Inclinación	60° - 70°
Altura	30 - 40 m.
Materiales	Depósito coluvial (Q-co) conformado por bloques de roca caliza perteneciente a la formación Quilquiñán (Km.- q) en matriz limo arcillosa. Afloramientos rocosos pertenecientes a la formación Quilquiñán (Km-q), que está constituída por estratos de caliza que se encuentra de moderada a intensamente meteorizada, con una potencia de 40 cm; con una resistencia a la compresión uniaxial de 160 MPa; con intercalaciones de estratos de lutitas margosas que están completamente descompuestas; convertidas en suelo tipo arcilloso. Tiene una potencia de 80 cm. Los estratos en mención tienen una dirección de buzamiento y buzamiento de DB 120° BUZ 13°. Regularmente desfavorable a la estabilidad del talud. El depósito de relleno es la acumulación de material de derrumbe por maquinarias de mantenimiento.
Condiciones	En este tramo se tiene deslizamientos activos y otros potencialmente activos; siendo la principal causante de esto las precipitaciones pluviales en temporada de lluvias. Las zanjas de coronación sin revestimiento existentes se han convertido en zanjas profundas que por la presión que ejerce el agua en ellas se genera una superficie de fallamiento. El buzamiento de los estratos de lutitas, margas y calizas es desfavorable a la estabilidad del talud. Los tramos con problemas de deslizamiento activo y potencialmente activo se muestran : entre km. 177+140 a 177+226. Entre el km. 177+290 a km. 177+432, deslizamiento traslacional que compromete afloramientos rocosos de la formación Quilquiñán (Km-q) que en el talud se le puede apreciar como intercalaciones de estratos conformados por lutitas y margas descompuestas (suelos tipo arcilla en estado plástico). También se puede apreciar escarpas secundarias ; como antecedente se tiene que este deslizamiento ocurrió el 17.03.96 interrumpiendo el tráfico vehicular. Entre el km. 177+520 a km. 177+600 se puede apreciar un posible deslizamiento que tiene una altura de 20m. en el que actualmente ocurren flujos de lodo de material limo - arcilloso que engloba gravillas y gravas del tipo caliza. Entre el km. 177+650 a km. 177+800 se observan escarpas secundarias en un talud que tiene altura de 20 m. y una pendiente de 75°, con caída de bloques de caliza de T.M. 1 m., que está englobado por flujos de lodo compuestos por material limo arcilloso. Los árboles inclinados en los taludes indican el proceso de actividad del deslizamiento. Entre el km. 177+880 a km. 178+000, zona de deslizamiento potencial en lutitas y margas descompuestas con calizas, agrietadas, propensa a colapsar. Los estratos tiene una dirección

de buzamiento y buzamiento DB 120° BUZ 13° con buzamiento desfavorable a la estabilidad del talud. Con potencia de 40 cm. para los estratos de lutitas más margas y de 80 cm. para las calizas. Entre el km. 178+000 a km.178+100 se observa la caída de flujo de lodo con matriz arcillosa que engloba bloques de tamaño máximo de M. 2 m. de naturaleza del tipo caliza. Los diferentes eventos geodinámicos se activan en las temporadas de lluvias.

Solución

Perfilado y banquetas en taludes propensos al colapso.
Cunetas revestidas para drenaje superficial.
Control permanente de grietas.
Sellado de grietas abiertas.
Construcción de gaviones al pie del talud.

COMPUESTO

Ubicación	km. 185+930 a km. 186+130
Tipo	Caída de rocas y flujos de lodo
Inclinación	60°
Altura	30 m.
Materiales	Afloramiento rocoso perteneciente al Grupo Quilquiñán (Km-q), compuesto por intercalaciones de lutitas margosas con potencia de 0.50 m. que se encuentran muy meteorizadas y descompuestas, con calizas moderadamente meteorizadas que tienen una potencia de 1.50 m. en forma de estratos que tiene orientación de dirección de buzamiento y buzamiento de DB 280° BUZ 40° y son favorables a la estabilidad del talud
Condiciones	El tramo crítico se encuentra entre el km. 186+010 al km. 186+110. El fenómeno ocurre con caída de bloques de tamaño máximo de 1.5 m. con flujos de lodo. En temporada de lluvias el material de derrumbe invade la vía. El riesgo es muy elevado
Solución	Se propone el desquinche de bloques sueltos en el talud entre el km. 186+010 al km. 186+110. Perfilado del talud al ángulo 2:1 y banquetas.

DERRUMBE

Ubicación	Sección 187 +300
Tipo	Caída de rocas
Inclinación	85°
Altura	45 m.
Materiales	El macizo rocoso pertenece al Grupo Quilquiñán (Km-q) que está constituído por estratos de lutitas margosas muy meteorizadas a descompuestas, con potencia de 40 cm. Se presentan intercalaciones de calizas que tienen una potencia de 75 cm. y están moderadamente meteorizadas, con una resistencia a la compresión uniaxial de 140 MPa. Los estratos en mención tiene dirección de buzamiento y buzamiento de DB 220° BUZ 10° favorables a la estabilidad del talud. Regular resistencia a la meteorización, con un RMR ajustado de 61 que equivale a una roca buena de clase II, con un ángulo de fricción interna de 38° y con discontinuidad principal tomando en consideración su dirección de buzamiento y buzamiento de DB 0° BUZ 70°. El valor de SMR es de 54, que equivale a un macizo rocoso regularmente estable.
Condiciones	El problema principal que ocurre en el talud (tramo km. 187+070 a 187+360) es en los primeros 45 m. de altura, con una pendiente de 85°. Se encuentra el afloramiento rocoso moderadamente meteorizado, con estratos favorables a la estabilidad del talud (BUZ 10°), con agrietamientos con longitudes de algunos centimetros hasta 25 m., con abertura desde 1 cm. hasta 10 cm. Posibles desprendimientos de bloques. El fallamiento principal es de tipo volteo, con discontinuidad crítica tomando en consideración su dirección de buzamiento y buzamiento de DB 0° BUZ 70°. También se puede observar el fallamiento tipo cuña, con discontinuidades principales DB 290° BUZ 10°; DB 50° BUZ 78° y DB 170° BUZ 85°. Todos estos problemas ocasionan la caída de bloques de tamaño máximo 1.5 m., bloques de 1x25 m. producto de la abertura de grietas por pésima voladura de corte y el empuje de las precipitaciones pluviales en las grietas. La caída de bloques puede ocurrir en cualquier temporada especialmente en temporada de lluvias, ocasionando la interrupción de la vía así como el deterioro de la carpeta asfáltica y posibles pérdidas de vidas humanas.
Solución	Desquinche del talud. Malla de acero con pernos cementados en zonas críticas, de acuerdo a las especificaciones técnicas.

FOTOGRAFIAS

FOTO Nº 1.- km 27+850 a km 28+050

Deslizamiento de grandes proporciones que se activa durante las temporadas de lluvias, interrumpiendo el tráfico

Foto Nº 2 Deslizamiento en la progresiva 48+000 - 48+100, de rocas completamente meteorizados, muy fracturadas a trituradas que esta originanando humdimientos en la vía.

FOTO Nº 3.- km 54+570 a km 54+700

Deslizamiento de roca metámorfica meteorizada

FOTO Nº 4.- km 58+930 a km 59+100

De. lizamiento de roca filiti ·a fracturada y descompuesta activada con las lluvias

FOTO Nº 5.- km 71+400 a km 71+600

Deslizamiento de roca siguiendo los planos de esquistocidad

Foto N° 6 Deslizamiento siguiendo el plano de esquistocidad en la roca metamórfica km. 79+100 a km. 79 + 600..

FOTO Nº 7.- km 173+400 a km 173+500

Deslizamiento de material coluvial y calizas activada en época de lluvias

FOTO Nº 8.- km 177+290 a km 178+120

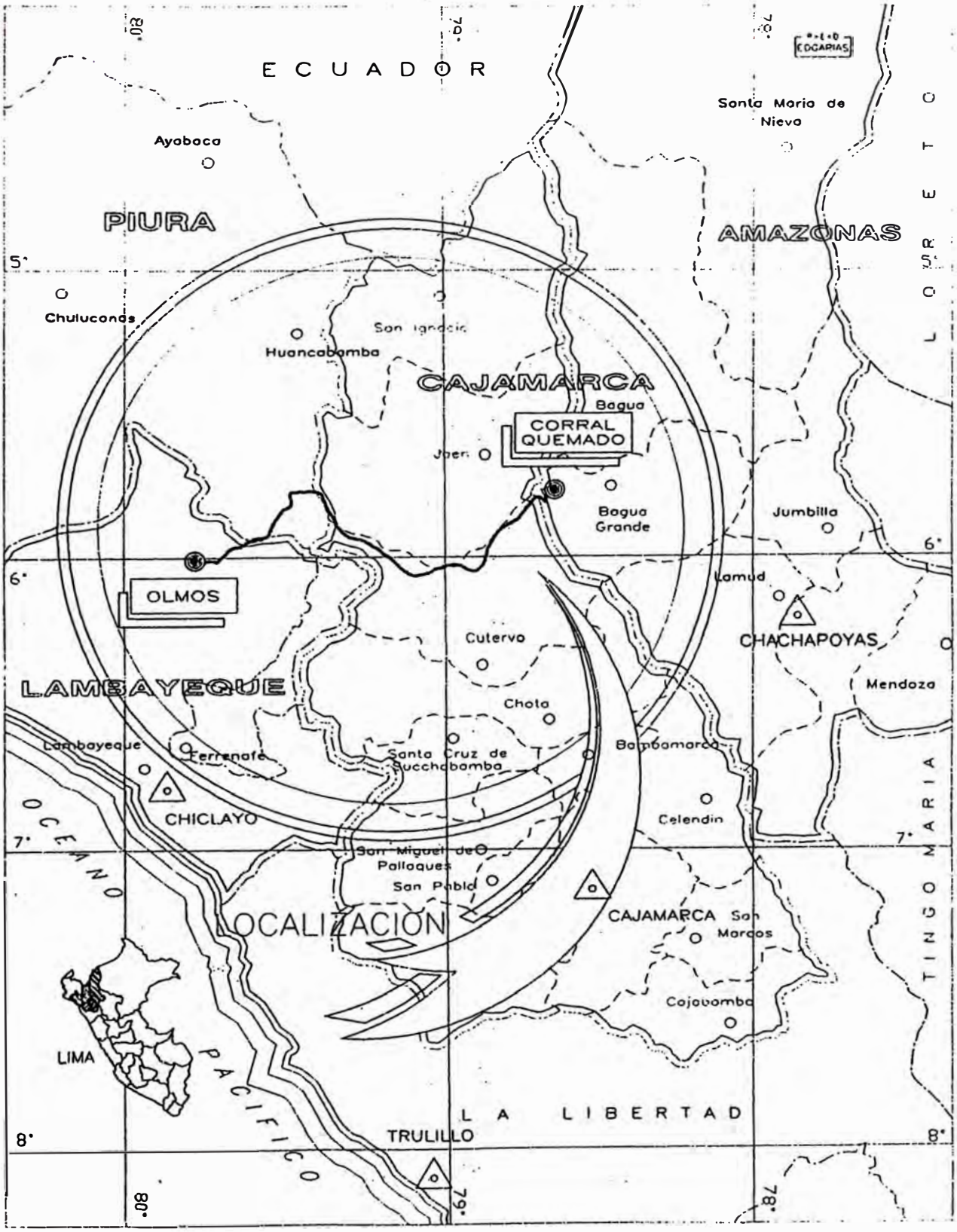
Deslizamiento en lutitas y margas descompuestas con algunos horizontes de estratos de calizas.

FOTO Nº 9.- km 185+980 a km 186+130

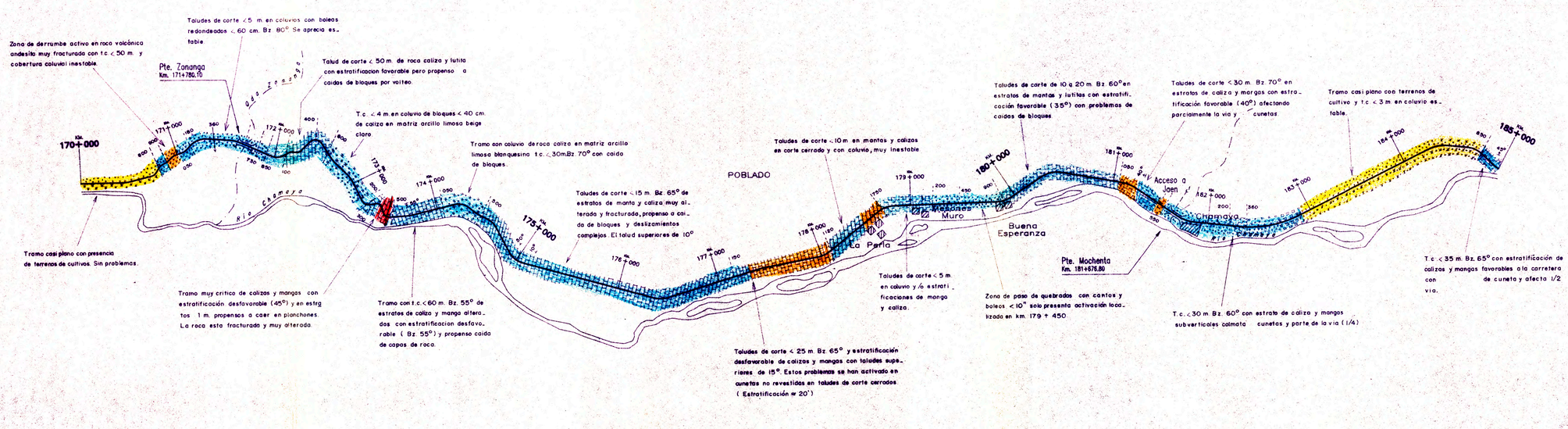
Deslizamiento de roca arenisca muy fracturada y alterada con coluvio en taludes de 80 m.

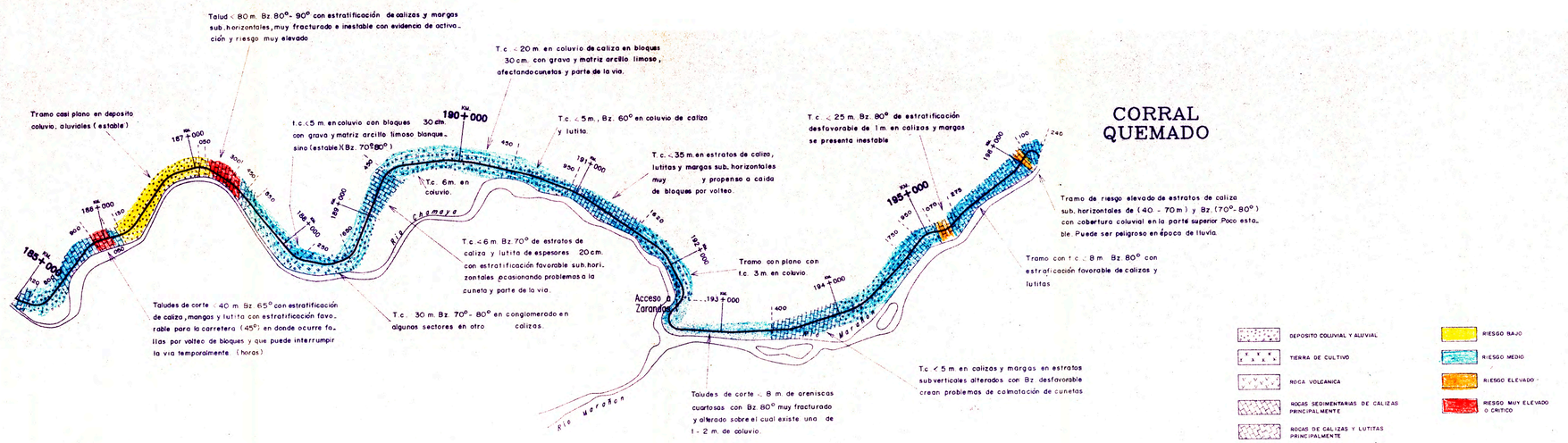
FOTO Nº 10.- km 187+070 a km 187+360

Estritificaciones de calizas y margas con taludes < 80m. Presenta sectores muy inestable km.



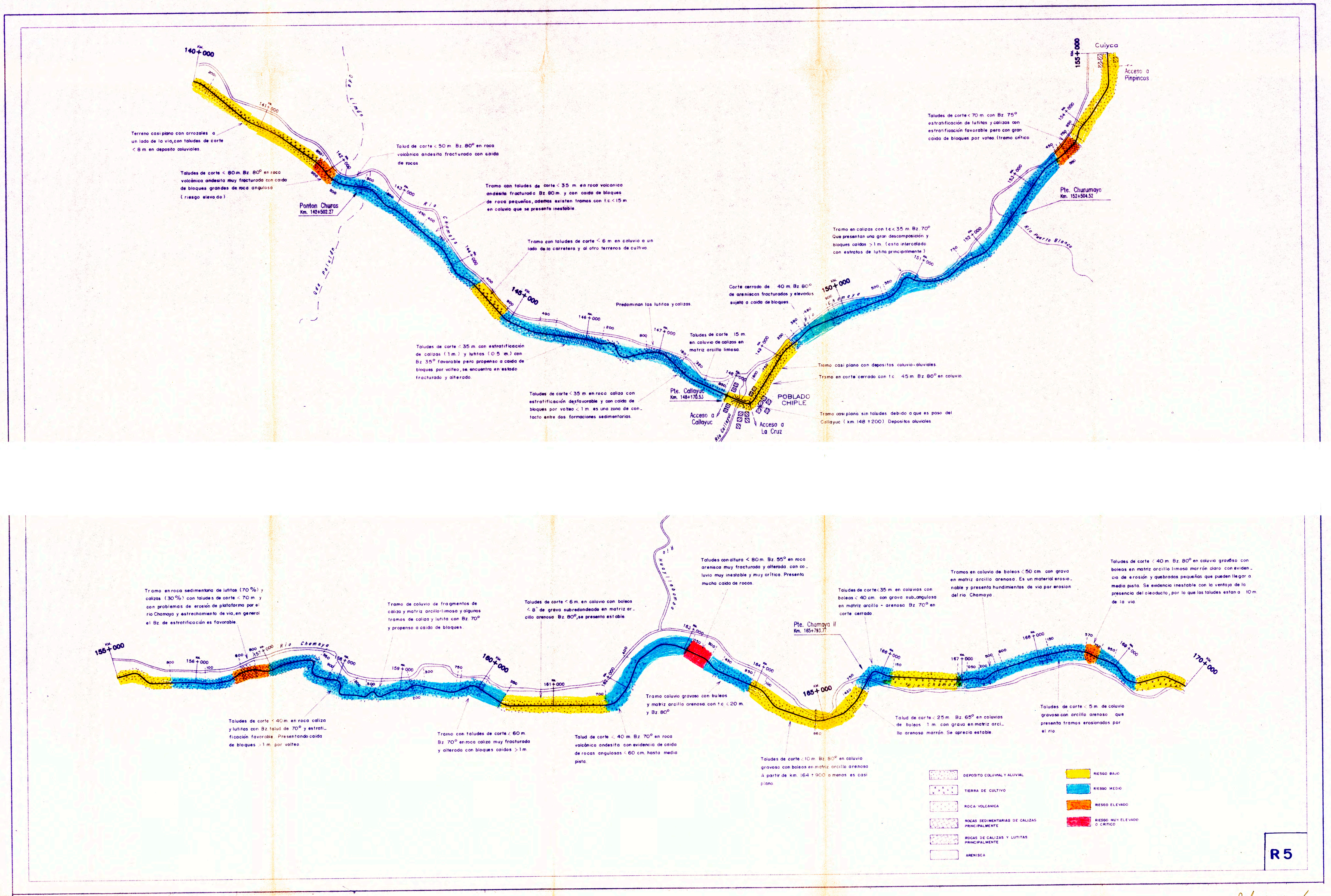
LOCALIZACION


Zona de derrumbe activo en roca volcánica andesita muy fracturada con t.c. < 50 m. y cobertura coluvial inestable.
Taludes de corte < 5 m. en coluvios con boleos redondeados < 60 cm. Bz. 80° Se aprecia estable
Pte. Zonanga
Km. 171+780.10
Talud de corte < 50 m. de roca caliza y lutita con estratificacion favorable pero propenso a caidas de bloques por volteo.
T.c. < 4 m. en coluvio de bloques < 40 cm. de caliza en matriz arcillo limoso beige claro.
Tramo con coluvio de roca caliza en matriz arcillo limosa blanquesina t.c. < 30m.Bz. 70° con caida de bloques.
Taludes de corte < 15 m. Bz. 65° de estratos de manta y caliza muy alterada y fracturada, propenso a caida de bloques y deslizamientos complejos. El talud superiores de 10°
Taludes de corte < 10 m. en mantas y calizas en corte cerrado y con coluvio, muy inestable.
Taludes de corte de 10 a 20 m. Bz. 60° en estratos de mantas y lutitas con estratificación favorable (35°) con problemas de caidas de bloques.
Taludes de corte < 30 m. Bz. 70° en estratos de caliza y margas con estratificación favorable (40°) afectando parcialmente la via y cunetas.
Tramo casi plano con terrenos de cultivo y t.c. < 3 m. en coluvio estable.
Tramo casi plano con presencia de terrenos de cultivos. Sin problemas.
Tramo muy critico de calizas y margas con estratificación desfavorable (45°) y en estratos 1 m. propensos a caer en planchones. La roca esta fracturada y muy alterada.
Tramo con t.c. < 60 m. Bz. 55° de estratos de caliza y manga alterados con estratificacion desfavorable (Bz. 55°) y propenso caida de capas de roca.
Taludes de corte < 25 m. Bz. 65° y estratificación desfavorable de calizas y mangas con taludes superiores de 15°. Estos problemas se han activado en cunetas no revestidas en taludes de corte cerrados. (Estratificación = 20°)
Taludes de corte < 5 m. en coluvio y /o estratificaciones de manga y caliza.
Zona de paso de quebrados con cantos y boleos < 10" solo presenta activación localizada en km. 179 + 450.
T.c. < 30 m. Bz. 60° con estrato de caliza y mangas subverticales colmata cunetas y parte de la via (1/4)
T.c. < 35 m. Bz. 65° con estratificación de calizas y mangas favorables a la carretera con de cuneta y afecta 1/2 via.
POBLADO
La Perla
Muro
Buena Esperanza
Acceso a Joen
Chamaya
Pte. Mochenta
Km. 181+676.80
Río Chamaya
170+000
171+000
172+000
173+000
174+000
175+000
176+000
177+000
178+000
179+000
180+000
181+000
182+000
183+000
184+000
185+000


Talud < 80 m. Bz. 80°- 90° con estratificación de calizas y margas sub. horizontales, muy fracturado e inestable con evidencia de activación y riesgo muy elevado
T.c. < 20 m. en coluvio de caliza en bloques 30 cm. con grava y matriz arcillo limoso, afectando cunetas y parte de la via.
Tramo casi plano en deposito coluvio. aluviales (estable)
t.c. < 5 m. en coluvio con bloques 30 cm. con grava y matriz arcillo limoso blanquesino (estable X Bz. 70°80°)
T.c. < 5 m., Bz. 60° en coluvio de caliza y lutita.
T.c. < 35 m. en estratos de caliza, lutitas y margas sub. horizontales muy y propenso a caida de bloques por volteo.
T.c. < 25 m. Bz. 80° de estratificación desfavorable de 1 m. en calizas y margas se presenta inestable
CORRAL QUEMADO
Tramo de riesgo elevado de estratos de caliza sub. horizontales de (40 - 70 m) y Bz. (70°- 80°) con cobertura coluvial en la parte superior. Poco estable. Puede ser peligroso en época de lluvia.
Tramo con t.c. < 8 m. Bz. 80° con estratificación favorable de calizas y lutitas
Tc. 6m. en coluvio.
T.c. < 6 m. Bz. 70° de estratos de caliza y lutita de espesores 20 cm. con estratificación favorable sub. horizontales ocasionando problemas a la cuneta y parte de la via.
Tramo con plano con t.c. 3 m. en coluvio.
Taludes de corte < 40 m. Bz. 65° con estratificación de caliza, mangas y lutita con estratificación favorable para la carretera (45°) en donde ocurre fallas por volteo de bloques y que puede interrumpir la via temporalmente. (horas)
T.c. 30 m. Bz. 70°- 80° en conglomerado en algunos sectores en otro calizas.
Taludes de corte < 8 m. de areniscas cuartosas con Bz. 80° muy fracturado y alterado sobre el cual existe una de 1 - 2 m. de coluvio.
T.c < 5 m. en calizas y margas en estratos subverticales alterados con Bz. desfavorable crean problemas de colmatación de cunetas
Acceso a Zarandon
Río Marañon
Río Chamaya
DEPOSITO COLUVIAL Y ALUVIAL
TIERRA DE CULTIVO
ROCA VOLCANICA
ROCAS SEDIMENTARIAS DE CALIZAS PRINCIPALMENTE
ROCAS DE CALIZAS Y LUTITAS PRINCIPALMENTE
ARENISCA
RIESGO BAJO
RIESGO MEDIO
RIESGO ELEVADO
RIESGO MUY ELEVADO O CRITICO
185+000
186+000
187+000
188+000
189+000
190+000
191+000
192+000
193+000
194+000
195+000
196+000
197+000

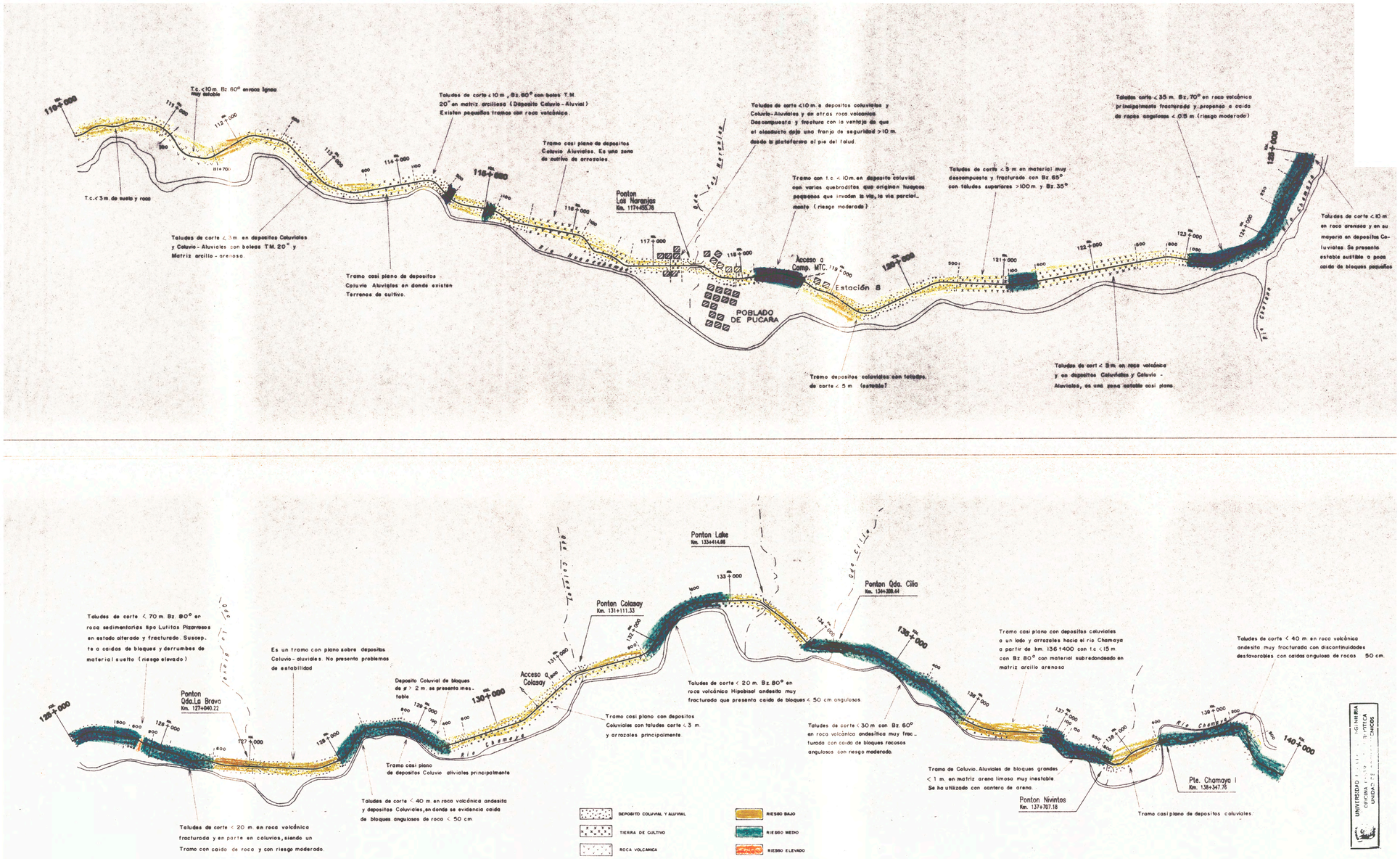
R6

Plano 7



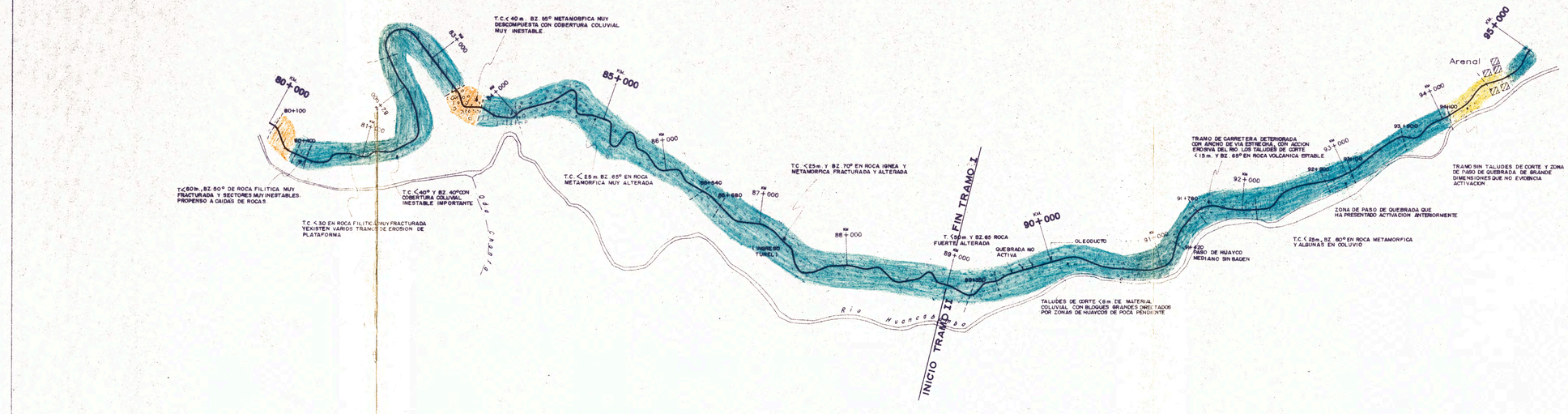
140+000
Terreno casi plano con arrozales a un lado de la via, con taludes de corte < 8 m en deposito coluviales.
Taludes de corte < 80 m. Bz. 80° en roca volcánica andesita muy fracturada con caida de bloques grandes de roca angulosa (riesgo elevado)
Ponton Churas
Km. 142+502.27
Talud de corte < 50 m. Bz. 80° en roca volcánica andesita fracturado con caida de rocas
Tramo con taludes de corte < 35 m. en roca volcanica andesita fracturada Bz. 80 m. y con caida de bloques de roca pequeños, ademas existen tramos con t.c. < 15 m en coluvio que se presenta inestable.
Tramo con taludes de corte < 6 m en coluvio a un lado de la carretera y al otro terrenos de cultivo.
Rio Chamaya
Oda Limón
Oda Palulán
145+000
Predominan las lutitas y calizas.
Taludes de corte < 35 m. con estratificación de calizas (1 m.) y lutitas (0.5 m.) con Bz. 35° favorable pero propenso a caida de bloques por volteo, se encuentra en estado fracturado y alterado.
Taludes de corte < 35 m en roca caliza con estratificación desfavorable y con caida de bloques por volteo < 1 m. es una zona de contacto entre dos formaciones sedimentarias.
Pte. Callayuc
Km. 148+170.53
Acceso a Callayuc
Rio Callayuc
Acceso a La Cruz
POBLADO CHIPLE
Corte cerrado de 40 m. Bz. 80° de areniscas fracturados y elevados sujeta a caida de bloques.
Taludes de corte 15 m. en coluvio de calizos en matriz arcillo limosa.
Tramo casi plano con depositos coluvio-aluviales.
Tramo en corte cerrado con t.c. 45 m. Bz. 80° en coluvio.
Tramo casi plano sin taludes debido a que es paso del Callayuc (km. 148 + 200). Depositos aluviales.
150+000
Rio Chamaya
Tramo en calizas con t.c. < 35 m. Bz. 70° Que presentan una gran descomposición y bloques caidas > 1 m. (esta intercalado con estratos de lutita principalmente)
Taludes de corte < 70 m. con Bz. 75° estratificación de lutitas y calizas con estratificación favorable pero con gran caida de bloques por voteo. (tramo crítico
Pte. Churumayo
Km. 152+504.52
Rio Puerto Blanco
155+000
Cuiyca
Acceso a Pinpincos
Tramo en roca sedimentaria de lutitas (70 %) y calizas (30 %) con taludes de corte < 70 m. y con problemas de erosión de plataforma por el rio Chamaya y estrechamiento de via, en general el Bz. de estratificación es favorable.
Rio Chamaya
Taludes de corte < 40 m. en roca caliza y lutitas con Bz. talud de 70° y estratificación favorable. Presentando caida de bloques > 1 m. por volteo.
Tramo de coluvio de fragmentos de caliza y matriz arcillo-limosa y algunos tramos de caliza y lutita con Bz. 70° y propenso a caida de bloques.
Tramo con taludes de corte < 60 m. Bz. 70° en roca caliza muy fracturada y alterada con bloques caidos > 1 m.
Taludes de corte < 6 m. en coluvio con boleos < 8" de grava subredondeada en matriz arcillo arenosa Bz. 80°, se presenta estable.
Talud de corte < 40 m. Bz. 70° en roca volcánica andesita con evidencia de caida de rocas angulosas < 60 cm. hasta media pista.
Rio Huayllabamba
Taludes con altura < 80 m. Bz. 55° en roca arenisca muy fracturada y alterada, con coluvio muy inestable y muy crítica. Presenta mucha caida de rocas.
Tramo coluvio gravoso con buleos y matriz arcillo arenosa con t.c. < 20 m. y Bz. 80°
Taludes de corte < 10 m. Bz. 80° en coluvio gravoso con boleos en matriz arcillo arenosa. A partir de km. 164 + 900 a menos es casi plano.
Pte. Chamaya II
Km. 165+793.77
Taludes de corte < 35 m. en coluvios con boleos < 40 cm. con grava sub-angulosa en matriz arcillo - arenosa Bz. 70° en corte cerrado.
Talud de corte < 25 m. Bz. 65° en coluvios de boleos 1 m. con grava en matriz arcillo arenosa marrón. Se aprecia estable.
Tramos en coluvio de boleos < 50 cm. con grava en matriz arcillo arenosa. Es un material erosionable y presenta hundimientos de via por erosion del rio Chamaya.
Taludes de corte < 5 m. de coluvio gravoso con arcillo arenoso que presenta tramos erosionados por el rio.
Taludes de corte < 40 m. Bz. 80° en coluvio gravoso con boleos en matriz arcillo limosa marrón claro con evidencia de erosión y quebradas pequeñas que pueden llegar a media pista. Se evidencia inestable con la ventaja de la presencia del oleoducto, por lo que los taludes estan a 10 m de la via.
170+000
DEPOSITO COLUVIAL Y ALUVIAL
TIERRA DE CULTIVO
ROCA VOLCANICA
ROCAS SEDIMENTARIAS DE CALIZAS PRINCIPALMENTE
ROCAS DE CALIZAS Y LUTITAS PRINCIPALMENTE
ARENISCA
RIESGO BAJO
RIESGO MEDIO
RIESGO ELEVADO
RIESGO MUY ELEVADO O CRITICO
R5

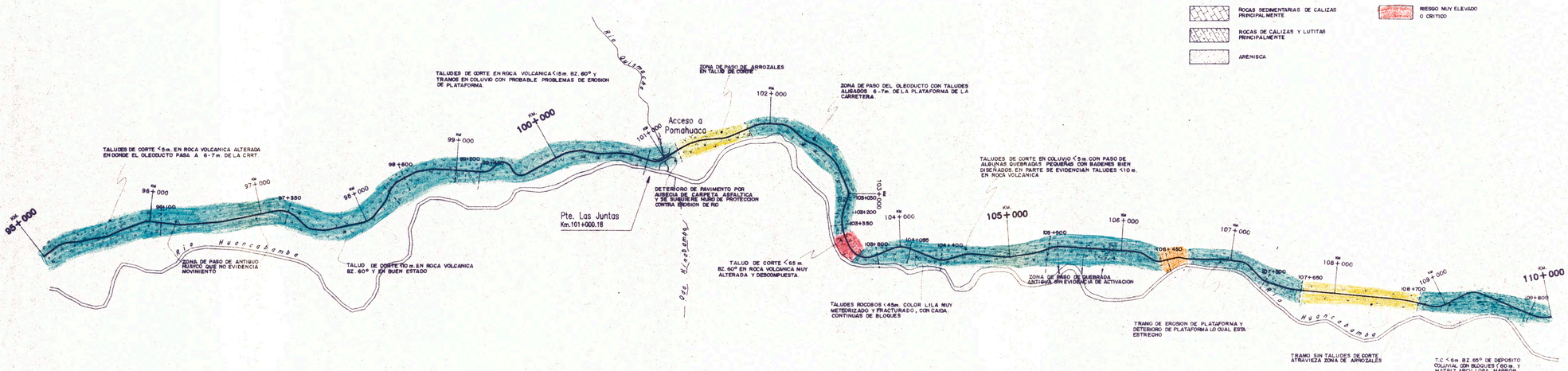
plano 6



T.c. < 10 m. Bz. 80° en roca ígnea muy estable
T.c. < 3 m. de suelo y roca
Taludes de corte < 3 m. en depositos Coluviales y Coluvio - Aluviales con bolsas T.M. 20" y Matriz arcillo - arenosa.
Tramo casi plano de depositos Coluvio Aluviales en donde existen Terrenos de cultivo.
Taludes de corte < 10 m., Bz. 60° con bolsas T.M. 20" en matriz arcillosa (Deposito Coluvio - Aluvial) Existen pequeños tramos con roca volcánica.
Tramo casi plano de depositos Coluvio Aluviales. Es una zona de cultivo de arrozales.
Ponton Los Naranjas Km. 117+455.76
Qda. Los Naranjas
Río Huancabamba
Taludes de corte < 10 m. e depositos coluviales y Coluvio - Aluviales y en otras roca volcanica Descompuesta y fractura con la ventaja de que el oleoducto deja una franja de seguridad > 10 m. desde la plataforma al pie del talud.
Tramo con t.c. < 10 m. en deposito coluvial con varias quebraditas que originan huaycos pequeños que invaden la vía, la vía parcialmente (riesgo moderado).
Acceso a Camp. MTC.
Estación 8
POBLADO DE PUCARA
Tramo depositos coluviales con taludes de corte < 5 m (estable)
Taludes de corte < 5 m. en material muy descompuesto y fracturado con Bz. 65° con taludes superiores > 100 m. y Bz. 35°
Taludes de corte < 5 m. en roca volcánica y en depositos Coluviales y Coluvio - Aluviales, es una zona estable casi plano.
Taludes corte < 35 m. Bz. 70° en roca volcánica principalmente fracturada y propensa a caida de rocas angulosas < 0.5 m (riesgo moderado)
Río Chamaya
Taludes de corte < 10 m. en roca arenisca y en su mayoria en depositos Coluviales. Se presenta estable sustible a poca caida de bloques pequeños
Taludes de corte < 70 m. Bz. 80° en roca sedimentarias tipo Lutitas Pizarrosas en estado alterado y fracturado. Suscepte a caidas de bloques y derrumbes de material suelto (riesgo elevado)
Ponton Qda. La Brava Km. 127+040.22
Es un tramo con plano sobre depositos Coluvio - aluviales. No presenta problemas de estabilidad
Deposito Coluvial de bloques de ø > 2 m. se presenta inestable
Tramo casi plano de depositos Coluvio aliviales principalmente
Taludes de corte < 40 m. en roca volcánica andesita y depositos Coluviales, en donde se evidencia caida de bloques angulosos de roca < 50 cm.
Taludes de corte < 20 m. en roca volcánica fracturada y en parte en coluvios, siendo un Tramo con caida de roca y con riesgo moderado.
Acceso a Colasay
Ponton Colasay Km. 131+111.33
Tramo casi plano con depositos Coluviales con taludes corte < 3 m. y arrozales principalmente.
Ponton Lake Km. 133+414.08
Taludes de corte < 20 m. Bz. 80° en roca volcánica Hipobisal andesita muy fracturada que presenta caida de bloques < 50 cm angulosos.
Ponton Qda. Cilia Km. 134+309.44
Taludes de corte < 30 m. con Bz. 60° en roca volcánica andesitica muy fracturada con caida de bloques rocosos angulosos con riesgo moderado.
Tramo casi plano con depositos coluviales a un lado y arrozales hacia el rio Chamaya a partir de km. 136+400 con t.c. < 15 m. con Bz. 80° con material subredondeado en matriz arcillo arenosa
Tramo de Coluvio. Aluviales de bloques grandes < 1 m. en matriz arena limosa muy inestable. Se ha utilizado con cantera de arena.
Ponton Nivintos Km. 137+707.18
Tramo casi plano de depositos coluviales.
Pte. Chamaya I Km. 138+347.76
Taludes de corte < 40 m. en roca volcánica andesita muy fracturada con discontinuidades desfavorables con caidas angulosa de rocas 50 cm.
DEPOSITO COLUVIAL Y ALUVIAL
TIERRA DE CULTIVO
ROCA VOLCANICA
ROCAS SEDIMENTARIAS DE CALIZAS PRINCIPALMENTE
ROCAS DE CALIZAS Y LUTITAS PRINCIPALMENTE
ARENISCA
RIESGO BAJO
RIESGO MEDIO
RIESGO ELEVADO
RIESGO MUY-ELEVADO O CRITICO
UNIVERSIDAD ... INGENIERIA
OFICINA ... BIBLIOTECA
UNIDAD DE ... CONCESIONES
R4

Plano 5





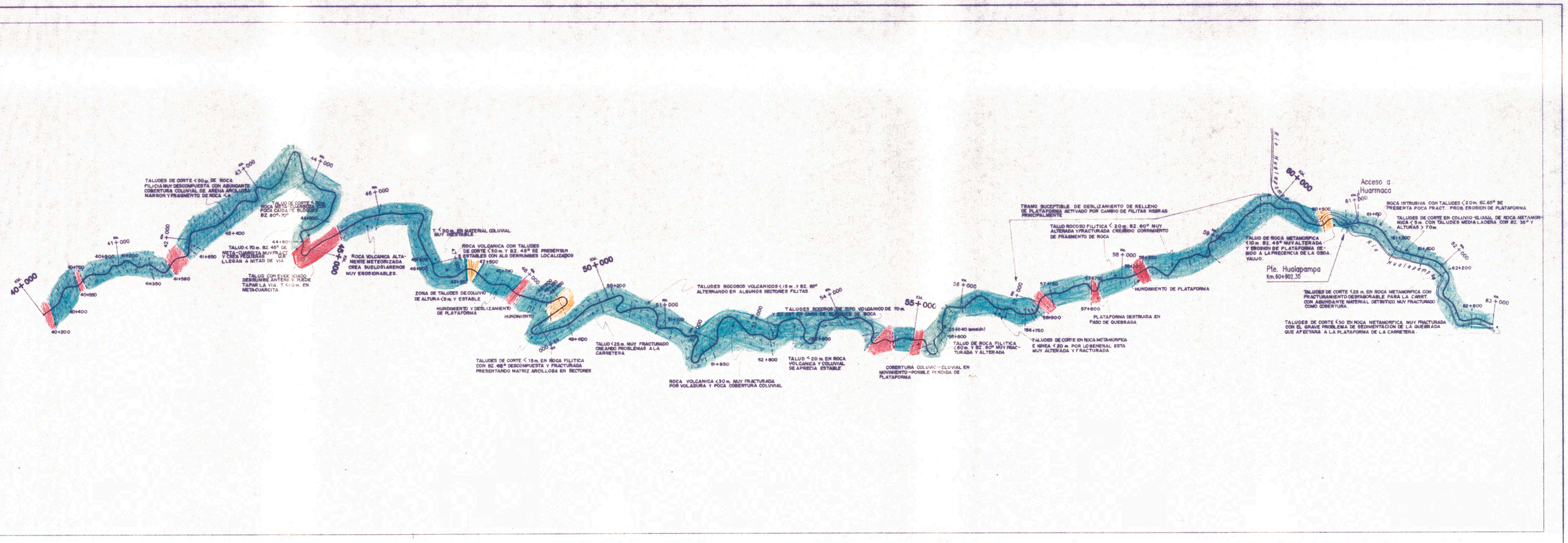
DEPOSITO COLUVIAL Y ALUVIAL
TIERRA DE CULTIVO
ROCA VOLCANICA
ROCAS SEDIMENTARIAS DE CALIZAS PRINCIPALMENTE
ROCAS DE CALIZAS Y LUTITAS PRINCIPALMENTE
ARENISCA

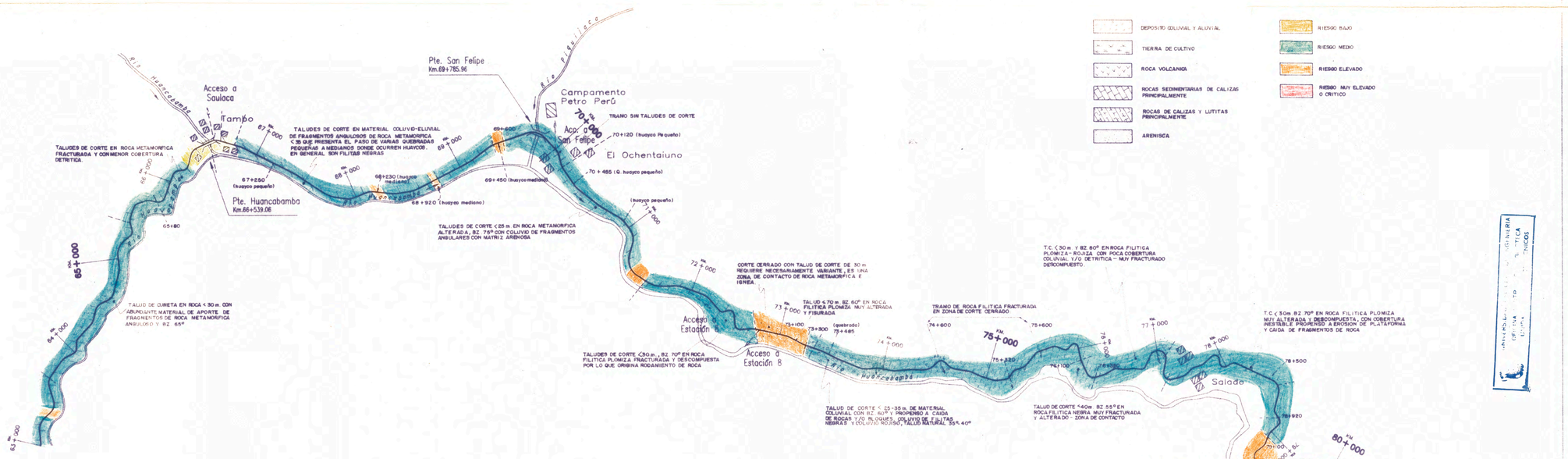
RIESGO BAJO
RIESGO MEDIO
RIESGO ELEVADO
RIESGO MUY ELEVADO O CRITICO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA

R 3

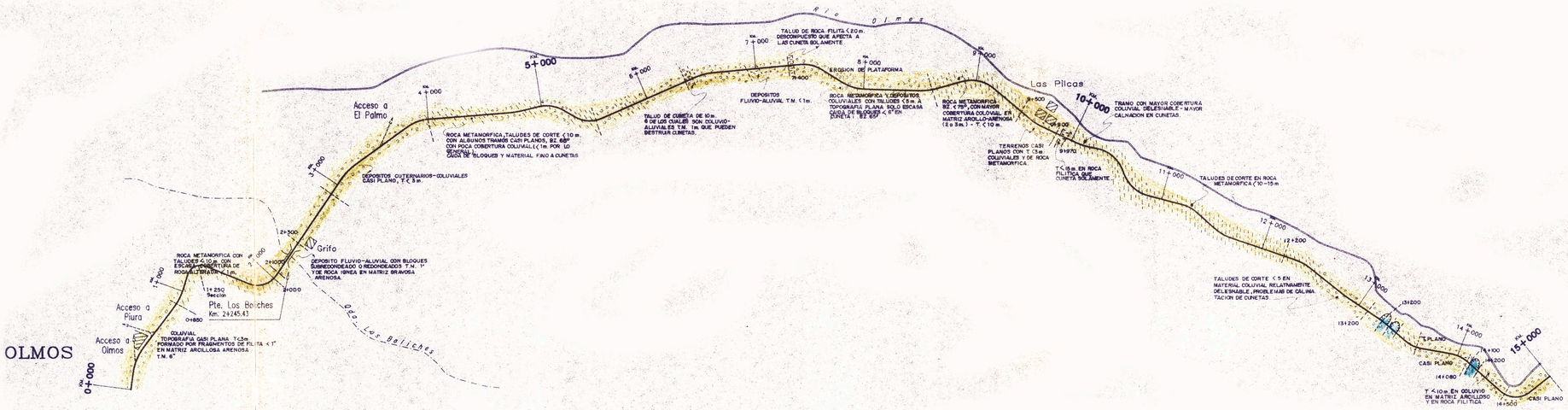
Plancha 4

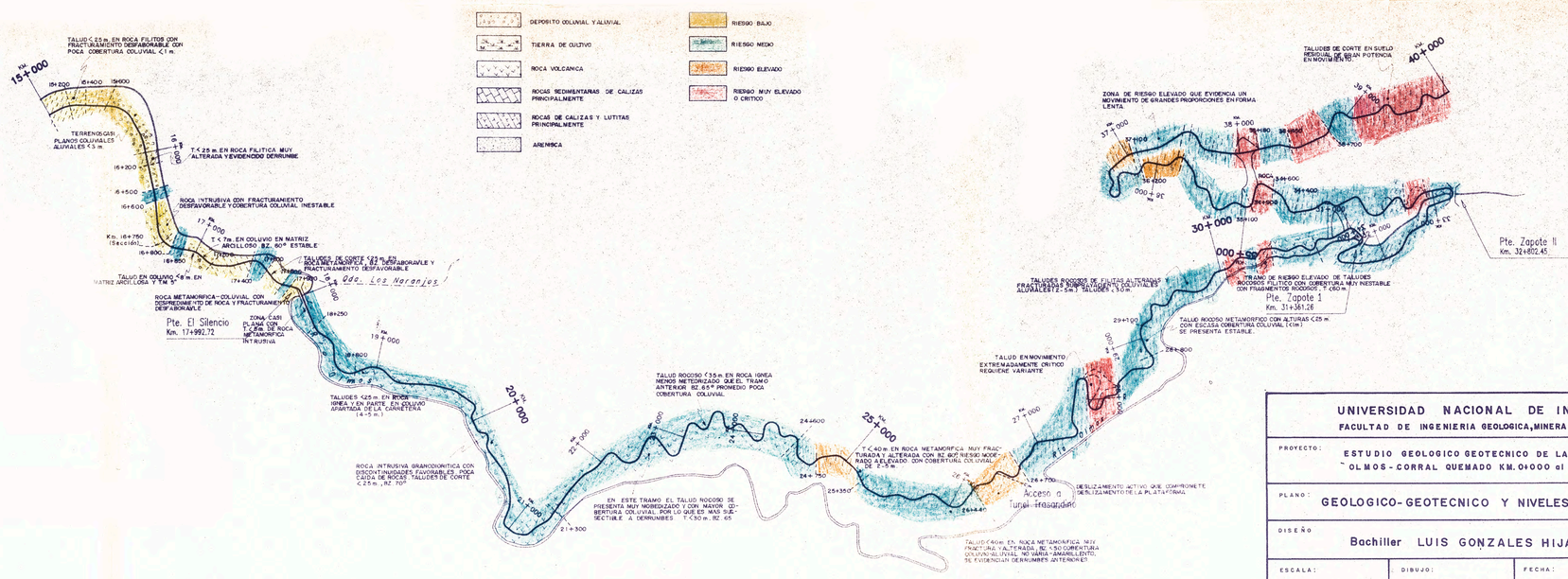

TALUDES DE CORTE < 60 m. DE ROCA FILICITA MUY DESCOMPUESTA CON ABUNDANTE COBERTURA COLUVIAL DE ARENA ARCILLOSA MARRON Y FRAGMENTO DE ROCA < 4"
TALUD DE CORTE < 35m ROCA SERIA CUARCITA POCA CAIDA DE BLOQUES BZ. 80°-70°
TALUD < 70 m. BZ. 45° DE ROCA METACUARCITA Y ESQUISTOSA MUY FRACT. Y SUELO LIMOSO LLEGAN A MITAD DE VIA
TALUD CON EVIDENCIADO DERRUMBE ANTERIOR PUEDE TAPAR LA VIA. T < 10 m. EN META-CUARCITA
ROCA VOLCANICA ALTAMENTE METEORIZADA CREA SUELOS/ARENOS MUY EROSIONABLES.
T < 30 m. EN MATERIAL COLUVIAL MUY INESTABLE
ROCA VOLCANICA CON TALUDES DE CORTE < 30 m. Y BZ. 45° SE PRESENTAN ESTABLES CON ALG. DERRUMBES LOCALIZADOS
ZONA DE TALUDES DE COLUVIO DE ALTURA < 5 m. Y ESTABLE
HUNDIMIENTO Y DESLIZAMIENTO DE PLATAFORMA
HUNDIMIENTO
TALUDES DE CORTE < 15 m. EN ROCA FILITICA CON BZ. 45° DESCOMPUESTA Y FRACTURADA PRESENTANDO MATRIZ ARCILLOSA EN SECTORES
TALUD < 25 m. MUY FRACTURADO CREANDO PROBLEMAS A LA CARRETERA
TALUDES ROCOSOS VOLCANICOS < 15 m. Y BZ. 60° ALTERNANDO EN ALGUNOS SECTORES FILITAS
TALUDES ROCOSOS DE TIPO VOLCANICO DE 70 m. Y BZ. 60° EN CORTE DE BLOQUES DE ROCA
ROCA VOLCANICA < 30 m. MUY FRACTURADA POR VOLADURA Y POCA COBERTURA COLUVIAL
TALUD < 20 m. EN ROCA VOLCANICA Y COLUVIAL SE APRECIA ESTABLE
COBERTURA COLUVIO – ELUVIAL EN MOVIMIENTO – POSIBLE PERDIDA DE PLATAFORMA
TRAMO SUCEPTIBLE DE DESLIZAMIENTO DE RELLENO DE PLATAFORMA ACTIVADO POR CAMBIO DE FILITAS NEGRAS PRINCIPALMENTE
TALUD ROCOSO FILITICA < 20 m. BZ. 60° MUY ALTERADA Y FRACTURADA CREANDO CORRIMIENTO DE FRAGMENTO DE ROCA
TALUDES DE CORTE EN ROCA METAMORFICA < 60 m. BZ. 45° MUY ALTERADA Y MUY FRACTURADA
PLATAFORMA DESTRUIDA EN PASO DE QUEBRADA
HUNDIMIENTO DE PLATAFORMA
TALUD DE ROCA METAMORFICA < 10 m. BZ. 45° MUY ALTERADA Y EROSION DE PLATAFORMA DEBIDO A LA PRESENCIA DE LA OBRA DE DESVIO.
Río Huaylepampa
Acceso a Huarmaca
ROCA INTRUSIVA CON TALUDES < 20 m. BZ. 65° SE PRESENTA POCA FRACT. PROB. EROSION DE PLATAFORMA
TALUDES DE CORTE EN COLUVIO-ELUVIAL DE ROCA METAMORFICA < 5 m. CON TALUDES MEDIA LADERA CON BZ. 35° Y ALTURAS > 70 m.
Pte. Huaipampa Km.60+902.30
TALUDES DE CORTE < 25 m. EN ROCA METAMORFICA CON FRACTURAMIENTO DESFAVORABLE PARA LA CARRT. CON ABUNDANTE MATERIAL DETRITICO MUY FRACTURADO COMO COBERTURA
TALUDES DE CORTE < 30 EN ROCA METAMORFICA MUY FRACTURADA CON EL GRAVE PROBLEMA DE SEDIMENTACION DE LA QUEBRADA QUE AFECTARA A LA PLATAFORMA DE LA CARRETERA
TALUDES DE CORTE EN ROCA METAMORFICA E IGNEA < 20 m. POR LO GENERAL ESTA MUY ALTERADA Y FRACTURADA
TALUD DE ROCA FILITICA < 60 m. Y BZ. 60° MUY FRACTURADA Y ALTERADA
40+000
41+000
42+000
43+000
44+000
45+000
46+000
47+000
48+000
49+000
50+000
51+000
52+000
53+000
54+000
55+000
56+000
57+000
58+000
59+000
60+000
61+000
62+000
63+000


DEPOSITO COLUVIAL Y ALUVIAL
TIERRA DE CULTIVO
ROCA VOLCANICA
ROCAS SEDIMENTARIAS DE CALIZAS PRINCIPALMENTE
ROCAS DE CALIZAS Y LUTITAS PRINCIPALMENTE
ARENISCA
RIESGO BAJO
RIESGO MEDIO
RIESGO ELEVADO
RIESGO MUY ELEVADO O CRITICO
Río Huancabamba
Acceso a Saulaca
Trambo
Pte. Huancabamba Km.66+539.06
TALUDES DE CORTE EN ROCA METAMORFICA FRACTURADA Y CON MENOR COBERTURA DETRITICA
TALUDES DE CORTE EN MATERIAL COLUVIO-ELUVIAL DE FRAGMENTOS ANGULOSOS DE ROCA METAMORFICA < 35 QUE PRESENTA EL PASO DE VARIAS QUEBRADAS PEQUEÑAS A MEDIANOS DONDE OCURREN HUAYCOS. EN GENERAL SON FILITAS NEGRAS
67+250 (huayco pequeño)
68+230 (huayco mediano)
68+920 (huayco mediano)
69+450 (huayco mediano)
Pte. San Felipe Km.69+785.96
Río Playuelo
Campamento Petro Perú
Acceso a San Felipe
El Ochentaiuno
TRAMO SIN TALUDES DE CORTE
70+120 (huayco Pequeño)
70 + 485 (Q. huayco pequeño)
(huayco pequeño)
TALUDES DE CORTE < 25 m. EN ROCA METAMORFICA ALTERADA, BZ. 75° CON COLUVIO DE FRAGMENTOS ANGULARES CON MATRIZ ARENOSA
TALUD DE CUNETA EN ROCA < 30 m. CON ABUNDANTE MATERIAL DE APORTE DE FRAGMENTOS DE ROCA METAMORFICA ANGULOSO Y BZ. 65°
CORTE CERRADO CON TALUD DE CORTE DE 30 m REQUIERE NECESARIAMENTE VARIANTE, ES UNA ZONA DE CONTACTO DE ROCA METAMORFICA E IGNEA.
T.C. < 30 m Y BZ 80° EN ROCA FILITICA PLOMIZA - ROJIZA CON POCA COBERTURA COLUVIAL Y/O DETRITICA - MUY FRACTURADO DESCOMPUESTO
TALUD < 70 m. BZ. 60° EN ROCA FILITICA PLOMIZA MUY ALTERADA Y FISURADA
TRAMO DE ROCA FILITICA FRACTURADA EN ZONA DE CORTE CERRADO
Acceso a Estación 8
TALUDES DE CORTE < 30 m., BZ. 70° EN ROCA FILITICA PLOMIZA FRACTURADA Y DESCOMPUESTA POR LO QUE ORIGINA RODAMIENTO DE ROCA
TALUD DE CORTE < 25 - 35 m. DE MATERIAL COLUVIAL CON BZ. 60° Y PROPENSO A CAIDA DE ROCAS Y/O BLOQUES, COLUVIO DE FILITAS NEGRAS Y COLUVIO ROJIZO, TALUD NATURAL 35° - 40°
TALUD DE CORTE < 40 m. BZ. 55° EN ROCA FILITICA NEGRA MUY FRACTURADA Y ALTERADO - ZONA DE CONTACTO
T.C. < 30 m. BZ. 70° EN ROCA FILITICA PLOMIZA MUY ALTERADA Y DESCOMPUESTA, CON COBERTURA INESTABLE PROPENSO A EROSION DE PLATAFORMA Y CAIDA DE FRAGMENTOS DE ROCA
Salida
TRAMO SIMILAR AL ANTERIOR PERO CON MENOR COBERTURA COLUVIAL ATRAVIEZAN CORTES CERRADOS
63+000
64+000
65+000
66+000
67+000
68+000
69+000
70+000
71+000
72+000
73+000
74+000
75+000
76+000
77+000
78+000
79+000
80+000

R2

Placa 3

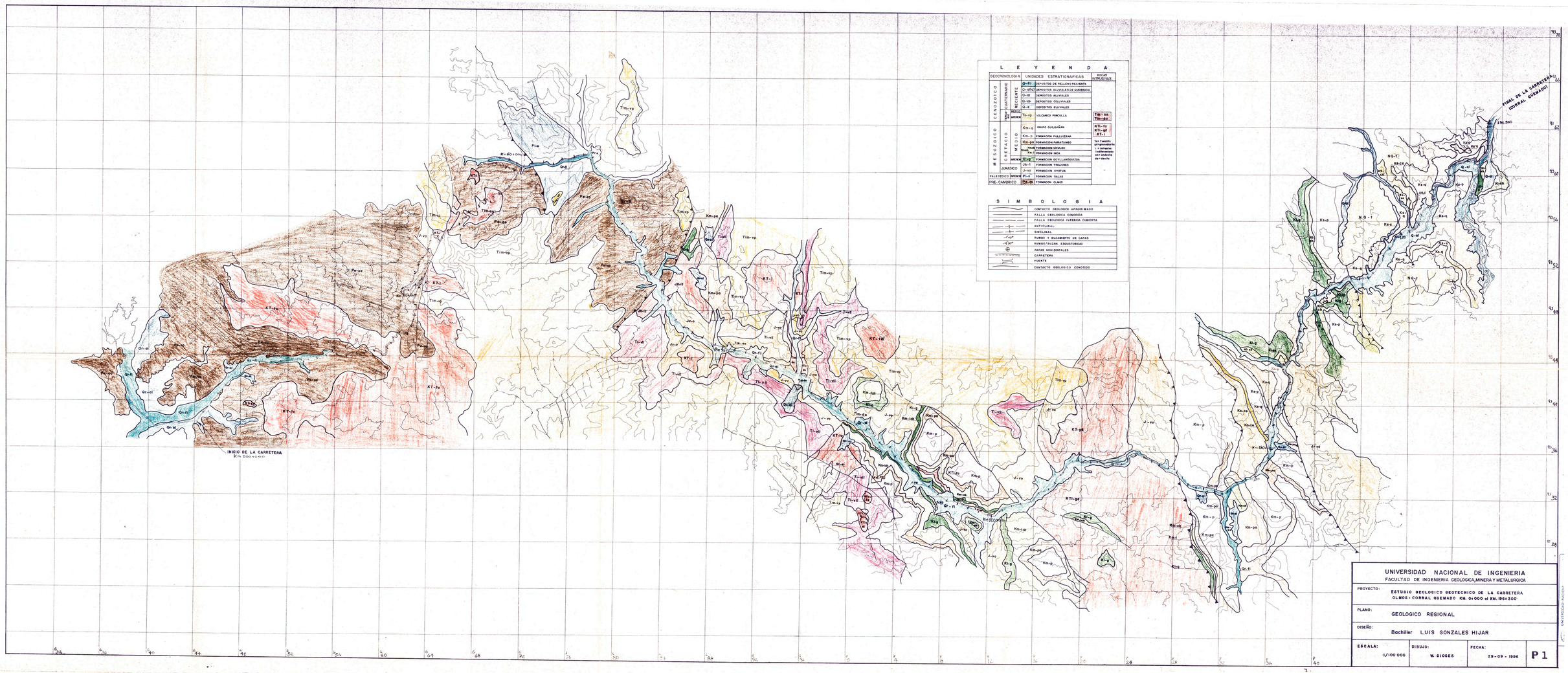




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
OFICINA CENTRAL DE BIBLIOTECA
UNIDAD DE RECURSOS TECNICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO DE LA CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO KM. 0+000 al KM. 196+300
PLANO:	GEOLOGICO - GEOTECNICO Y NIVELES DE RIESGO
DISEÑO	Bachiller LUIS GONZALES HIJAR
ESCALA: 1 / 10 000	DIBUJO: M. IGNACIO
FECHA: 29 - 07 - 1997	R1

plano 2



L E Y E N D A

GEOCRONOLOGIA		UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	RECIENTE	Q-rf	DEPOSITOS DE RELLENO RECIENTE	
		Q-ml/al	DEPOSITOS ALUVIALES DE QUEBRADA	
		Q-al	DEPOSITOS ALUVIALES	
		Q-co	DEPOSITOS COLUVIALES	
		Q-al	DEPOSITOS ELUVIALES	
	PLIO-PLEISTOCENO	Ts-vp	VOLCANICO PORCULLA	Tim-gb; Tim-dd
MESOZOICO	CRETACIO SUPERIOR	Km-q	GRUPO GUILQUIÑAN	KTi-gd; KTi-gb; KT-i
		Km-p	FORMACION PULLUICANA	
		Km-pa	FORMACION PARATIJANO	
		Km-ch	FORMACION CHULEC	
		Ks-i	FORMACION INCA	
	INFERIOR	Ki-cg	FORMACION CUYLLENSOYOZA	
	JURASICO	J-t	FORMACION TINAJONES	
		J-vo	FORMACION CHUTUR	
PALEOZOICO	INFERIOR	Pi-s	FORMACION SALAS	
PRE-CAMBRICO		Pg-o	FORMACION OLMOS	

Los basaltos son porfiriticos con textura intergranular con andesita con textura

S I M B O L O G I A

- CONTACTO GEOLOGICO APROXIMADO
- FALLA GEOLOGICA CONOCIDA
- FALLA GEOLOGICA INFERIDA CUBIERTA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE CAPAS
- RUMBO Y BUZAM. ESQUISTOSIDAD
- CAPAS HORIZONTALES
- CARRETERA
- PUENTE
- CONTACTO GEOLOGICO CONOCIDO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

PROYECTO:	ESTUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO DE LA CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO KM. 0+000 al KM. 194+300		
PLANO:	GEOLOGICO REGIONAL		
DISEÑO:	Bachiller LUIS GONZALES HIJAR		
ESCALA: 1/100 000	DIBUJO: W. DIOSES	FECHA: 29 - 09 - 1996	P1