

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO EN EL MEJORAMIENTO DE
LA CARRETERA DV. ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO – REGIÓN
HUÁNUCO”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO GEÓLOGO**

PRESENTADO POR:

BACH. BONILLA HUERE, Rafael Mario

Cerro de Pasco - Perú - 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO EN EL MEJORAMIENTO DE
LA CARRETERA DV. ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO – REGIÓN
HUÁNUCO”**

TESIS

PRESENTADO POR:

BACH. BONILLA HUERE, Rafael Mario

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS:

**Mg. CALSINA COLQUI, Vidal Victor
PRESIDENTE**

**Mg. LOPEZ ALVARADO, Javier
MIEMBRO**

**Ing. DE LA CRUZ FERRUZO, Ramiro
Ernesto
MIEMBRO**

**Mg. LAZO PAGAN, Arturo
ASESOR**

Cerro de Pasco – Perú

**“ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO EN EL MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA DV. ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO – REGIÓN
HUÁNUCO”**

CONTENIDO

DEDICATORIA

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del Problema.....	01
1.2 Formulación del Problema.....	01
1.2.1 Problema Principal.....	01
1.2.2 Problemas Secundarios.....	01
1.3 Objetivos de la Investigación.....	02
1.3.1 Objetivo General.....	02
1.3.2 Objetivos Específicos.....	02
1.4 Justificación de la Justificación.....	02
1.5 Importancia y Alcances de la Investigación.....	03
1.6 Limitaciones de la Investigación.....	03

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema de Investigación.....	04
2.2 Bases Teórico Científicos.....	04
2.3 Definición de Términos.....	05
2.3.1 Calicatas.....	05
2.3.2 Caliza.....	05
2.3.3 Esquisto.....	05
2.3.4 Grupo Excélsior.....	05
2.3.5 Falla.....	05
2.3.6 Diaclasas.....	06

2.3.7 Geodinámica.....	06
2.3.8 Geotecnia.....	06
2.3.9 Geología Estructural.....	06
2.3.10 Geomorfología.....	06
2.3.11 Talud.....	06
2.3.12 Clima.....	07
2.3.13 SUCS.....	07
2.3.14 Perfil Estratigráfico.....	07
2.3.15 Suelo.....	07
2.3.16 Grupo Mitú.....	07
2.3.17 Morrenas.....	07
2.3.18 Depósitos aluviales.....	07
2.3.19 Huaycos.....	07
2.3.20 Erosión.....	08
2.3.21 Estratigrafía sísmica.....	08
2.4 Hipótesis de la Investigación.....	08
2.4.1 Hipótesis Genéricos.....	08
2.4.2 Hipótesis Específicos.....	08
2.5 Identificación de Variables.....	08
2.5.1 Variables Independientes.....	08
2.5.2 Variable Dependientes.....	09
2.5.3 Variables Intervinientes.....	09

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación	10
3.2. Diseño de investigación.....	10
3.3. Población y muestra.....	11
3.4. Métodos de investigación.....	11
3.5. Técnicas e instrumentos de relación de datos.....	11
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	12

CAPITULO IV: GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Ubicación.....	14
4.2 Acceso a la zona de estudio.....	16

CAPÍTULO V: EVALUACIÓN GEOLÓGICA – GEOTÉCNICA

5.1. Geología	20
5.2. Estratigrafía.....	24
5.3. Riesgos geológicos.....	46
5.4. Geodinámica Externas.....	48
5.5. Geodinámica interna.....	57
5.6. Erosión Inducida o Antrópica.....	58

CAPITULO VI: ASPECTOS GEOLÓGICOS

6.1. Introducción.....	61
6.2. Suelos de la subrasante.....	61
6.2.1 Investigación de campo y ensayos de laboratorio.....	62
6.2.2 Zonificación geotécnica de la subrasante	64
6.3 Aspectos geomecánicos del tramo en estudio.....	69

CAPÍTULO VII: CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE SUELOS

7.1 Zonas potencialmente inestables.....	83
7.1.1 Causas.....	83
7.1.2 Tratamientos.....	84
7.1.3 Identificación.....	85

CAPITULO VIII: CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

8.1 Generalidades.....	105
8.2 Canteras.....	106
8.2.1 Investigación de campo.....	106
8.2.2 Ensayos de laboratorio	106
8.3 Fuentes de agua.....	109

CAPITULO IX: DEPÓSITO DE MATERIALES EXCEDENTE (BOTADORES)

9.1 Introducción.....	117
9.2 Identificación de depósitos	117
9.3 Restauración de depósitos	118
9.4 Ubicación de depósitos.....	119

CAPITULO X: PAVIMENTOS DISEÑO DEL REVESTIMIENTO

10.1 Datos generales.....	121
10,2 Estudio gráfico.....	122

CONCLUSIONES.....	128
--------------------------	------------

RECOMENDACIONES.....	130
-----------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	135
--------------------------	------------

ANEXOS.....	137
--------------------	------------

Plano geológico local y regional.....	138
Plano geológico local y regional.....	139
Vista fotográfica del punto de inicio Km.0+000 del trazo de la carretera Alcas, Acobamba, Carampayo, Puente Huayruro.....	140
En el trazo del eje de la vía, nótese que se atraviesa con materiales sueltos y roca fija.....	141
Sector de trazo de la carretera en las laderas del Cerro con presencia de materiales sueltos y roca caída por gravedad.....	142
En la secuencia del macizo rocoso se puede evidenciar las Discontinuidades de carácter superficial.....	143
Tramo del trazo de la carretera que atraviesa quebradas y laderas con Filtración de aguas subterráneas.....	144
Talud existente en el trazo de la carretera en estudios, nótese el tipo Material de los cerros circundantes.....	145
Presencia de agua del subsuelo produce filtración y pequeños deslizamientos en el talud adyacente en el trazo de la carretera.....	146
Presencia de derrumbes y/o deslizamientos en el talud del trazo de la carretera, nótese el salto en la cabecera.....	147
Cursos de agua superficial en el trazo de la carretera y en los taludes en los cerros adyacentes al trazo.....	148
Laderas del cerro adyacente al trazo de la carretera con presencia de zonas inestables con probabilidad de producirse deslizamientos.....	149
Laderas del cerro adyacente al trazo de la carretera con presencia de zonas inestables con probabilidad de producirse deslizamientos.....	150
Lomas y colinas por donde atraviesa el trazo de la carretera a construir, nótese el tipo de material presente en el sector indicado.....	151
En el tramo final de la carretera se puede apreciar los depósitos del suelo residual y material coluvial.....	152
En la vista fotográfica se puede apreciar el talud en el cerro adyacente al trazo de la carretera, rocas graníticas del Batolito de Paucartambo.....	153

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y docentes, quienes han sumado a mi formación profesional, con su apoyo y enseñanzas me complazco en presentar este trabajo.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó entre las localidades de la Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro, en los Distritos de San Rafael y Panao en las Provincias de Ambo y Pachitea, en la Región Huánuco, con el objetivo de realizar el Estudio Geológico y Geotécnico en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco, el tramo en estudio abarca 75+000 Km., de longitud en el tramo Lajas, Acobamba, Carampayo, Villa Tingo, Puente Huayruro que es una arteria, que permitirá mejorar las condiciones socioeconómicas de los pobladores del área de influencia. La metodología empleada en este estudio está basada en varias etapas: Recopilación y evaluación de la información existente. Descripción geológica – geotécnica en el área de estudio. Ubicación y desarrollo en la excavación de pozos exploratorios (calicatas). Toma de muestras alteradas e inalteradas de sub rasante, (suelo y roca). Toma de muestras (rocas) en el talud existente. Ensayos de campo y laboratorio (a cargo de un especialista). Análisis y evaluación de la información. Trabajo de gabinete. Preparación del informe realizando la compilación, integración y edición del estudio.

El trazo del proyecto se inicia en el paraje denominado Lajas (Km. 0+000), se ubica en la localidad de Alcas – Querojamanan, comprende sectores de la localidad de Acobamba, Carampayo, Villa Tingo, que se dirige a la localidad de Huayruro en el extremo final del tramo en estudio, (75+000). Para los efectos del trazo de la carretera es necesario llegar a la localidad de San Rafael, luego a Matihuaca, Alcas y Laja Rumi, de ahí comienza el trazo de la carretera en estudio.

El sector en estudio se caracteriza por presentar una topografía medianamente accidentada con presencia de cadenas de lomas, colinas entre cerros que decrecen en altitud y relieve. El área se encuentra surcado por las quebradas Paucush y Calco y otros pequeños afluentes, en la margen derecha e izquierda de la quebrada de Chaupistancia – Chauna, afluentes del río Huarichaca los que han labrado valles poco profundos presentando una morfología de valle en proceso de encañonamiento y erosión regresiva hacia las partes bajas del valle.

La zona intracordillerana está constituida por rocas metamórficas (esquistos), sedimentarias (calizas, lutitas), intrusivos volcánicos y depósitos cuaternarios, las rocas calcáreas se encuentran plegadas y falladas, las cuales se encuentran afectados por el intemperismo local.

Para este estudio se han realizado de acuerdo a las características físicas y mecánicas que presenta la caracterización de los suelos y rocas para ello se ha utilizado el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, así mismo la norma ASTM, del mismo modo la clasificación ASHTO, al final realizando el cálculo de estabilidad de taludes por el método del SRM.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del Problema:

El Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro que corresponden a los Distritos de San Rafael y Panao de las Provincias de Ambo y Pachitea en la Región Huánuco, ya que existe la necesidad de disponer de una buena infraestructura básica de transportes, para mejorar el nivel socioeconómico de los pobladores dedicados principalmente a la actividad agropecuaria.

1.2. Formulación del Problema:

Problema Principal:

¿Cómo el Estudio Geológico y Geotécnico contribuirá en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco?

Problemas Secundarios:

¿En qué forma el Estudio Geológico y Geotécnico influirán en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco?

¿De qué manera el Estudio Geológico y Geotécnico condicionarán en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco?

1.3. Objetivos de la Investigación:

1.3.1. Objetivo General:

- Realizar el Estudio Geológico y Geotécnico en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Identificar los problemas geodinámicos que influyen en el Mejoramiento de la Carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco 2018.
- Determinar en campo y según los ensayos de laboratorio para definir las características físico- mecánicas de las muestras de suelos de la subrasante.
- Sustentar la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo.

1.4. Justificación de la Justificación:

El proyecto se justifica porque se realizará el Estudio Geológico y Geotécnico, con el objetivo de mejorar la carretera Dv. Alcas,

Acobamba, Huayruro – Región Huánuco, para el cual se hará un reconocimiento del área de estudio, mapeo geológico, geomorfológico y estructural. Asimismo, identificaremos problemas geodinámicos, con la finalidad de proponer las medidas de solución para la estabilización de la zona si es que lo requiera.

1.5. Importancia y Alcances de la Investigación:

El Estudio Geológico y Geotécnico nos dará una mejor información de los horizontes del suelo y del macizo rocoso, para llevar a cabo el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco, el cual mejorará el nivel socioeconómico de los pobladores aledaños a la zona de estudio.

1.6. Limitaciones de la Investigación:

La ejecución y desarrollo del presente proyecto de investigación tiene ciertas limitantes estando entre ellos:

- El cambio de clima en ciertas temporadas hace dificultoso los trabajos por ser característico de regiones geográficas Suni o Jalca hasta el Yunga llegando a los 4000 m.s.n.m.
- La demora al entregar los resultados los laboratorios donde se llevaron a cabo los análisis de las muestras de calicatas, y resultados de CBR de la subrasante.
- Los recursos económicos es una limitante en la ejecución del presente proyecto de investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema de Investigación:

Existen estudios geológicos y geotécnicos de carreteras a nivel de la región Huánuco entre ellas son: Yanahuanca hacia Ambo, también Cocros hacia San Rafael, estas son las que se tomarán de referencia para determinar la estabilidad de las rocas y suelos competentes.

El desarrollo de la presente tesis fue permitida por MTC Región Huánuco, algunos datos por ser considerados de carácter reservado por la institución.

2.2. Bases Teórico - Científicos:

La metodología seguida para la ejecución del estudio de suelos comprende básicamente una investigación de campo a lo largo de la zona definida. Mediante la ejecución de prospección mediante la

exploración (calicatas), observándose las características del terreno para luego obtener muestras representativas y en cantidades suficientes para ser sometidas a ensayos de laboratorio. Finalmente, con los datos obtenidos en ambas fases se realizan las labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del Estudio Geológico y Geotécnico en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro Región Huánuco.

2.3. Definición de Términos:

2.3.1. Calicatas: Excavación pequeña sobre terrenos meteorizados para investigar el sub suelo.

2.3.2. Caliza: Roca sedimentaria formada por la precipitación del carbonato de calcio, existen grandes extensiones formando unidades estratigráficas como el grupo Pucará con sus respectivas formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga.

2.3.3. Esquisto: Es una roca metamórfica producto de metamorfismo de las rocas volcánicas de textura afanítica o de las rocas sedimentarias de grano fino.

2.3.4. Grupo Excelsior: Serie sedimentaria – metamórfico devoniano, consta de lutitas y areniscas pizarrosas fuertemente plegadas y fracturadas.

2.3.5. Falla: Es una fractura con desplazamiento de un bloque rocoso con respecto a otro, colindante a éste o de ambos bloques a través de un plano denominado plano de falla. Es el producto de esfuerzos tectónicos.

2.3.6. Diaclasas: Fractura o juntura que aparece en las rocas, ocasionado por esfuerzos tectónicos y que presentan direcciones definidas a las cuales se les denomina sistema de diaclasas.

2.3.7. Geodinámica: Parte de la geología física o geomorfología que estudia los fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre por acción de esfuerzos tectónicos internos (geodinámica interna) o esfuerzos externos (geodinámica externa).

2.3.8. Geotecnia: Ciencia que estudia los procesos geodinámicos externos y la aplicación de los métodos ingenieriles para su control con el objeto de que los efectos destructivos de estos procesos sean mínimos.

2.3.9. Geología Estructural: Es la ciencia que estudia las deformaciones que presenta la corteza terrestre relacionada con el tiempo geológico. Estudia las deformaciones orogénicas, díastróficas, epirogénicas, etc. Las deformaciones pueden ser los pliegues (homoclinales, anticlinales, sinclinales, domos, etc.), fallas (normales, inversas, etc.), intrusiones (vetas, diques, lacolitos, batolitos, etc.).

2.3.10. Geomorfología: Ciencia que estudia las formas del relieve terrestre teniendo en cuenta su origen, naturaleza de rocas, el clima de la región y las diferentes fuerzas endógenas y exógenas que de modo general entran como factores constructores del paisaje.

2.3.11. Talud: Superficie inclinada de la roca que se extiende de la base de la cumbre de un cerro acumulada de fragmentos de rocosos.

- 2.3.12. Clima:** Conjunto de condiciones atmosféricas propias de una región, país o comarca.
- 2.3.13. SUCS:** Este sistema unificado se utiliza para la clasificación de suelos para propósitos de ingeniería, el cual permite estimar la calidad y los parámetros resistentes aproximados del macizo, en términos de cohesión y fricción.
- 2.3.14. Perfil Estratigráfico:** Sección estratigráfica local levantada con mucho detalle y representada a escala 1:100 o inferior.
- 2.3.15. Suelo:** Cobertura superficial de la corteza terrestre producto de la alteración de los minerales de las rocas preexistentes. La formación del suelo implica la meteorización química de los minerales primarios dando lugar a nuevos minerales.
- 2.3.16. Grupo Mitú:** Serie sedimentaria del Pérmico medio consiste de areniscas rojizas y grises con un conglomerado arenoso, también contiene volcánicos de gran potencia.
- 2.3.17. Morrenas:** Depósito glaciar heterogéneo en cuanto a forma y tamaño de los fragmentos, generalmente son se aristas redondeadas por el poco transporte sufrido.
- 2.3.18. Depósitos aluviales:** Término usado para referirse a todo tipo de proceso o material relacionado con los procesos fluviales.
- 2.3.19. Huaycos:** Término autóctono peruano, se refiere a los descensos violentos de grandes masas de lodo, barro y fragmentos rocosos de diferentes dimensiones debido a la saturación con agua de esos materiales sueltos en superficies más o menos inclinados.

2.3.20. Erosión: Es un proceso geológico destructivo que tiende a nivelar la superficie de la corteza terrestre. Implica los siguientes procesos: fracturamiento, fisuramiento, alteración física y/o química, arranque y transporte de materiales por agentes geológicos como el agua, viento, hielo, olas, etc. Es sinónimo de degradación glitogénesis.

2.3.21. Estratigrafía sísmica: Estudio de la estratigrafía y facies deposicional a partir de la interpretación de la información sísmica.

2.4. Hipótesis de la Investigación:

2.4.1. Hipótesis Genéricos:

Aplicando procedimientos geológicos y geotécnicos apropiados se determinará el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco.

2.4.2. Hipótesis Específicos:

Hipótesis Alternativa:

Los parámetros geotécnicos contribuyen en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco.

Hipótesis Nula:

Los parámetros geotécnicos no contribuyen en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco.

2.5. Identificación de Variables:

2.5.1. Variable Independiente

- Estudio Geológico y Geotécnico.

2.5.2. Variable Dependiente

- Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco.

2.5.3. Variables Intervinientes

- Tipo de suelo.
- Características del suelo.
- Control y Monitoreo de suelos.
- Calicatas y obtención de muestras.
- Datos de laboratorio (Tipos de suelo)
- Límite líquido y límite plástico.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación:

Método científico

La investigación es exploratoria, descriptiva, experimental y correlacional.

3.2. Diseño de Investigación:

El método científico, diseño experimental (experimentos puros) en donde se tiene las siguientes fases: Reconocimiento de campo se ejecutarán las calicatas, las muestras serán llevadas al laboratorio para su análisis correspondiente y determinar sus propiedades físicas y químicas luego interpretarlos geomecánicamente, su desarrollo descriptivo, analítico, evaluativo y explicando sus resultados.

3.3. Población y muestra:

La población estará representada por la extensión lineal de la zona de estudio, es decir de la zona de Lajas (Km. 0+000) hasta la localidad de Huayruro (Km. 75+000). El número de muestras estudiar serán las muestras obtenidas de las calicatas.

3.4. Métodos de Investigación:

El método de investigación a utilizarse será:

- Método aplicativo.
- Método determinativo.
- Método analítico.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

Las técnicas para la recolección de datos consistieron en la toma de la información de campo, para ello se contó con el reconocimiento superficial del área de estudio, en donde se tuvo en cuenta la presencia de la topografía, estructuras mineralizadas, recursos hídricos, recursos arqueológicos, flora y fauna, poblaciones y se diseñaron en diversas fases de recolección de la información indicándose de la siguiente manera:

FASE I. Revisión bibliográfica y análisis de una línea de base.

Elaboración del marco teórico, revisión bibliográfica y antecedentes de la investigación, reconocimiento superficial del área de estudio.

FASE II. Trabajo de Campo:

Recolección de datos físicos, biológicos y sociales del área de estudio.

Toma sistemática de muestras de las calicatas.

Levantamientos de planos topográficos y geológicos del área de estudio.

Determinación de zonas vulnerables en el área de estudio.

FASE III. Trabajo de Gabinete:

Diseño de planos topográficos, geológicos y muestreo del área de estudio.

Se usarán los métodos de clasificación geomecánica, técnicas y procedimientos de trabajo de interpretación geomecánica.

Elaboración de perfiles estratigráficos de cada calicata.

3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos:

La metodología empleada para la recolección de datos para la elaboración de la presente evaluación fueron la descriptiva y la experimental que consistieron de la siguiente manera:

Levantamiento de planos topográficos y geológicos se obtuvieron utilizando instrumentos de medición tales como Estación Total marca Leyca T – 05, GPS navegador marca Garmin, Brújula marca Brunton, etc.

Muestreos sistemáticos de las calicatas.

Dibujo de los planos topográficos, geológicos, secciones geológicas utilizando un ordenador y el programa AutoCAD.

Terminando con el informe y la elaboración de la presente tesis “Estudio Geológico y Geotécnico en el Mejoramiento de la carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro”.

CAPITULO IV

GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. UBICACIÓN

El área de estudio, geográficamente está ubicada en la zona alto andina, al norte este de la capital Provincia de Ambo y al sur este de Pachitea, Departamento de Huánuco.

La extensión del proyecto abarca la región geográfica Suni o Jalca hasta la Yunga, (entre los 3.500 a 4.000 msnm – 1.000 a 2,500 msnm), que se caracteriza por presentar un relieve accidentado de cerros, cimas, lomadas pequeñas y quebradas poco profundas, el clima es frío, en las quebradas con valles estrechos con orientación regional, el tramo en estudio corresponde a la extensión entre las regiones geográficas parte de Puna, Suni y Yunga. En las alturas alto andinas el clima es frío (Dwb-clasificación realizada por W. Koppen). Este clima se desarrolla en la

totalidad del tramo en estudio, es seco en invierno, la temperatura media es superior a los 10°C, durante cuatro meses (Junio, Julio Agosto, Setiembre), Siendo variable en la región más baja.

El trazo del proyecto se inicia en el paraje denominado Lajas (Km. 0+000), se ubica en la localidad de Alcas – Querojamanan, comprende sectores de la localidad de Acobamba, Carampayo, Villa Tingo, que se dirige a la localidad de Huayruro, en el extremo final del tramo en estudio, (Km. 75+000). Respecto a la ubicación de los materiales de cantera para utilizar (ripió para el afirmado), es necesario realizar los accesos en las progresivas 0+000, 2+286, 18+400,69+300, y disponer de los materiales adecuados para el afirmado correspondiente.

Para los efectos del trazo de la carretera, es necesario llegar a la localidad de San Rafael, luego a Matihuaca, Alcas y Laja Rumi, de ahí comienza el trazo de la carretera en estudio, en la Progresiva 0+000, se inicia con un camino de herradura en las laderas del cerro.

El tramo en estudio corresponde a una distancia de 75+000 km.

El proyecto se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM:

TRAMO ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO	COORDENADAS		ALTITUD
INICIO: Alcas	386 510.5 E	8 857 249.50 N	4,038.50 msnm
FINAL: Puente Huayruro	420 349.10 E	8 866700.20 N	1,685.10 msnm

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 1.1, Ubicación del tramo a mejorar en la zona de estudio.

4.2. ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO

Se accede de la siguiente manera; por la carretera Huánuco – Cerro de Pasco, donde se describe al siguiente recorrido:

En el tramo Huánuco – San Rafael, a 61.00 Km., en una vía asfaltada, existe un desvío hacia la izquierda de la vía, en el margen derecho del río Huallaga, hasta el poblado de Matihuaca, después llega a Querojamanan y Alcas, se ubica la progresiva 00+000.

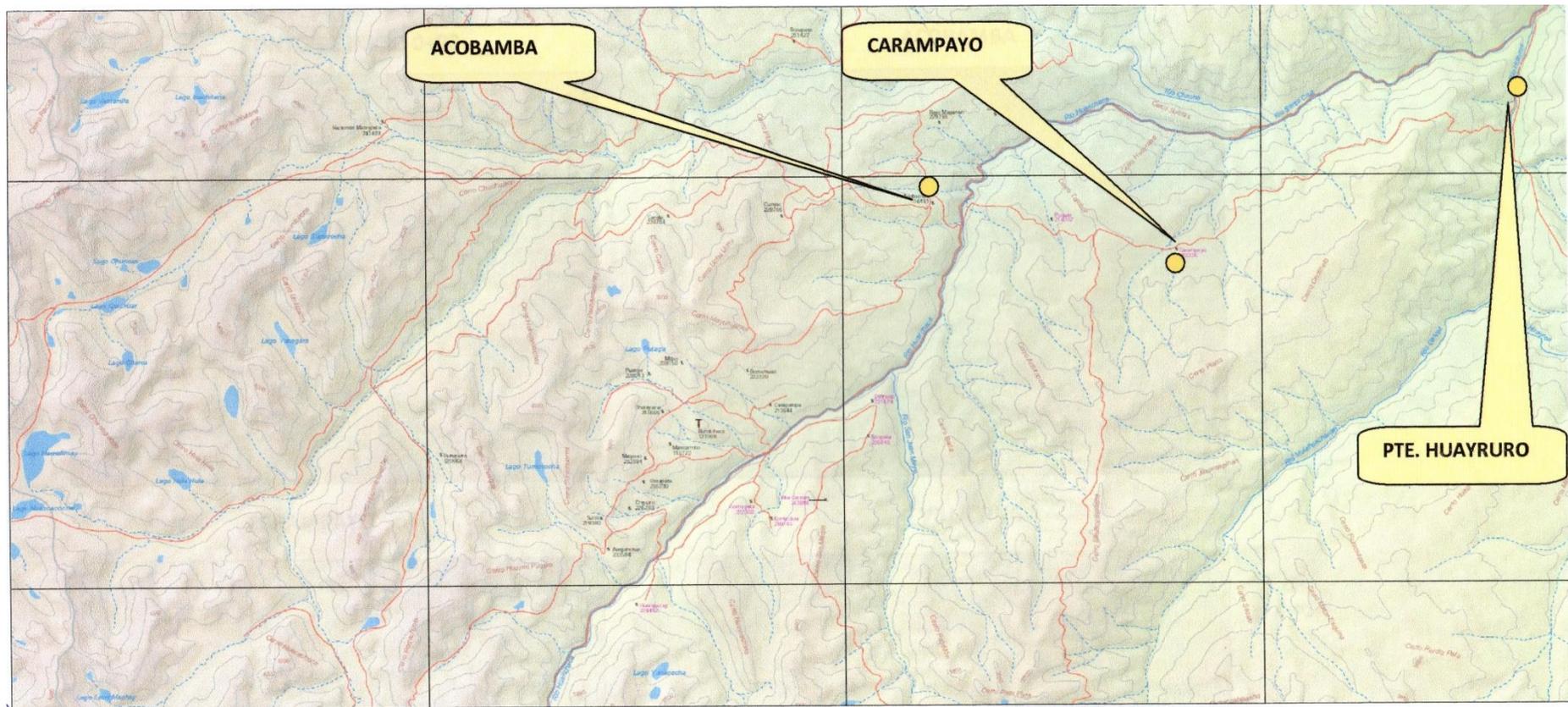


Figura N° 1.2, Acceso desde el paraje Lajas – Acobamba – Carampayo – Villa Tingo – Puente Huayruro

FOTOGRAFÍA N° 01

PUNTO DE INICIO 0+00



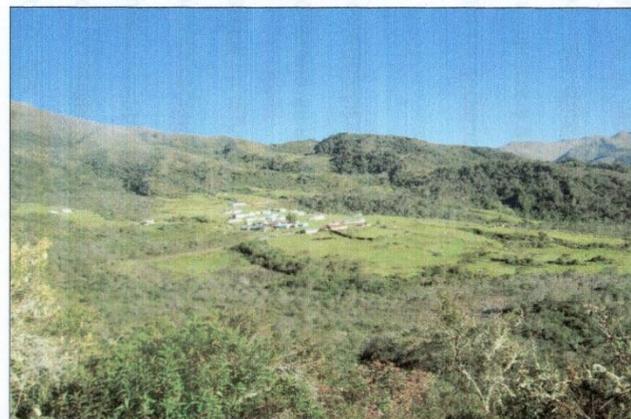
CARAMPAYO



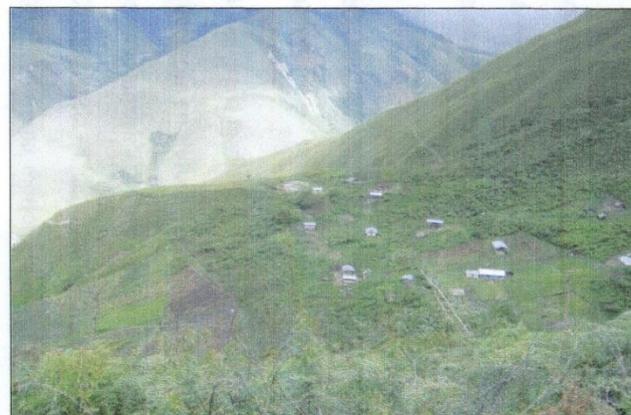
FOTOGRAFÍA N° 03

FOTOGRAFÍA N° 02

ACOBAMBA



VILLA TINGO



FOTOGRAFÍA N °04

CAPITULO V

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

5.1. GEOLOGÍA

El área del estudio a nivel regional presenta un relieve que es el resultado de la acción geodinámica en la cordillera oriental que resulta ser un geoanticlinal, correspondiendo el dominio de afloramiento de la cadena Hercínica y a los terrenos del Paleozoico – Mesozoico. La zona intracordillerana, está constituida por rocas metamórficas, (esquistos), sedimentarias (calizas, lutitas) intrusivos volcánicos y depósitos cuaternarios, las rocas calcáreas se encuentran plegadas y falladas, propiamente las secuencias de calizas, que a la vez se encuentran afectados por el intemperismo local.

Geomorfología:

Geomorfológicamente se encuentra en el flanco disectado sub andino en la etapa de valle relieve cordillerano, en las laderas de los cerros Shajhua y Chichque.

El sector en estudio, se caracteriza por presentar una topografía medianamente accidentada, con presencia de cadenas de lomas, colinas entre cerros que decrecen en altitud y relieve, El área de estudio al inicio del tramo se encuentra surcado por las quebradas Paucush y Calco, y otras pequeños afluentes, en el margen derecha e izquierda de la quebrada Chaupistancia – Chauna, afluentes del río Huarichaca, los que han labrado valles poco profundos presentando una morfología de valle en proceso de encañonamiento y erosión regresiva hacia las partes bajas del valle.

En el presente estudio las unidades litológicas afloran con unidades del Neo proterozoico, Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico afectados por el metamorfismo regional, así como el efecto del intemperismo regional y local, depósitos de material cuaternario (depósitos coluviales - residuales).

Los estratos que afloran en el área están litológicamente constituidos por unidades donde la erosión es medianamente moderada debido a su naturaleza y composición, siendo generalmente afectado por las aguas pluvio – aluviales que generan geoformas tales como lomas y colinas, con presencia de pequeñas Zona de deslizamientos y pequeños derrumbes, etc.

Clasificación de la Geomorfología a nivel regional

La geomorfología ayudará a realizar la clasificación de las principales formas del relieve, las que son clasificadas teniendo en cuenta las formas externas del paisaje; es decir su morfografía del relieve. También se clasifica en base a la morfogénesis, es decir teniendo en cuenta su

origen y evolución. Se puede hablar también de clasificaciones en base a la morfometría o morfocronología.

Las unidades identificadas servirán para identificar las unidades geomorfológicas presentes en toda el área de estudio.

Morfológicamente el trazo realizado para el Mejoramiento y Construcción de la carretera DV. Alcas, Acobamba, Huayruro, se encuentra ubicado en el sector alto andino de la cordillera Andina, morfo estructuralmente está dentro de la influencia de la cordillera Oriental. Esto formado a través de diferentes etapas dinámicas que forman el relieve a través de diferentes periodos geológicos.

La cordillera andina ha pasado por fases con la tectónica de levantamiento, plegamiento y hundimiento, también pasa por proceso denudativos. Del resultado de estos procesos se ha generado variedades de geoformas que en toda la superficie llegan a conformar las unidades geomorfológicas.

Descripción de las Unidades Geomorfológicas

El sector en el área de estudio, de manera general presenta las características de los valles interandinos, su configuración está influenciado a características climáticas, por sus componentes geológicos, por la altitud, clima y topografía entre otros factores.

La micro cuenca a nivel local, presenta una variedad de caracteres geomorfológicos, resultado de su topografía y la existencia de varios pisos altitudinales que varía desde 4,050.00 m.s.n.m hasta los 1690.00 m.s.n.m.

La geología regional corresponde a las formaciones litológicas representando por unidades del complejo Marañón, comprende a rocas del tipo esquistos, secuencias del Grupo Mitu – Ambo, secuencias del batolito de Paucartambo, los tipos de rocas que afloran en el área de estudio son esquistos, cuarcitas, pizarras, granitos, dioritas; enmarcados en la Cordillera Oriental de los Andes y las geoformas de lomadas y colinas residuales de las partes bajas.

a. Cordillera de los Andes:

La cordillera central de los Andes está considerada como unidad morfoestructural representativa, siendo la mayor complejidad geológica, geomorfológicas, geoestructural en el sector de estudio, con amplia variabilidad litológica en la cual se ven claramente diferenciadas las rocas metamórficas, sedimentarias, intrusivas y extrusivas volcánicas. Empezando desde el precámbrico originada por la erosión de un zócalo sialico. En el paleozoico se da eventos tectónicos (Fase Hercínica), con restos de regresiones y transgresiones marinas.

b. Cordillera Oriental

En el territorio peruano se distribuye con relieves montañosos, abruptos y accidentados. Su origen se asocia a la Tectónica Hercínica, pasando por sus faces Eohercínica, Tardihercínica y Nevadiana; los cuales tuvieron su desarrollo durante la era paleozoica.

• **Zonas de montañas estructurales:**

Conformada por formas de tierra de topografía abrupta, constituida básicamente por rocas sedimentarias y metamórficas, sometidas a la acción erosiva de diversos agentes.

El evento morfogenético principal, generador de este gran paisaje ha sido los diversos procesos y movimientos orogénicos y pirogénicos a que ha estado sometida las diferentes formaciones rocosas, durante el Paleozoico, Cretáceo y Jurásico. Estas formas de tierra se caracterizan principalmente por presentar superficies de relieve que varían con pendientes poco aplanadas a empinada (55 – 70 %).

- **Zonas de colinas Denudacionales (Estructurales del Terciario)**

Estas formas se caracterizan por presentar una topografía accidentada, con pendientes que varían entre los 08 a 65 %, cuya altura de ondulaciones fluctúa entre los 3500 y 3800 metros sobre el nivel de base local, constituida principalmente por calizas, lutitas y areniscas del terciario, que se encuentran erosivas a la acción del ambiente. Predominan las formas de tierra de lomadas, colinas bajas y colinas altas, ligera, moderada y fuertemente disectadas, las formas de tierra identificadas son las siguientes:

- Cerros en roca del Neo Proterozoico – Paleozoico- Cenozoico.

5.2. ESTRATIGRAFÍA

El sector donde se desarrolla el estudio, presenta taludes estando conformadas por la exposición o afloramientos de rocas metamórficas, sedimentarias pertenecientes al Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico a lo largo del trazo de la carretera, habiéndose diferenciado diversos tipos de rocas: granito, tonalitas, esquistos, areniscas y lutitas, distribuidos entre los distritos de Ambo y Pachitea, con afloramiento de rocas bastante marcadas.

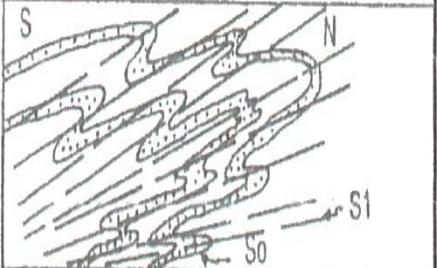
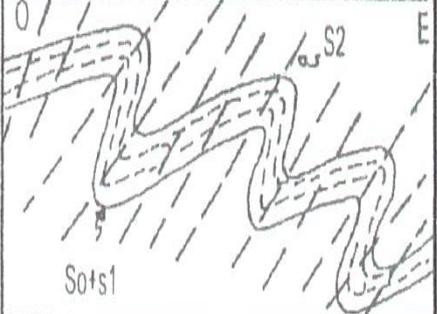
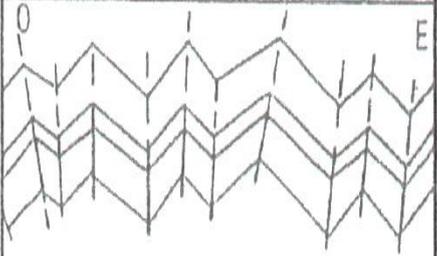
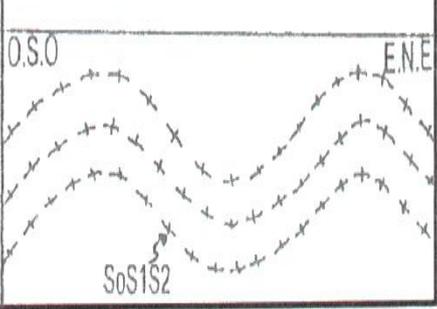
Neo proterozoico

Complejo Marañón

Unidad litoestratigráfica más antigua después del Mezo Proterozoico dentro de la historia de la tierra, siendo predominante en el área de estudio, perteneciente al Precámbrico cuya edad se considera entre 1000 – 2000 mil millones de años, unidad constituido por rocas metamórficas como esquistos, gneis y fillitas de color verde a gris, dentro de esta unidad se puede apreciar también afloramientos aislados de rocas ultra básicas consistentes en rocas intrusivas como el grano diorita y tonalita.

El complejo Marañón tiene texturas de tectónicas foliadas y en menor grado tienen texturas controladas por el hábito de los componentes mineralógicos, presentan esquistosidades con orientación variable con tendencias muy marcadas.

Para el estudio en el tramo Alcas, Acobamba, Huayruro.

Fase	Estilo	Rumbo	Plano axial	Esquistocidad	Echamiento	Sección perpendicular al eje
1	isoclinal	E.O	horizontal	de flujo	al norte	
2	"semejante"	N.S	inclinado	"strain sleep" clivage fractura	al Oeste y al Este	
3	chevron knife band	N.S y E.O	vertical	sin	sin	
4	cilindrico	N-N.O S-S.E	vertical	sin	en abanico	

Cuadro N° 2.1, detalle de las estructuras del Neo proterozoico.

Esta secuencia se desarrollaron en los flancos de la Cordillera Oriental, donde se observa una serie de esquistos que contiene cuarzo – moscovita de textura granoblástica, compuesto por micas en un 50 a 70% y el cuarzo de 20 a 30%, como accesorios se presentan cloritas , feldespatos, anfíboles subhedrales – anhedrales , que ocurren como

granoblastos en agregados densos, disseminados e intersticiales. Se observan numerosas fases de plegamiento, con abundante venilla y lentes de cuarzo probablemente producto de la segregación del metamorfismo regional de bajo grado.

En San Rafael se determinó cordierita, se sabe que la cordierita es un mineral caracterizado de la facies anfibiólita, es decir de alto grado de metamorfismo y la clorita un mineral que existe solamente en la epizona y que no puede existir cuando el grado de metamorfismo es alto; según Dalmayrac, B. (1970).

La asociación cordierita – clorita es imposible para un mismo metamorfismo; por lo tanto, se supone que la cordierita resulta de un metamorfismo antiguo y que la clorita es debida a “retromorfosis”, es decir a una segunda fase de metamorfismo (seguramente Hercínica) que afectó zonas ya metamorfizadas. Además en San Rafael esta litología está llegando a medir apenas 3km de ancho.

Esta instruido por rocas graníticas del Paleozoico superior y controlado por una falla regional de dirección N-S continuando hacia el Este. En afloramiento presenta esquistos micáceos a sercíticos de color verde, con microplegues y fracturas con ejes de variada dirección y presencia de lentes y vetillas de cuarzo lechoso.

Paleozoico

Grupo Tarma (Paleozoico)

Para describir esta secuencia de limoarcillitas oscuras, con intercalaciones de areniscas y calizas, tomando como localidad típica los

afloramientos que se encuentran alrededores de Tarma. Es de extensión reducida reconociéndola solo en el río de Chacpas en los alrededores del caserío Tingoragra (Ulcumayo) formando parte de los afloramientos que se encuentran en la hoja de Tarma y se prolonga a manera de una franja angosta hacia Cerro de Pasco con dirección NO-SE. Petrográficamente se encuentra constituida por una alternancia de lutitas oscuras y areniscas gris oscuras, intercalándose con cuarcitas, areniscas glauconíticas y calizas de color gris. Litológicamente el grupo Tarma se encuentra sobre el grupo Ambo en posición concordante e infrayace en ligera discordancia angular a los conglomerados rojos del grupo Mitu. Tiene una potencia aproximada de más o menos 150 m.

Por la presencia de corales y crinoideos indican una sedimentación en un medio nerítico con proximidad de relieves emergidos.

En Huarcalla se reporta abundantes fusulinidos, ubicados en la parte media y superior de la secuencia. Sus afloramientos silicocarbonatados se observa en Pucacocha, Mosca, Rodeo, Pallanchacra, Vinchos. Se estima una potencia aproximada de 300 m.

Grupo Mitu

Este paquete de la era Paleozoica que sobreyace a las rocas del complejo Marañón en discordancia angular; se distribuye como una franja en las alturas de los poblados de Pichgas, San Cristóbal y Rondobamba en los tramos evaluados, de carácter puntual en el trazo del camino vecinal, donde se manifiesta el contacto continuo con secuencias del Mesozoico (rocas calcáreas del Grupo Pucará), siendo

variable en espesores sobre todo en las partes altas del área en estudios y a nivel regional.

Litológicamente está constituido por conglomerados de areniscas rojas, localmente presentan una dirección NW – SE, 20° - 25°, Buzamiento de 40°. El grupo Mitu ha sido afectado por fallamiento en bloques en el basamento subyacente, el nombre fue introducido por Mc Laughlin (1924), para referirse a una secuencia de areniscas rojas permianas expuestas en zonas puntuales en el distrito de San Rafael.

El grupo Mitu son depósitos continentales rojos compuestos por areniscas de grano grueso y lutitas arenosas rojas, conglomerados, feldespáticas brunáceas, con bancos andesíticos, que infrayacen al grupo de Pucará y la secuencia del Complejo Marañón. Mitu (palabra quechua que significa barro) está conformado por lutitas que se transforman en barro rojo por acción de la lluvia. Por la ausencia de fósiles, la edad del grupo Mitu sólo se puede afirmar por relación estratigráfica.

Se han reconocido dos tipos de litofacies en la secuencia: Una principalmente clástica y la otra mayoritariamente volcánica, las volcánicas se van a encontrar indistintamente intercaladas con las areniscas.

Son muy comunes las intercalaciones de areniscas arcóscas conglomerádicas que contienen elementos volcánicos, poniendo en evidencia la coetaneidad entre el vulcanismo y la depositación del material clástico. El espesor de la secuencia del grupo Mitu, en el área

de estudio es variable y extenso sobre todo en los sectores altos de San Rafael, margen izquierda del río Huallaga, correspondiendo las mayores dimensiones del Sur – Oeste, del Poblado de San Rafael.

El grupo Mitu suprayace en discordancia erosional al Complejo Marañón y secuencias calcáreas del Grupo Pucará, no se han encontrado fósiles en los estratos de la unidad, pero basado en sus relaciones estratigráficas post – Leonardino y pre – Cretáceo, su edad estaría entre el permiano superior y el Triásico inferior.

El Paleozoico representado por el grupo Mitu en este sector, proviene de la deposición de cuencas continentales producto de la erosión de las zonas emergidas. El color rojo indica que durante la deposición reinaba un clima caracterizado por una estación lluviosa a una estación seca.

Es de particular importancia para la formación del interesante mundo biológico del Santuario, el Cuaternario más joven que alberga, cuya génesis se remonta a la última glaciación de la tierra y está representado por cúmulos de morrenas glaciares en los niveles medios e inferiores de la montaña y especialmente en sus depresiones. Estas se componen de guijarros de roca lutacea oscura y de variada granulometría, predisponiendo su permeabilidad al agua al mantener la unidad necesaria para el desarrollo de la exuberante flora que hospeda.

Esta serie detrítica de color rojo que aflora en la localidad de Mitu próximo a Chacayán, esta denominación lo propuso Mc Laughlin, D.H (1924).

Petrográficamente consiste de conglomerados polimicticos subángulos cementados por una matriz areniscosa de grano fino de color rojo ladrillo, con estratos delgados de lutitas gris a rojizas con clara estratificación laminar. Los fragmentos son de esquistos, cuarcitas, micaesquistos y pequeña proporción de calizas, con potencia aproximada de 45 m.

En la parte media se observa una alternancia de areniscas rojo ladrillo en conglomerados polimicticos en estratos medios a gruesos con estratificación cruzada asagrada con niveles de areniscas finas, se estima 60 m de espesor, al tope conglomerado, areniscas de color rojo ladrillo a purpura. Presenta pseudoestratificación sesgada, el conglomerado con clastos subangulosos a subredondeados, esquistos, cuarcitas y calizas, con matriz arenosa rojiza, se caracteriza por presentar suelos muy rojizos.

El grupo Mitu es un depósito típico de molasa y de niveles volcánicos representados por andesitas que pueden ser las más tempranas manifestaciones volcánicas regionales en los Andes Centrales. Es una fase de actividad la cual está relacionada a las fases próximas de la Orogenia Hercínica. Las lavas son de composición sub alcalina y parecen estar relacionadas químicamente a los plutones graníticos de edad Permiano medio, los cuales afloran dentro de la Cordillera Oriental. Esta combinación de plutonismo – vulcanismo es de interés como la primera actividad magmática bien desarrollada registrada paralela al margen continental y ello tiene claramente algunas relacionadas sobre la interpretación del mecanismo de las placas tectónicas, las cuales desde

tiempos del Permiano adelante han proveído el control tectónico total para el desarrollo de la Orogenia Andina.

En el cuadrángulo de La Merced, la base del grupo Mitu se encuentra conformada principalmente por conglomerados polimicticos más clasificados que contienen clastos de plutonitas y en menor proporción sedimentitas. Similar afloramiento se reconoce en la montaña de Yanachaga (Qda. San Alberto) cuyos clastos de los conglomerados corresponden a sienogranitos rojos, granodioritas, esquistos, intrusitos gneisificados y vulcanitas cuyo diámetro varía entre 0.5 cm a 15 cm y se encuentran envueltas en una matriz limo – arenosa de color marrón rojizo. Se reconocen fragmentos líticos de cuarzo, plagioclasa y feldespato dentro de los conglomerados.

El grosor del grupo Mitu es variable hacia la parte del cuadrángulo de Ulcumayo. Su potencia se estima en 1300 m y en la montaña de Yanachaga 2500m.

Grupo Pucará (Mesozoico):

En el tramo en estudio y trazo de la carretera, donde las rocas calcáreas están expuestas y poco cubiertos de vegetación, la secuencia sedimentaria, se presenta en estratos que forman paquetes en sectores con escurrimientos por la presencia por una falla regional local, que atraviesa sectores con dirección regional muy marcada en el cuadrángulo de Ambo, la dirección andina noroeste rumbo de N15° - 25°W, que se originan filtración constante de agua en las grietas,

produciendo una reacción química en las calizas dolomíticas que se disuelve.

Las calizas del grupo Pucará se extienden de manera de franjas plegadas con recorrido plurikilométrico, abarcando parte de los cuadrángulos de Ulcumayo, Oxapampa y la Merced. Sus afloramientos se ubican en ambos márgenes del macizo estructural conformado por los bloques de Maraynioc y Paucartambo.

Hacia la parte Occidental de Ulcumayo el grupo Pucará tiene una dirección NO-SE, prolongándose de manera continua a la hoja de Cerro de Pasco. Entre la parte sur de San Vicente y San Ramón, conforma una franja monoclinas con rumbo N-S buzando al Oeste, encontrándose limitada por la falla inversa de la granodiorita de Tarma. Al norte de río de Casca, las calizas de grupo Pucará flexionan de N-S a NO-SE. En el área de Oxapampa tiene una dirección N-S y se encuentra limitada por fallamientos en bloques.

La morfología que ha desarrollado en los terrenos que aflora el grupo Pucará, se encuentran representados por relieves cársticos, dolinas y escarpas pronunciadas que la caracterizan en su conjunto.

De acuerdo a las observaciones de campo se puede reconocer las tres formaciones del grupo Pucará (Formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga) con cierta variabilidad en litofacies y grosor, pero en su conjunto poseen casi las mismas características petrográficas y cronoestratigráficas descritas por MEGARD, F. (1968) en el Perú central.

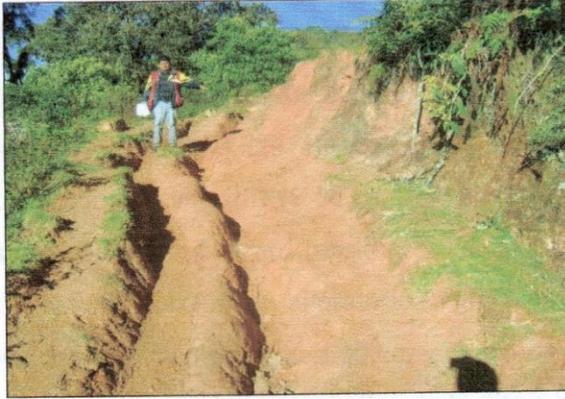
En el tramo en estudio y trazo de la carretera donde las rocas calcáreas están expuestas y poco cubiertos de vegetación, la secuencia sedimentaria, se presentan en estratos que forman paquetes en sectores con escurrimientos por la presencia por una falla regional local, que atraviesa sectores con dirección regional muy marcada en el cuadrángulo de Ambo, la dirección andina nor oeste rumbo de N15° - 25°W, que se originan filtración constante de agua en las grietas produciendo una reacción química en las calizas dolomíticas que se disuelve.

El grupo Pucará es de edad Triásico-Jurásico; suprayace comúnmente al grupo Mitu, pero también puede descansar directamente sobre los esquistos del Complejo Marañón por fallamiento de bajo ángulo. Litológicamente esta unidad corresponde a calizas bastante afectadas por la meteorización y erosión cárstica, mostrando costras pardas amarillentas con óxido de hierro.

Cenozoico

Formaciones superficiales.

Comprende a los materiales inconsolidados, producto de la meteorización y erosión de los terrenos pre – existentes (coluviales – aluviales).



FOTOGRAFÍA N° 05,
Secuencias de depósitos de
suelos residuales, Tramo Alcas –
Acobamba, depósitos alterados
por el intemperismo.

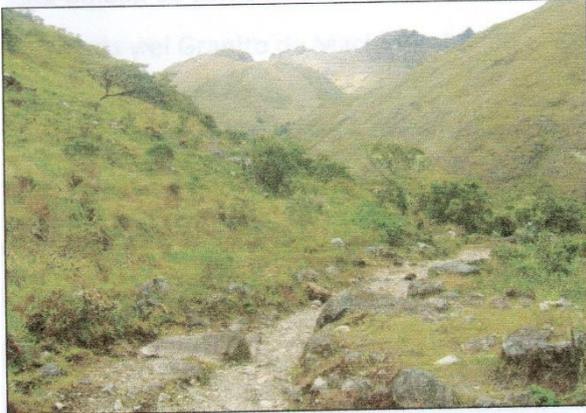
- **Depósitos residuales.** - Es el suelo derivado de la meteorización y descomposición de la roca in situ, el cual no ha sido transportado de su localización original (Blight, 1997). Sus propiedades generalmente son controladas por la fábrica micro o macro, las juntas y demás detalles estructurales heredados de la masa de roca original. Las exposiciones de los depósitos residuales superan el 45% de la zona de estudio.



FOTOGRAFÍA N° 06,
Secuencias de depósitos de
suelos residuales, Tramo
Acobamba – Villa Tingo,
depósitos alterados por el
intemperismo.

- **Depósitos coluviales o coluviones.** - Son depósitos pequeños, pero observan significación geológica en el área. Consisten de una mezcla heterogénea de fragmentos subangulosos de toda dimensión que han sido depositados por la acción combinada de la gravedad y el

agua, se presentan a manera de escombros. La exposición de los depósitos coluviales o coluviones superan el 25% de la zona de estudio.



FOTOGRAFÍA N° 07,
Secuencias de depósitos de
suelos Coluviales, Tramo
Acobamba – Villa Tingo.

ROCAS ÍGNEAS:

Pérmico superior – Triásico – Monzogranito – Sienogranito – San Ramón:

MEGARD, F. (1973) Y PAREDES, J; lo asignaron al Pérmico como producto de una Orogénesis Tardiherciniana. STWART, J. (1974) reporto una edad de 346 m.a en un afloramiento del macizo San Ramón, ubicado a 7 km al NNE de la Merced. Estudios radiométricos posteriores indicarían con mayor seguridad su edad Permo – Triásico.

El batolito San Ramón aflora a lo largo del margen derecho de los ríos Chanchamayo y Tulumayo con una longitud de casi 90 km y 45 km de ancho hasta las hojas de Pichanqui y Satipo este macizo está constituido por granitos de biotita + hornblenda y está conformado por dos facies: “Granito Rojo” y un “Granito Gris”.

Facies Granito Rojo. - Relativamente más alcalino conteniendo una mineralogía por orden de importancia: Feldespato potásico (< 60%), cuarzo plagioclasa – biotita, correspondientes a las facies Monzogranito – Sienogranito. En afloramiento presenta grandes cristales de ortosas presentan maclas de Carlsbad, las biotitas y plagioclasas presentan signos de una importante albitización secundaria. Los cristales de cuarzo al microscopio presentan grandes playas rodeadas de feldespatos con tendencia a presentar bordes corroídos, las plagioclasas son raras y los minerales accesorios son: zircón fuertemente zonado y minerales opacos. Los estudios químicos muestran que son ricos en sílice y alcalinos (potasio). La presencia de peritita indica un índice de cristalización a temperatura elevada, en general los feldespatos tienden a la albitización y la degradación de las biotitas.

Facies Granito Gris. - De granito grueso con biotitas y hornblenda, los minerales observados en orden de importancia son: plagioclasa, cuarzo, ortosas, las ortosas con mesclas de Carlsbad son relativamente periticos con una microclinización avanzada y evidencia de albitización, el desarrollo de textura mirmekítica es frecuente, el cuarzo está asociado generalmente en grandes playas con asociaciones de microclima y cuarzo – albita. Los minerales accesorios son apatito, zircón y opacos.

Los estudios geocronológicos muestran un rango de edades entre los 239 y 213 m.a. ubicándolo en el Triásico, pudiendo formarse sus primeros pulsos en el Pérmico superior.

Esta unidad se correlaciona en tiempo con los intrusivos Tardihercínicos del Granito Azul en la hoja de Pampas y el Granito de Machu Picchu en el Cuzco.

Pérmico superior – Triásico – Granodiorita Tarma:

La granodiorita Tarma, llamado también “Granito Blanco”, se encuentra distribuido en la parte Occidental de la hoja de la Merced a lo largo de franja alargada de 43 km de largo y 8 km de ancho. Este cuerpo está emplazado en los esquistos del Complejo Maraynioc, sobrescurrimiento a las secuencias de los grupos Mitu y Pucará por efecto de una falla de 200m de desplazamiento.

La granodiorita presenta diferencias mineralógicas y petrográficas notables con respecto al intrusivo de San Ramón, los feldespatos potásicos están representados por microclina con crecimiento de pertita en playas xenomórficas, las plagioclasas presentan una zonación rítmica y relativamente cálcica (Oligoclasa – Andesina), asimismo las biotitas presentan pleocroísmo de incoloro a rojizo, asimismo los anfíboles son más oscuros. La evolución magmática fue desarrollándose de prehnita – sericita a cloritas; por otra parte, la formación de epidota es más elevada en el sienogranito de San Ramón.

Este intrusivo está conformado por granodioritas de color claro con grano grueso de cuarzo, plagioclasas y feldespatos en menor proporción, la biotita y hornblenda están distribuidas uniformemente. Al microscopio se puede observar una textura holocristalina, inequigranular

y epidiomórfica acompañada de moscovitas y minerales accesorios (apatito, zircón y titanita).

La edad de emplazamiento está de acuerdo con sus relaciones de campo y confrontada por una datación geocronométrica en K/Ar con valor de 244 m.a; cuya muestra fue tomada al SE de San Vicente.

Triásico – Jurásico – Granodioritas – Monzogranitos Paucartambo:

El batolito de Paucartambo de 2000 km² de afloramiento está distribuido en la hoja de Ulcumayo, pasando a las hojas de Pozuzo y Ambo en dirección NE – SO. En afloramiento presenta una coloración gris clara con tonalidades pardo claras de granos medios, presenta pocos máficos sin biotita, la textura es holocristalina, inequigranular y epidiomórfica, la importancia de elementos estaría dado por: Plagioclasa (> 50%), cuarzo (25 – 30%), y el feldespatos (15%) ubicándolo entre las granodioritas y algunas facies de monzogranitos. Al microscopio se puede deducir la cloritización de moldes de biotita, los cristales de zircón están incluidos en los anfíboles y los minerales opacos reemplazan los contornos relícticos de los piroxenos.

Es reconocible en campo por su color leucócrata (bastante claro) de grano medio, y los máficos están a manera de diseminado muy pequeños por toda la roca, sus formas macizas forman los picos más altos. La relación de intrusión muestra que estos cortan al Complejo Maraynioc (Nevado Huaguruncho), aparentemente intruye al complejo Marca y es cortado por el monzogranito Ranyac y las tonalitas Cayash. Al sur las granodioritas San Antonio lo cortan bruscamente por otro lado

en la hoja de codo de Pozuzo se han datado dos muestras de facies parecidas y que conformarían el mismo cuerpo principal, al sur del Pando y Tambo de Vaca con 170 y 223 m.a. Así mismo en Pozuzo una datación sobre esta misma unidad resulto 208 m.a. Sobre “dioritas porfiriticas” pudiendo marcar una variación posterior.

La secuencia del Complejo Marañón, presenta sectores con tendencia a desarrollar derrumbes y/o deslizamientos, observándose actualmente, en condición de actividad e inestabilidad, asimismo la secuencia de depósitos cuaternarios (suelos residuales), presentan signos de inestabilidad en distancia angular con estratos del Batolito Paucartambo (granitos – tonalitas), se puede apreciar con bastante notoriedad entre las progresivas: 9+500, 10+140, 34+560, 34+600, 35+395, 52+200, 68+540, 68+800, 68+920, que afectan los niveles de roca suelta y sedimentos de grano fino (limo arcillitas), que se encuentran alteradas a suelos residuales.

En todo el evaluado, la unidades estratigráficas se presentan en laderas de los cerros circundantes, además se evidencia la existencia de un camino de herradura donde se puede apreciar con bastante claridad los afloramientos del macizo rocoso con presencia de taludes en rocas y material suelto, siendo necesario dar tratamiento adecuado respecto a la estabilidad de taludes , por la existencia de desprendimiento de suelos y rocas los cuales deben ser eliminados al momento de efectuar los trabajos de perfilado y peinado de talud, conformando depósitos al pie del talud.

El tratamiento y/o recomendaciones de los tramos afectados, se indican en el cuadro adjunto, Geodinámica Externa, según la descripción y registro litológico tomados in situ, se efectuó la correlación de las unidades litológicas (locales) que afloran a lo largo del trazo de la carretera, conformando los taludes, la misma que se detalla en el siguiente cuadro.

CUADRO N°2.1: UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS IDENTIFICADAS A LO LARGO DEL TRAZO PROYECTADO CARRETERA DV ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO.

PROGRESIVA		CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS OBSERVADAS	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA CORRELACIONADA
Inicio	Final			
1+180	1+210	Pequeño deslizamiento de depósitos poco consolidados u de baja cohesión, por la presencia de aguas en el sub suelo	Depósitos de material suelto conformado por graves y arenas de poca cohesión	Depósitos residuales, cuaternarios, sobre las formaciones de calcáreas.
9+500	9+550	Sector del trazo afectado por presencia de aguas superficiales, en	Secuencia de material suelto con fragmentos de roca sedimentaria, presencia de facturas	Suelos residuales, secuencias del macizo rocoso sedimentario.

		laderas del cerro, con taludes medianamente estables.	y discontinuidades en el macizo rocoso, pequeños derrumbes de material suelto por efecto de las lluvias, el material suelto esta englobado en una matriz limosa de naturaleza residual	
10+140	10+190	Zona de deslizamiento de tierra en el trazo de la carretera atraviesa las laderas del cerro, de cierta estabilidad local, el macizo aflora con discontinuidades de carácter local existe derrumbes por efectos de las lluvias intensas.	Secuencia de roca suelta, con discontinuidades en el macizo, que engloban a las rocas sedimentarias con alteraciones, en el talud existente, por perdida de cohesión en los materiales, derrumbes con pequeños deslizamientos.	Suelos residuales, secuencias del macizo rocoso sedimentario.
		Sector con	Depósitos e gravas	Secuencias de

16+000	18+000	presencia de suelos limoso suelto con fragmentos rocoso.	con limos de poca estabilidad y cohesión.	depósitos residuales y suelo coluvial, en contacto con rocas graníticas.
34+560	34+620	Terreno con presencia de pequeños deslizamientos en las laderas del cerro con desniveles marcados, medianamente abrupto, zona inestable.	Secuencia de materiales areno limo arcilloso de color amarillento, afectado por la escorrentía en el talud adyacente al trazo, el suelo es de naturaleza residual, con taludes inestables. La zona requiere forestación.	Secuencias de depósitos residuales, sobre afloramiento de roca granítica.
34+600	34+680	Trazo de carretera que atraviesa la ladera del cerro, suelen presentar poca estabilidad, previa verificación de su calidad siendo	Suelo carácter areno limoso poco plástico, inestable frente a las precipitaciones pluviales, en el talud existe formación de cárcavas, de manera aislada, es necesario realizar un programa	Depósitos de suelo residual, sobreyace a los afloramientos de granítico y dacitas.

		necesario realizar estabilización mediante forestación	de forestación en la zona afectada.	
35+359	35+450	Relieve accidentada con sectores en lomadas y colinas con taludes de poca altura, presencia de poca estabilidad, con rasgos de erosión en los taludes por la escorrentía local.	Depósitos limo arcillosos de color amarillento y en sectores con presencia de material rocoso suelto, suelo arenoso con limos, de escasa plasticidad, presencia de limos de naturaleza residual.	Depósitos areno limosos, suelo residual, emplazados sobre rocas graníticas.
35+500	37+000	Suelos con presencia de depósitos residuales de cierta inestabilidad en las laderas del cerro, medianamente	Suelo areno limo arcilloso de color amarillento, afectado por la escorrentía en el talud en el trazo, el suelo es de naturaleza residual, con taludes inestables. La zona	Depósitos areno limosos, suelo residual, emplazados sobre rocas graníticas.

		abrupto, zona inestable	requiere forestación.	
52+200	52+310	Relieve poco accidentado con lomadas y colinas y taludes de poca altura, poca estabilidad, con rasgos de erosión en los taludes.	Suelo limo arcilloso amarillento y con presencia de fragmentos de roca aislada, suelo arenoso con limos, de mediana plasticidad, presencia de limos de naturaleza residual.	Depósitos areno limosos de suelo residual.
68+540	68+630	Sector con presencia de deslizamiento de tierra de poca cohesión, baja estabilidad.	Suelo arenoso con limos y arcilla con presencia de fragmentos de roca, suelo areno limoso, de mediana plasticidad de naturaleza residual.	Depósitos areno limosos de suelo residual, con secuencias de rocas graníticas.
68+800	68+870	Área de trazo de la carretera con sectores con probable derrumbes, suelo	Depósitos de suelo arenoso con arcilla con presencia de fragmentos granulares, suelo	Depósitos areno limosos de suelo residual.

		de poca cohesión, baja estabilidad.	areno arcilloso con arena de mediana plasticidad de naturaleza residual, inestable.	
68+920	68+990	Relieve medianamente accidentado con desniveles marcados y colinas y taludes de poca estabilidad, con rasgos de erosión en los taludes.	Suelo con presencia de arena con limos y arcilla con fragmentos de roca, suelo areno limoso, de baja plasticidad de naturaleza residual.	Depósitos areno limosos de suelo residual. Secuencias de rocas graníticas.

5.3. RIESGOS GEOLÓGICOS

En la génesis de los fenómenos de Geodinámica Externa, intervienen directa y/o indirectamente tanto factores estáticos como dinámicos. Dentro de los primeros consideramos los aspectos de carácter topográficos, estructurales (falla, estratificación, fracturas, pliegues, etc.), litológicos (suelos y rocas) e hidrometeorológicos; y dentro de los segundos se considera la acción de las aguas de lluvia que influyen en la inestabilidad de las masas rocosas; llegando a producir movimientos

de remoción en masa, derrumbes, deslizamientos, caídas de bloques de roca, y la actividad sísmica y la gravedad.

Tabla N° 2.3: Grados de susceptibilidad a Fenómenos de Geodinámica Externa.

Grados	Características Generales
Baja	Escasa o nula posibilidad de ocurrencia y/o activación de algún fenómeno de geodinámica externa que pueda incidir negativamente sobre la estabilidad del talud.
Moderada	Posibilidad intermedia de ocurrencia y/o activación de algún fenómeno de geodinámica externa, o no existe la completa seguridad que se produzcan.
Alta	Existencia de amenaza o inminencia de ocurrencia y/o activación de algún fenómeno de geodinámica externa que pueda incidir negativamente sobre la estabilidad del talud.

En general dada la naturaleza y envergadura de los fenómenos observados, las recomendaciones básicamente están dirigidas a proyectar según el diseño adecuado en los taludes de la carretera según los materiales a cortar en los trabajos de corte y voladura, en todo el trazo de la carretera en proyecto, asimismo realizar el diseño de acuerdo a la normatividad respecto a las pendientes de la rasante para conformar la plataforma vial, sobre todo en sectores con presencia de material rocoso, laderas de cerros con predominio de materiales inestables, siendo estos diseñado de manera adecuada según las normas vigentes.

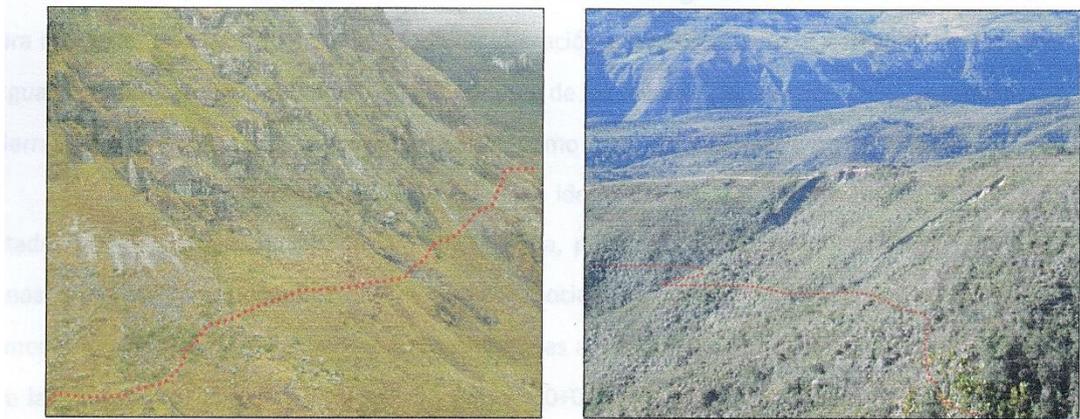
La carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro, está emplazado en terrenos de variada morfología y litología. El corte a realizar en los terrenos para el mejoramiento y construcción, producirá relajamiento en los esfuerzos de confinamiento del suelo y el macizo rocoso. Además, la posición de equilibrio existente variará a un deterioro acelerado. El inicio y propagación de fracturas es de particular significancia en la destrucción de la superficie y talud adyacente, ya que como en este caso produce caídas de rocas, caída de granos, (desmoronamiento – disgregación), flujo de detritos, caída de bloques, desmoronamientos, derrumbes, deslizamientos etc., siendo necesario realizar la identificación de las zonas vulnerables.

5.4. GEODINÁMICA EXTERNA.

Los riesgos geológicos identificados en la zona, generalmente están relacionados a las fuertes pendientes, abundantes precipitaciones, filtraciones de agua subterránea, mal uso de las tierras de cultivo y a la ocurrencia de sismos.

En la longitud del tramo proyectado se observa la presencia de:

- **Erosión de laderas.** - Se entiende por erosión de laderas todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de materiales de superficie (suelo o roca), ocasionado por el continuo ataque de agentes erosivos tales como: agua de lluvias, escurrimiento superficial, vientos, tala de árboles de manera indebida, mal uso de suelos, etc., que tienden a degradar la superficie natural presente en el área de estudio.



Fotografía N° 08,09, Nótese la pendiente del terreno que favorece la erosión en las laderas del cerro

- **Derrumbes.** - Es la caída repentina de una porción de suelo y/o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, suele estar condicionado por la presencia de discontinuidades o grietas, en sectores puntuales se presentan por efecto de las aguas subterráneas o manantiales.
- **Desprendimiento de rocas.** - Son caídas violentas de fragmentos rocosos de diversos tamaños en forma libre, saltos rebote y rodamiento por pérdida de cohesión, en sectores definidos del camino es evidente la presencia de secuencias rocosas en estado alterado por efectos del intemperismo local, (cambios de presión y temperatura, acción de las lluvias, etc.)
- **Huaycos.**- Son avenidas intempestivas de agua turbia y turbulenta, y/o flujos viscosos rápidos, cargados de barro, solidos de diferentes tamaños, que provienen de las rocas y suelos aguas arriba de una quebrada , a consecuencia de una fuerte precipitación pluvial de corto periodo, este fenómeno para nuestro caso se presenta principalmente en las partes bajas del área de estudio, es decir aguas debajo de las

quebradas de los efluentes del río Huarichaca, siendo bastante incidente y pronunciados en temporadas de máxima precipitación.

- **Erosión de plataforma.** - La exposición directa del terreno del medio ambiente (sin cobertura vegetal) acelera el proceso de intemperización de las lomas, colinas y montañas rocosas. Esta comprende, la alteración física y química de los suelos. Se produce por el escurrimiento e infiltración de aguas superficiales y eventualmente subterráneas, por la inexistencia o el mal uso de obras de drenaje, etc. En términos generales, el área que comprende el proyecto es relativamente vulnerable a la ocurrencia de procesos de geodinámica externa.

Condiciones de estabilidad de taludes

Este numeral está relacionado con la definición de los fenómenos de geodinámica actuantes o potenciales destacados o condiciones actuales a presentar luego de realizar los cortes de talud (altura de corte, tipo de roca o suelo, grado de alteración y fracturamiento, escorrentía temporal), que guardan relación con el estado de equilibrio físico de los taludes y su relación con el movimiento de tierras (Explicaciones), que se proyecta ejecutar como parte del mejoramiento de la carretera.

En el subtítulo Geodinámica Externa, se han identificado taludes relativamente inestables afectados por derrumbes, filtraciones por escorrentía, presencia de aguas subterráneas, que en algunos casos ocasiona pequeños deslizamientos, asociados a niveles de roca intrusiva volcánica sedimentaria con presencia de limos y arcillas

alteradas a suelo residual; correspondiente al Tramo entre las progresiva 10+000 a – 13+000, 22+000 al 40+000, 43+000 al 56+000, 58+000 al 58+500, 65+000, 65+300, 71+000 al 72+000, así mismo en el ítem. Clasificación de Materiales, se establecen modificaciones en el tendido de los cortes donde se observó taludes medianamente inestables, que podrían derivar a probables derrumbes y/o deslizamientos, entre otros fenómenos.

En general los taludes a lo largo de la carretera en proyecto y en los tramos identificados, presentan niveles de estabilidad normalmente estables, con grados de susceptibilidad a deslizamiento y/o derrumbes mayormente bajos, siendo particularmente de consideración, en las progresivas 9+500 por presencia de agua, 10+140 pequeño deslizamiento de tierra, 34+560 y 34+600, 35+395, 52+200, 68+540, 68+800, 68+920, deslizamientos pequeños, en el sector de estudio, particularmente se observa, que la secuencias del Batolito Paucartambo, Depósitos coluviales que presentan inclinaciones (buzamiento), en el mismo sentido que los taludes de la vía, así como en forma transversal a la vía, donde requerirá tomar como criterio, el ángulo de inclinación de los estratos rocosos como relación de corte H:V, a fin de no incrementar el riesgo de deslizamiento del tipo planar o en bloques de dichos estratos, reactivando o generando inestabilidad en los taludes a trabajar, con las explanaciones (ensanche de vía). En tal sentido se están proyectando (para situaciones similares) taludes por lo general con una relación H: V de 1:2 a 1:4, relación bastante apropiada para optar las incitaciones de los estratos rocosos existentes.

Como criterio general se ha considerado las inclinaciones de los taludes rocosos existentes, en su condición de estables, observados particularmente en sectores donde las unidades litoestratigráficas que los conforman presentan un mayor grado de estabilidad o ya obtuvieron su ángulo de reposo en el tiempo, a fin de establecer o minimizar la variación de la condición de la estabilidad de los taludes durante los trabajos de mejoramiento de la carretera, mientras que en los sectores con presencia de los suelos residuales, depósitos coluviales se puede observar evidentemente la remoción en masa, pequeños derrumbes y deslizamientos al cual es preciso plantear controles de talud adecuado, según el comportamiento del suelo en cada sector.

Por otro lado el trazo definitivo aprobado por el equipo técnico, en el momento de la construcción de la carretera puede utilizar pequeñas modificaciones si el caso lo amerita con probables modificaciones en la orientación del eje actual que puedan obedecer principalmente a exigencias geométricas (trazo) salvo en sectores donde por erosión se pierde la plataforma, además de este requerimiento se busca minimizar el riesgo de pérdida de plataforma por erosión, que afectaría el talud inferior (borde externo de la vía), dado que existe tramos aislados donde es particularmente sensible a este fenómeno ocasionado por la falta de drenaje superficial definitivo.

Clasificación de Materiales de corte

Los materiales sobre los que discurrirá la carretera en proyecto, en el mejoramiento y construcción son clasificados de acuerdo a las características geomecánicas de los mismos y correlacionados con el

grado de removilidad o arranque con maquinaria convencional y/o explosivos. Los materiales para efectos de explanación han sido clasificados como:

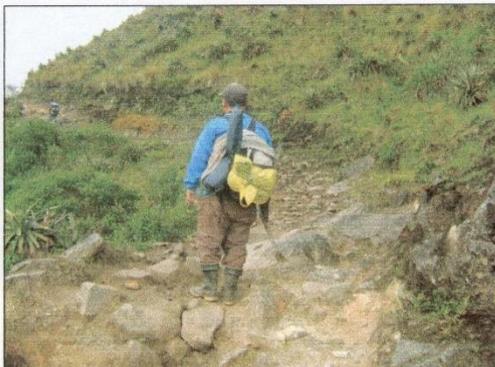
Roca Fija: Cuando requieren de uso sistemático de explosivos para su afloje y remoción.

Roca Fracturada o blanda: Removible con maquinaria y uso de explosivos en menor porcentaje para su afloje y posterior remoción.



Fotografía N° 08, Material suelto, Tramo de la carretera en estudio.

Fotografía N° 09, Caída de rocas con presencia De zona inestable



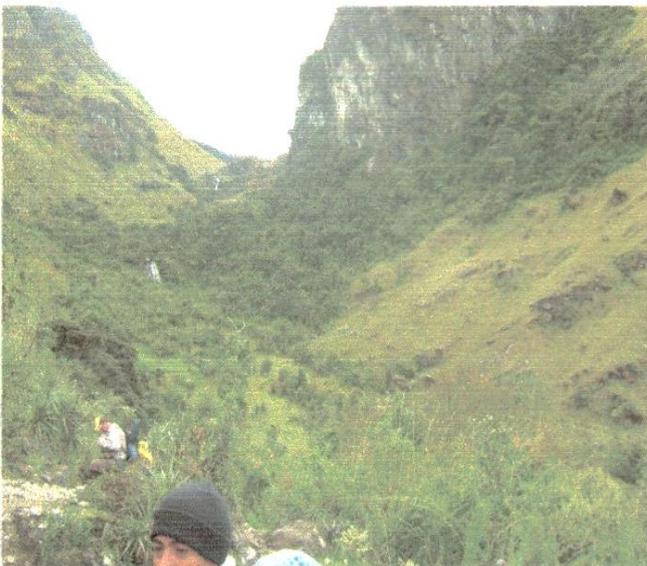
Fotografía N° 10, Roca suelta. Tramo en estudio.

Material Suelto: Material removible con medios manuales y/o mecánicos. Para nuestro caso según la clasificación de los materiales

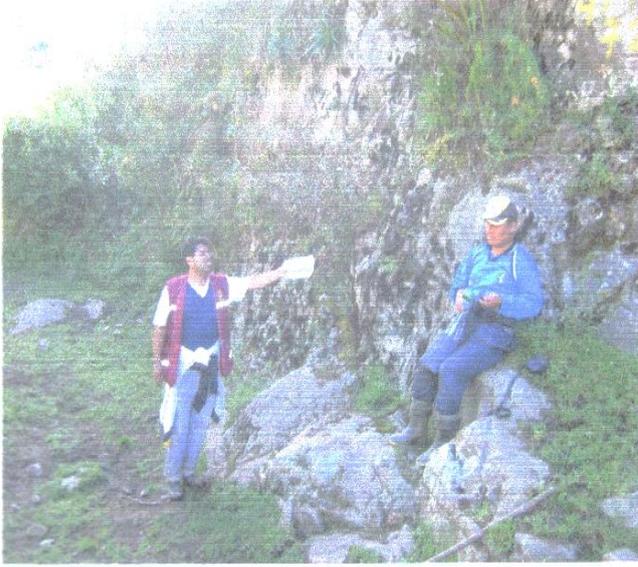
encontrados a lo largo del eje actual. Los ángulos de corte expresados en relaciones H: V, como ya se indicará, responden a una evaluación del comportamiento actual de los taludes, optándose por el ángulo en donde los taludes por la presencia del material adecuado demuestran mayor grado de estabilidad, en concordancia con la naturaleza de la formación litológica que los



Fotografía Nº 11, Roca Fija, en el talud del trazo de la carretera.



Fotografía Nº 12, Roca Fija, Tramo en quebrada.



Fotografía N° 13, Roca Fija, Tramo en quebrada.

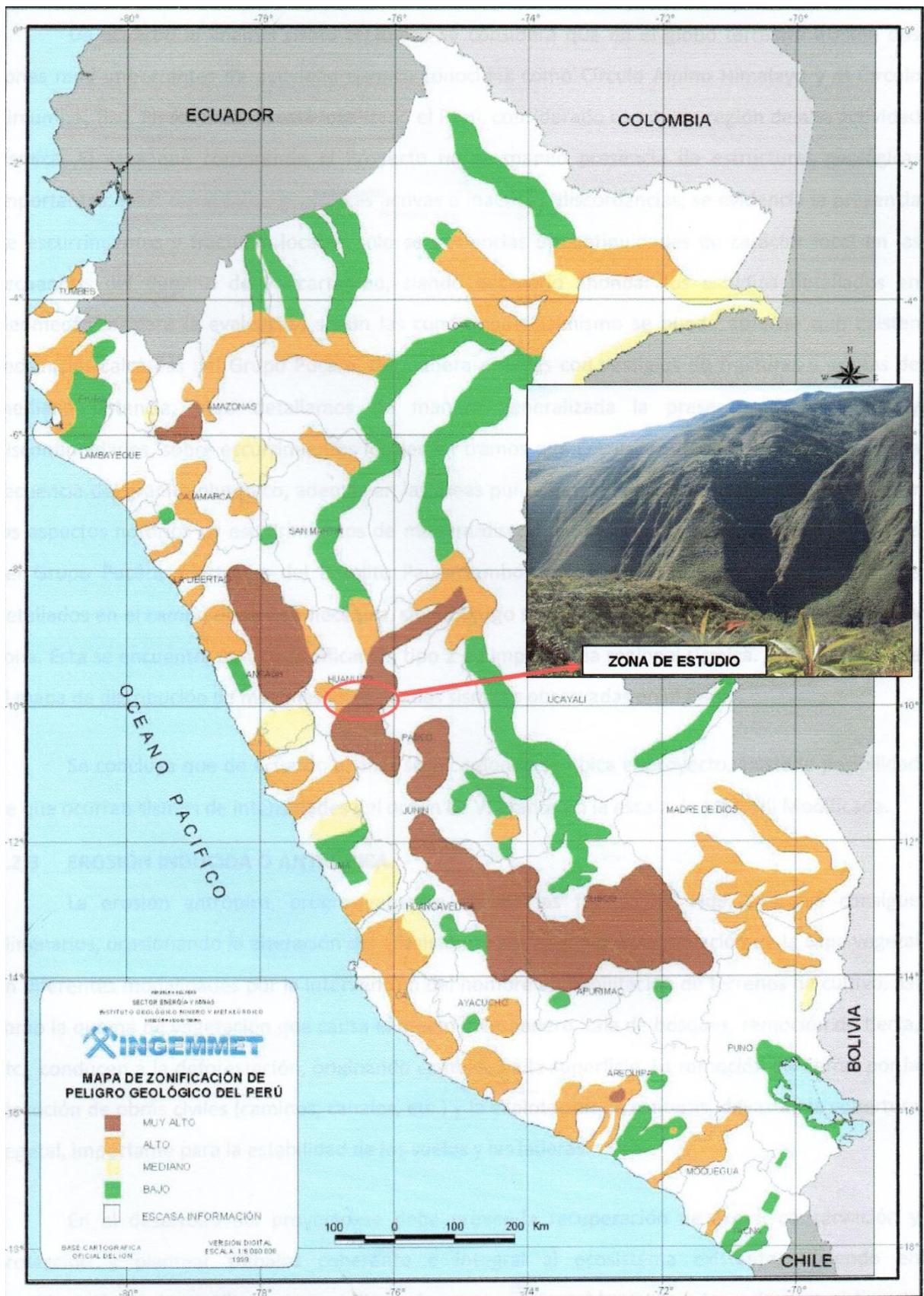


Fig. N° 2.1., Mapa de zonificación de peligro Geológico del Perú

5.5. GEODINÁMICA INTERNA.

De acuerdo al análisis sismo tectónico se considera que en el globo terrestre existen dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como Circulo Alpino Himalayo y el Circulo Circumpacífico. En esta última está localizado el Perú, considerado como una región de alta actividad sísmica. El área que comprende el Proyecto no se mapeo presencia de estructuras geológicas importantes, tales fallas geológicas activas o inactivas, discordancias, se evidencia la presencia de escurrimientos y fracturas locales, solo se evidencian discontinuidades de carácter local en las secuencias del Batolito de Paucartambo, siendo necesario ahondar los estudios detallados en Geomecánica, para la evaluación según las condiciones, asimismo se puede apreciar que existen secuencias calcáreas de grupo Pucará, de manera aislada con vestigios de fracturas y grietas de mediana potencia, pero detallamos de manera generalizada la potencia de fracturas y discontinuidades, sobre escurrimientos locales en tramos que corresponden al macizo rocoso en la secuencia del granito plutónico, además en las áreas puntuales de este tramo, se puede evidenciar los aspectos notorios de escurrimientos de manera discordante entre las secuencias sedimentarias del grupo Pucará y estratos del batolito Paucartambo, donde es preciso realizar estudios más detallados en el campo de Geomecánica, sin embargo se debe tener en cuenta la sismicidad de la zona. Esta se encuentra en una clasificación tipo 2 en importancia regional sísmica. Además, en base al mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú.

Se concluye que de acuerdo al área sísmica donde se ubica el proyecto, existe la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades del orden de VI grados en la escala de Mercalli Modificada.

5.6. EROSIÓN INDUCIDA O ANTRÓPICA

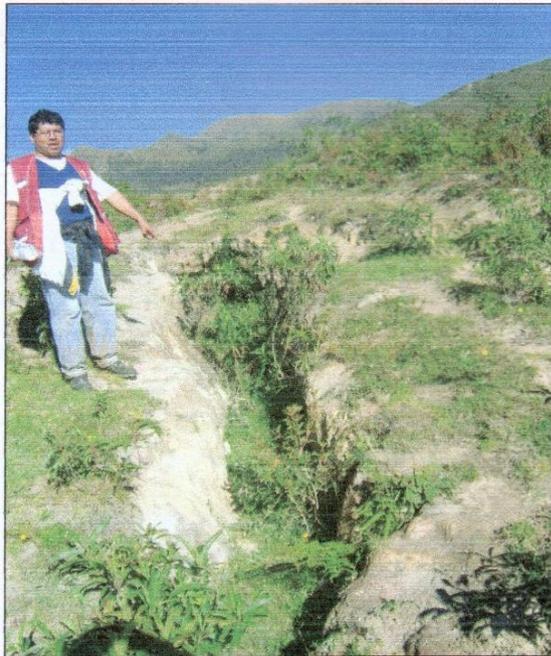
La erosión antrópica, progresivamente reduce las formas de vida, inclusive consigue eliminarlos, ocasionando la alteración del ecosistema. Por ejemplo, la eliminación de la capa vegetal en diferentes modalidades por la intervención del hombre en habilitación de terrenos de cultivo, así como la quema de vegetación que causa el efecto invernadero, tala de bosques, remoción de tierra, etc., conducen a la deforestación, originando cambios en la superficie. La remoción de tierras por la ejecución de obras civiles (camino, canales, etc.) y la explotación de canteras, devastan la cobertura vegetal, importante para la estabilidad de los suelos y las laderas.

En el desarrollo del proyecto se debe prever la recuperación de áreas, conservación y protección y plantear trabajos coherente e integral al ecosistema existente, teniendo en consideración el desarrollo de un estudio de impacto ambiental bastante adecuado para el tipo de trabajos considerados en el siguiente proceso como Expediente técnico, y de esta manera producir impactos negativos bastante reducidos.

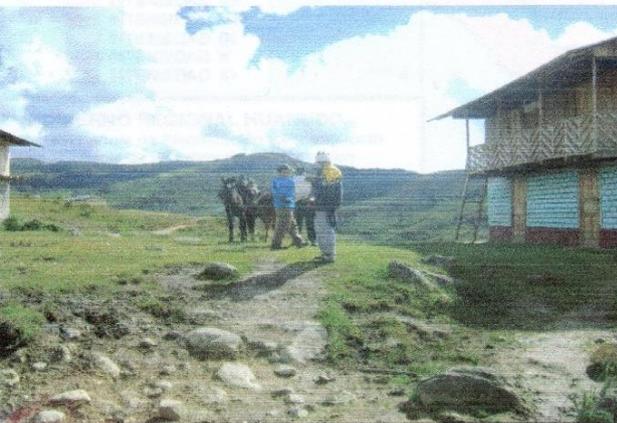
Uso de la madera de manera indiscriminada, Tala de árboles no controlado



Fotografía N° 14, Acción de la mano del hombre, en el empleo de la madera.



Fotografía N° 15, La acción de las lluvias intensas que deterioran los caminos de comunicación.



Habilitación de viviendas por la explosión demográfica constante

Fotografía N° 16, Construcción de viviendas, con el uso de madera.

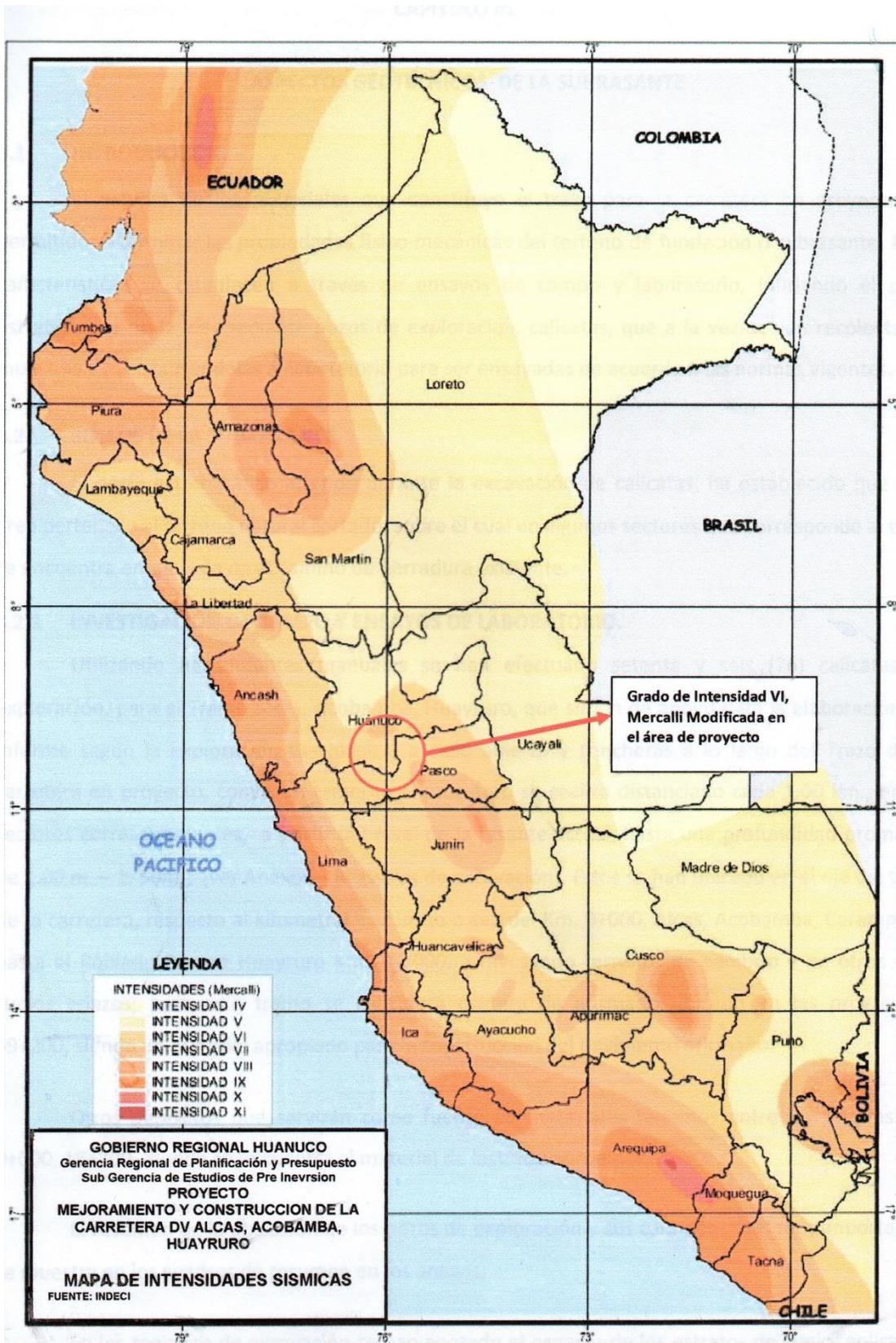


Fig. Nº 2.2, Carta de intensidades Sísmicas a Nivel Nacional

CAPÍTULO VI

ASPECTOS GEOTÉCNICOS DE LA SUBRASANTE

6.1. INTRODUCCIÓN

El estudio de los materiales que constituye el trazo para la carretera en proyecto, ha permitido determinar las propiedades físico – mecánicas del terreno de fundación ó subrasante. Estas características se establecen a través de ensayos de campo y laboratorio, infiriendo el perfil estratigráfico de la vía mediante pozos de exploración, calicatas, que a la vez se van recolectando muestras y transportándolas al laboratorio para ser ensayadas de acuerdo a las normas vigentes.

6.2. SUELOS DE LA SUBRASANTE.

El perfil estratigráfico inferido durante la excavación de calicatas, ha establecido que esta área pertenece al terreno natural cortado, sobre el

cual en algunos sectores que corresponde al trazo se encuentra emplazado en el camino de herradura existente.

6.2.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Utilizando herramientas manuales se han efectuado setenta y seis (76) calicatas de exploración, para el Tramo Alcas, Acobamba, Huayruro, que sirven de apoyo para la elaboración del informe según la exploración Geotécnica, a cielo abierto y trincheras a lo largo del Trazo de la carretera en proyecto, convenientemente el muestreo se realiza distanciado cada 1.00 km., en los sectores correspondientes, a partir del nivel de la rasante actual, hasta una profundidad promedio de 1.00 m. -1.50m., (ver Anexos – Registrados de excavación). Estos se han ubicado en el eje del trazo de la carretera, respecto al kilometraje de inicio o sea del Km. 0+000, Alcas, Acobamba, Carampayo, hasta el Poblado Puente Huayruro Km. 75+000, atravesando terrenos de sembrío y en otros casos suelos eriazos; para este tramo se considera cantera de afirmado ubicado en las progresivas 69+200, siendo un material apropiado para la construcción del pavimento afirmado.

Otros depósitos que servirán como fuente de materiales tenemos entre las progresivas: 0+000, 18+300, donde se encuentra el material de lastrado apropiado.

El resumen de la ubicación de los pozos de exploración y sus características más importantes se muestra en los cuadros de resumen en los anexos.

En los registros de excavación se han anotado el espesor de los estratos de suelo; aplicando el procedimiento de campo (visual – manual) se ha obtenido la clasificación de los suelos (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), aspecto que se corrobora con los ensayos de laboratorio.

Las muestras disturbadas representativas de suelos, se ha obtenido en suficiente cantidad para realizar los ensayos de laboratorio, a cargo de un profesional responsable, habiendo sido debidamente identificadas y embaladas en bolsas plásticas de polietileno para su conservación de la humedad.

Las propiedades físico – mecánicas de las muestras, se determinaron mediante los procedimientos establecidos en el manual de ensayos de Materiales para carreteras del MTC (EM 2000), aprobado por R.D. N° 028 – 2001-MTC/15.17 del 16-01-2001, según los procedimientos establecidos que a continuación se indican.

• Contenido de humedad	-	MTC	E	108
• Análisis granulométrico por tamizado	-	MTC	E	107
• Limite liquido	-	MTC	E	110
• Limite Plástico	-	MTC	E	111
• Proctor Modificado		MTC	E	115
• CBR		MTC	E	132

Tabla N° 3.1. Propiedades físico – mecánico de las muestras

CLASIFICACIÓN.

Por los objetivos y alcances del presente estudio se ha realizado la clasificación de las muestras de suelos por los siguientes sistemas.

<ul style="list-style-type: none">• AASHTO de American Association Of State Highway and Transportation Officials	-	ASTM D – 3282 Ó AASHO M - 145
<ul style="list-style-type: none">• SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de suelos	-	ASTM D - 2487

Como el estudio es con fines de afirmado se ha incidido en el Sistema de AASHTO.

Tabla N° 3.2. Tipos de clasificación de suelos

6.2.2. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA SUBRASANTE

A partir de la prospección geológica – geotécnica y resultados de los ensayos de campo y laboratorio. Se puede inferir el perfil estratigráfico del terreno de fundación que comprende el proyecto.

Estos perfiles se muestran en los anexos: registro de excavaciones. Este contexto ha permitido definir un tramo genérico que presenta similares características geotécnicas.

SECTOR ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO

Zona Geotécnica I: (Zona – I):

Km. 08+500 al km. 09+500; Km. 21+500 al Km. 23+750; Km. 25+200 al Km. 26+450, Km. 27+750 al 28+200; km. 29+650 al Km. 40+500; km. 42+300 al km. 56+500; km. 64+500 al km.65+500.

En este sub tramo predominan materiales designados como ZG-I, son de origen coluvial – residual, materiales producto de la alteración de roca madre pre existente, los que eventualmente intercalan con depósitos de suelos alterados por el intemperismo regional a lo largo de todo el sector en estudio. La sub-rasante de la trocha carrozable existente objeto del estudio en este tramo presenta predominantemente estratos de material compuesto por un material fino en la matriz; conformado por arcillas y limos inorgánicos, en algunos sectores existe la presencia de arenas con arcilla y cierto porcentaje de gravillas; su composición varía desde arcillosos a limos medianamente compacto en algunos casos con presencia de arenisca de manera aislada. El color predominante de los materiales es amarillento o rojizo, en sectores tienen la tendencia de ser gris plomizo, y en casos puntuales la coloración es negruzco con materia orgánica en descomposición, variando las tonalidades desde marrón oscuro a rojizo en bandeamientos, intercalando con grises a colores cremosos en sectores verdosos, en bandas estratificadas. En algunos sectores intercala con materiales arenosos de corta longitud. La fracción fina (que pasa la malla N° 40), que determina el comportamiento físico – mecánico del suelo, en promedio es mayor del 70 – 75% de su contenido granulométrico. La característica de plasticidad del estrato varía desde medianamente plástica a moderadamente plástica.

Los suelos secos en este sector son estables, pero cuando su contenido natural de agua (humedad) se incrementó o es alto, la

capacidad para soportar cargas es muy baja. Son difíciles de compactar ya que el rango del porcentaje de humedad para obtener una compactación satisfactoria es muy pequeño. La estructura del pavimento requiere espesores máximos sobre sub – rasantes de este sector.

El 45% de la subrasante del tramo de estudio, que corresponde al sector DV. Alcas, Acobamba, Huayruro, está conformado por materiales finos, y aproximadamente el 35% de la subrasante son materiales granulares, estos materiales – arcillosos – son generalmente poco resistentes. La fracción fina (% que pasa la malla N° 40), que determina el comportamiento físico- mecánico de los suelos en general, usualmente son limos con arcillas inorgánicos; y en el caso de los suelos granulares en promedio superan el 60% de su contenido granulométrico y son suelos de poca plasticidad. Por sectores en el tramo definido menos del 5% de la longitud del tramo – afloran depósitos de materiales predominantemente fragmentos granulares, arena y gravillas de poca plasticidad. El color de estos materiales es gris oscuro, verdoso azulado, y en otro se torna amarillento, que intercala con lentes grises, que aparentan ser sub – estratos. Esto es, resultado del proceso de meteorización de la roca madre de la cual provienen (esquistos, gnesis, cuarcitas). Estos depósitos se encuentran en las carpetas de las lomas, colinas y depresiones, en forma irregular y su espesor es inconstante.

Según los resultados de los ensayos de laboratorio, el aspecto más importante de la evaluación del perfil estratigráfico de la subrasante,

se refiere a la determinación del valor relativo de soporte ó CBR del suelo, característica que entre otros definiría el diseño de la estructura del pavimento. Este parámetro representativo para el tramo definido como ZG-1, es de 0.8 – 9.72%, en las progresivas 35+000, 49+000, respectivamente, al 95% de Densidad máxima seca, recomendándose que para fines de diseño del pavimento se toma un valor característico del 9% para los suelos arcillosos con limos.

Zona Geotécnica II: (Zona – II):

Km. 0+000 al km. 08+500; km. 09+500 al km 21+500; km. 23+750 al km 25+500; km. 26+450 al km. 27+750; km. 28+200 al km 29+650; km 40+500 al km 42+300, km 56+500 al km 64+500

Este sector denominado ZG-II, está influenciado por la presencia de incidencia de materiales granulares, son de origen coluvial – residual, los que eventualmente se intercalan con depósitos de suelos limo – arcillosos y secuencias de estratos rocosos a lo largo de todo el trazo de la carretera a mejorar. La sub – rasante en este sector presenta predominantemente un estrato de material compuesto por material granular y fino de la matriz; con gravas, gravillas, arenas, limos y arcillas inorgánicas, en algunos sectores es material compuesto de rocas alteradas por el intemperismo regional y local, el color de los materiales es gris oscuro, verdoso azulado, en sectores es amarillento y en otras bandas rojizas, varia de tonalidades desde amarillento claro a ocre oscuro. En algunos sectores intercala con materiales granulares de corta longitud. La fracción granular que pasa la malla N° 40, que determina el comportamiento físico-mecánico del suelo, en

promedio es menos del 38% de su contenido granulométrico. La característica de plasticidad de los materiales componentes en este tramo varía a baja plasticidad.

Estos depósitos granulares en estado seco son estables, y cuando su contenido natural de agua es alto, su capacidad para soportar cargas es muy baja. Son difíciles de compactar ya que rango del porcentaje de humedad para obtener una compactación satisfactoria es muy pequeño. La estructura del pavimento requiere espesores mínimos sobre sub – rasantes de este sector.

El 35% de la sub-rasante del tramo general, está conformado por materiales granulares y aproximadamente el 6-8% de la subrasante son materiales finos, los materiales – grava limo arenosos – son medianamente resistentes. La fracción fina (% que pasa la malla N° 40), que determina el comportamiento físico-mecánico de los suelos en general, usualmente son arenas y limos; y en el caso de los suelos granulares en promedio superan el 48% de su contenido granulométrico y son suelos de mediana a baja plasticidad.

Por sectores del trazo afloran depósitos con predominio de fragmentos finos limos y arcillas englobados en el entorno de las gravas y arenas. El color de los elementos que engloban la matriz y estos materiales es gris oscuro que intercala con lentes amarillentas y grises, que aparentan ser sub-estratos. Esto es, resultado de proceso de meteorización de la roca madre de la cual provienen (esquistos, gneises). Estos depósitos se encuentran en las escarpas de las

lomas, colinas y depresiones, en forma irregular y su espesor es inconstante.

El aspecto más importante de la evaluación del perfil estratigráfico de la subrasante, se refiere a la determinación del valor relativo de soporte ó CBR del suelo, característica que entre otros definirá el diseño de la estructura del pavimento. Este parámetro representativo para este tramo es de 23.34%, 22.22%, 14.72%, en las progresivas 2+000, 17+000, 69+000, respectivamente, recomendándose que para fines del diseño de pavimento se tome un valor característico del 20% para los suelos gravas limosas con arena y limos.

6.3. ASPECTOS GEOMECÁNICOS DEL TRAMO EN ESTUDIO DV.

ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO

Progresiva del 00+000 al 21 + 000

Área que corresponde al inicio del tramo a una altitud de 4050.00 msnm, este tramo presenta un cambio de herradura en mal estado y en sectores solo se presenta en, las laderas del cerro, está conformado por material con presencia de fragmentos de roca, en el talud existente y una sub rasante clasificada como suelo granos con arena y limos en secuencias variables, a nivel superficial es preciso eliminar previamente el material fino con presencia de materia orgánica. La conformación de la plataforma en proyecto debe efectuarse con materiales de cantera previamente seleccionados y aprobados. Los taludes y el relieve de colinas y cerros adyacentes en este tramo presentan vegetación propia de la zona, conformado por cerros que corresponde de la secuencia del complejo marañón, secuencias del batolito de Paucartambo (esquistos),

material rocoso constituidos por estratos de esquistos, calizas, granito afectados por el intemperismo regional que los determinan áreas con presencia de probables derrumbes del talud por efectos de la erosión en la pendiente superior a los 45°.

En el recorrido del tramo la topografía es medianamente abrupta, describe algunos desarrollos en tramos de curva, existen sectores con presencia de material gravoso con arenas permeables donde por las fisuras en el depósito se produce filtraciones de agua producto de las escorrentías en temporadas de máxima precipitación.

Desde la progresiva 00 + 000 al 21 + 000, se realiza la excavación de 23 calicatas donde se reporta un tipo de suelo:

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)					LIMITES DE PLASTICIDAD D, %			CLASIFICACIÓN	
												SU	AAS
Progresiva	Calicata	Muestra	Prof (m)	3/4	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	LL	LP	IP	SU	AAS
												CS	HTO
PROG.	C-	M -	0.	41.	99	36	23	16	27.	22.	4.3	GM	A1-

0+000	01	1	70	5	.1	.2	.0	.7	12	82	0	-	b(0)
												GC	
PROG.	C -	M -	1.	94.	68	63	31	9.	0.0	0.0	0.0	SP-	A1-
1+000	02	1	20	4	.6	.0	.1	8	0	0	0	SM	b(0)
PROG.	C -	M -	1.	50.	45	41	32	26	28.	22.	5.8	GM	A1-
2+000	03	1	50	1	.0	.4	.4	.1	64	78	6	-	b(0)
												GC	
PROG.	C -	M -	1.	55.	51	48	42	36	31.	21.	9.4	GC	A-
3+000	04	1	10	5	.6	.4	.3	.6	19	78	1		4(0)
PROG.	C -	M -	1.	63.	34	30	26	22	30.	22.	7.7	GC	A-2-
4+000	05	1	50	7	.1	.6	.3	.2	28	48	9		4(0)
PROG.	C -	M -	1.	73.	55	49	44	39	35.	21.	13.	GC	A-
5+000	06	1	50	7	.4	.6	.2	.8	18	36	82		6(2)
PROG.	C -	M -	1.	89.	75	70	39	19	29.	22.	6.9	SM	A-2-
6+000	07	1	50	3	.8	.5	.4	.9	68	72	6	-	4(0)
												SC	
PROG.	C -	M -											
7+000	08	1											
PROG.	C -	M -	1.	62.	40	34	27	22	29.	22.	6.9	GM	A-2-
8+000	09	1	50	0	.9	.2	.6	.4	68	71	7	-	4(0)
												GC	
PROG.	C -	M -	1.	97.	74	67	57	48	33.	21.	11.	SC	A-

9+000	10	1	50	2	.3	.7	.5	.5	46	69	77		6(3)
PROG. 10+00 0	C - 11	M - 1	1. 50	58. 2	31 .5	28 .1	21 .6	12 .3	25. 52	22. 68	2.8 4	GM	A1- b(0)
PROG. 11+00 0	C - 12	M - 1	1. 50	100 .0	73 .4	65 .0	42 .9	28 .0	26. 97	22. 98	3.9 9	SM	A-2- 4(0)
PROG. 12+00 0	C - 13	M - 1	0. 60	100 .0	62 .7	50 .4	29 .4	17 .7	26. 97	22. 98	3.9 9	SM	A-2- 4(0)
PROG. 13+00 0	C - 14	M - 1	1. 50	100 .0	84 .6	77 .5	35 .4	13 .4	26. 97	22. 88	3.4 1	SM	A1- b(0)
PROG. 14+00 0	C - 15	M - 1	0. 60								0.0 0	RO CA	
PROG. 15+00 0	C - 16	M - 1	1. 50	100 .0	94 .3	87 .5	59 .2	32 .6	26. 52	22. 83	3.6 9	SM	A-2- 4(0)
PROG. 16+00 0	C - 17	M - 1	0. 60	RO CA	FI JA								

PROG. 17+00 0	C - 18	M - 1	1. 50	100 .0	89 .1	83 .1	42 .9	13 .0	24. 69	23. 27	1.4 2	SM	A1- b(0)
PROG. 18+00 0	C - 19	M - 1	1. 50	71. 9	40 .3	35 .6	25 .7	20 .9	28. 51	22. 82	5.6 9	GM - GC	A1- b(0)
PROG. 19+00 0	C - 20	M - 1	1. 10	84. 7	65 .1	57 .6	41 .3	28 .5	25. 86	22. 74	3.1 2	SM	A-2- 4(0)
PROG. 20+00 0	C - 21	M - 1	1. 60	64. 8	35 .6	32 .4	22 .8	13 .2	24. 92	22. 86	2.0 6	GM	A1- a(0)
PROG. 21+00 0	C - 22	M - 1	1. 50	69. 2	37 .4	34 .0	23 .8	12 .7	25. 06	22. 85	2.2 1	GM	A1- a(0)

Progresiva del 21 + 000 al 56 + 000

Este sector corresponde al tramo entre las laderas de los cerros adyacentes al trazo de la carretera, está conformado por material con presencia de fragmentos con mayor presencia de sedimentos finos conformado por depósitos de suelo residual, en el talud y sub rasante clasificada como suelo con limos y arcillas en secuencias variables, a nivel superficial es preciso eliminar previamente el suelo orgánico. La

conformación de la plataforma en proyecto debe efectuarse con materiales de cantera previamente seleccionados previa verificación y aprobación de la supervisión. Los taludes y el relieve de colinas y cerros adyacentes en este tramo presentan vegetación propia de la zona, conformado por cerros que, a la secuencia del Batolito Paucartambo, macizo rocoso constituidos por estratos de granito, dacitas, grano dioritas afectados por el intemperismo regional los que determinan áreas con presencia de probables derrumbes del talud por efectos de la erosión en las pendientes superior a los 50°.

En el recorrido del tramo la topografía se presenta con sectores abrupto a medianamente abrupta, describe algunos desarrollos en tramos de curva, existen sectores con presencia de material gravoso con arenas permeables donde por las fisuras en el depósito se produce filtraciones de agua producto de las escorrentías en temporadas de máxima precipitación.

Desde la progresiva 23 + 000 al 75 + 000, se realiza la excavación de 52 calicatas, donde se reporta un tipo de suelo:

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)					LIMITES DE PLASTICIDAD D, %			A1-b(0)	
				3/4	N° 4	N° 10	N ° 40	N ° 20	LL	LP	IP	SU	AAS
Progresiva	Calicata	Muestra	Prof. (m)	3/4	4	10	40	20				CS	HO

)				0						
PROG .22 + 000	C - 23	M - 1	1. 50	97. 3	91. 6	89. 6	80 .6	68 .1	32. 91	21. 89	11. 02	CL	A - 6(7)										
PROG .23 + 000	C - 24	M - 1	1. 50	10 0.0	93. 7	90. 0	72 .2	51 .2	24. 88	22. 97	1.9 1	ML	A - 4(3)										
PROG .24 + 000	C - 25	M - 1	1. 50	10 0.0	78. 6	66. 7	32 .7	12 .5	25. 89	22. 77	3.1 2	SM	A1- b(0)										
PROG .25 + 000	C - 26	M - 1	1. 50	10 0.0	64. 6	55. 7	59 .7	15 .1	24. 74	22. 88	1.8 6	SM	A1- b(0)										
PROG .26 + 000	C - 27	M - 1	1. 50	10 0.0	10 0.0	97. 3	77 .3	53 .6	31. 69	21. 78	9.9 1	CL	A - 4(3)										
PROG .27 + 000	C - 28	M - 1	1. 50	96. 0	70. 4	59. 6	39 .1	21 .3	25. 04	22. 75	2.2 9	SM	A1- b(0)										
PROG .28 +	C - 29	M - 1	1. 50	10 0.0	90. 8	86. 9	78 .9	57 .4	33. 63	21. 60	12. 03	CL	A-6- 5										

000													
PROG .29 + 000	C – 30	M – 1	1. 50	10 0.0	83. 9	76. 1	35 .6	16 .9	26. 46	22. 60	3.8 6	SM	A1- b(0)
PROG .30 + 000	C – 31	M – 1	1. 50	10 0.0	96 3.1	92. 7	83 .0	68 .4	36. 93	21. 38	15. 55	CL	A- 6(10)
PROG .31 + 000	C – 32	M – 1	1. 50	10 0.0	95. 4	92. 9	79 .8	57 .7	34. 81	21. 63	13. 18	CL	A- 6(6)
PROG .32 + 000	C – 33	M – 1	1. 50	98. 2	92. 4	90. 5	80 .9	66 .2	36. 82	21. 53	15. 29	CL	A- 6(9)
PROG .33 + 000	C – 34	M – 1	1. 50	10 0.0	10 0.0	10 0.0	93 .1	75 .0	38. 41	21. 42	16. 99	CL	A- 6(12)
PROG .34 + 000	C – 35	M – 1	1. 50	10 0.0	10 0.0	99. 0	90 .2	73 .0	33. 42	20. 95	12. 47	CL	A- 6(9)
PROG .35 + 000	C – 36	M – 1	1. 50	10 0.0	10 0.0	98. 9	89 .8	71 .9	37. 21	21. 16	16. 05	CL	A- 6(11)

PROG .36 + 000	C - 37	M - 1	1. 50	10 0.0	99. 5	98. 4	73 .5	36 .6	29. 17	21. 33	7.8 4	SC	A-4 (0)
PROG .37 + 000	C - 38	M - 1	1. 50	10 0.0	98. 5	97. 8	83 .0	51 .1	28. 96	22. 09	6.8 7	ML	A-4 (3)
PROG .38 + 000	C - 39	M - 1	1. 50	10 0.0	92. 3	87. 8	72 .5	52 .9	31. 22	21. 45	9.7 7	CL	A-4 (3)
PROG .39 + 000	C - 40	M - 1	1. 50	10 0.0	96. 6	95. 3	82 .9	53 .4	28. 56	22. 08	6.4 8	ML	A-4 (3)
PROG .40 + 000	C - 41	M - 1	1. 50	88. 9	83. 3	82. 4	74 .3	51 .6	28. 88	22. 33	6.5 5	ML	A-4 (3)
PROG .41 + 000	C - 42	M - 1	1. 50	59. 9	38. 9	37. 0	32 .9	25 .9	30. 13	22. 19	7.9 4	GC	A-2- 4(0)
PROG .42 + 000	C - 43	M - 1	1. 50	67. 7	45. 3	40. 7	30 .7	23 .5	30. 96	21. 77	9.1 9	GC	A-2- 4(0)
PROG .43 +	C - 44	M	1.	10	97.	95.	85	74	34.	20.	13.	CL	A -

000		- 1	50	0.0	9	7	.6	.4	14	76	38		6(9)
PROG .44 + 000	C - 45	M - 1	1. 50	10 0.0	97. 4	95. 7	86 .1	74 .5	35. 93	20. 76	15. 17	CL	A - 6(11)
PROG .45 + 000	C - 46	M - 1	1. 50	10 0.0	97. 0	93. 1	73 .3	51 .7	27. 01	22. 97	4.0 4	ML	A - 4(3)
PROG .46 + 000	C - 47	M - 1	1. 50	10 0.0	99. 5	98. 6	92 .8	74 .9	32. 56	20. 78	11. 78	CL	A - 6(9)
PROG .47 + 000	C - 48	M - 1	1. 50	10 0.0	10. 0	99. 1	91 .7	74 .4	38. 00	20. 27	17. 73	CL	A - 6(12)
PROG .48 + 000	C - 49	M - 1	1. 50	10 0.0	93. 5	91. 8	84 .0	69 .5	36. 23	20. 71	15. 52	CL	A - 6(10)
PROG .49 + 000	C - 50	M - 1	1. 50	10 0.0	99. 6	99. 0	92 .4	74 .8	37. 74	20. 42	17. 32	CL	A - 6(12)
PROG .50 + 000	C - 51	M - 1	1. 50	10 0.0	10 0.0	10 0.0	93 .1	72 .4	35. 31	21. 14	14. 17	CL	A - 6(10)

PROG .51 + 000	C - 52	M - 1	1. 50	10 0.0	96. 2	95. 1	86 .3	51 .6	28. 72	22. 25	6.4 7	ML	A-4 (3)
PROG .52 + 000	C - 53	M - 1	1. 50	10 0.0	10 0.0	97. 6	84 .0	66 .8	30. 58	21. 06	9.5 2	CL	A-4 (6)
PROG .53 + 000	C - 54	M - 1	1. 50	10 0.0	10 0.0	10 0.0	95 .2	73 .7	33. 68	21. 23	12. 45	CL	A - 6(9)
PROG .54 + 000	C - 55	M - 1	1. 50	10 0.0	94. 3	91. 7	77 .6	50 .2	28. 11	21. 62	6.4 9	ML	A - 4(3)
PROG .55 + 000	C - 56	M - 1	1. 50	93. 6	85. 5	84. 8	80 .5	55 .9	29. 38	22. 41	6.9 7	ML	A - 4(4)
PROG .56 + 000	C - 57	M - 1	1. 50	10 0.0	97. 4	95. 4	87 .4	71 .4	37. 07	21. 62	15. 46	CL	A - 6(9)
PROG .57 + 000	C - 58	M - 1	1. 50	10 0.0	90. 9	84. 3	53 .6	33 .7	32. 69	21. 61	11. 08	SC	A-2- 6(0)
PROG .58 +	C - 59	M	1.	10	95.	90.	64	42	36.	21.	15.	SC	A -

000		- 1	50	0.0	4	2	.2	.4	48	22	26		6(3)
PROG .59 + 000	C - 60	M - 1	1. 50	70. 5	36. 4	32. 6	24 .5	13 .7	26. 87	23. 26	3.6 1	GM	A1- a(0)
PROG .60 + 000	C - 61	M - 1	1. 50	84. 8	56. 1	44. 9	23 .6	14 .2	25. 31	23. 34	1.9 7	SM	A1- a(0)
PROG .61 + 000	C - 62	M - 1	1. 50	86. 4	68. 0	60. 9	35 .6	19 .9	27. 64	22. 86	4.7 8	SM/ SC	A1- b(0)
PROG .62 + 000	C - 63	M - 1	1. 50	96. 5	59. 8	46. 3	18 .9	5. 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	SP	A1- a(0)
PROG .63 + 000	C - 64	M - 1	1. 50	10 0.0	84. 9	76. 7	39 .8	12 .0	25. 81	23. 54	2.2 7	SP- SM	A1- b(0)
PROG .64 + 000	C - 65	M - 1	1. 50	69. 8	47. 1	43. 9	38 .3	33 .7	32. 29	21. 26	11. 03	GC	A-2- 6(0)
PROG .65 + 000	C - 66	M - 1	1. 50	95. 4	76. 9	70. 5	59 .9	54 .9	31. 26	21. 44	9.8 2	CL	A - 4(3)

PROG .66 + 000	C - 67	M - 1	1. 50	93. 3	69. 9	60. 1	39 .1	27 .9	26. 41	22. 88	3.5 3	SM	A-2- 4(0)
PROG .67 + 000	C - 68	M - 1	1. 50	92. 5	75. 3	66. 7	41 .9	31 .1	26. 89	22. 97	3.9 2	SM	A-2- 4(0)
PROG .68 + 000	C - 69	M - 1	1. 50	93. 4	74. 0	65. 5	40 .4	25 .8	27. 04	22. 97	4.0 7	SM -SC	A-2- 4(0)
PROG .69 + 000	C - 70	M - 1	1. 50	95. 5	79. 8	73. 6	48 .0	33 .5	31. 68	21. 88	9.8 0	SC	A-2- 4(0)
PROG .70 + 000	C - 71	M - 1	1. 50	95. 4	76. 0	67. 8	33 .1	9. 2	0.0 0	0.0 0	0.0 0	SP- SM	A-2- 4(0)
PROG .71 + 000	C - 72	M - 1	1. 50	94. 6	77. 9	65. 9	42 .3	27 .9	30. 66	22. 51	8.1 5	SC	A-2- 4(0)
PROG .72 + 000	C - 73	M - 1	1. 50	10 0.0	87. 4	80. 8	58 .1	45 .7	33. 68	21. 65	12. 03	SC	A - 6(2)
PROG .73 +	C - 74	M	1.	RO	FIJ								

000		- 1	50	CA	A								
PROG . 74 + 000	C - 75	M - 1	1. 50	RO CA	FIJ A								
PROG . 75 + 000	C - 76	M - 1	1. 50	73. 4	40. 5	35. 3	24 .2	16 .7	0.0 0	0.0 0	0.0 0	GM	A1- a(0)

FUENTE: ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO

(GEOBOROVIC – GEOSHING) – Huánuco.

RESULTADOS DE CBR EN LA SUB RASANTE

PROGRESIVA	CBR (%) Dis.	Media Móvil CBR %
2+000	23.34	Proyectar
17+000	22.22	Proyectar
35+000	8.00	Proyectar
49+000	9.72	Proyectar
69+000	14.72	Proyectar

CAPITULO VII

CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE SUELOS

7.1. ZONAS POTENCIALMENTE INESTABLES.

Se han identificado zonas de manifestación de riesgos como son:
erosión de laderas, derrumbes y pequeños deslizamientos,
desprendimiento de rocas, erosión inducida o antrópicas, etc.

7.1.1. CAUSAS

Las causas para las ocurrencias de los riesgos identificados son:

- El tipo de suelo por el que atraviesa el camino: terrazas y/o bancos de depósitos coluviales y suelos residuales de gran potencia, o presencia de material rocoso en condiciones alteradas por el intemperismo (roca muy fracturada o suelta).

- El flujo de agua superficial y agua subterránea, asimismo por filtración en la laderas del cerro que encuentra en zonas bajas del trazo produciendo surcos y cárcavas, común en suelos residuales de baja cohesión o poco cementados, compuesto principalmente por arcillas, limos y arenas finas, y en especial cuando la cobertura vegetal ha sido removida.
- El corte realizado en la ladera para habilitar el camino vecinal existente. La exposición directa al medio ambiente, está acelerando el proceso de intemperización de la roca o suelo.
- Caídas de fragmentos rocosos de diversos tamaños por pérdida de la cohesión.
- La socavación del pie del talud debido a la falta de obras de drenaje y mantenimiento.
- La fluctuación de la napa freática entre periodo de lluvia y estiaje, relacionados con el aumento de las presiones hidrostáticas al saturarse los suelos.
- La tala indiscriminada de árboles, para incrementar el suelo agrícola.

7.1.2. TRATAMIENTO.

Los procedimientos tanto preventivos como correctivos de los problemas de estabilidad, debe seguir la siguiente secuencia: medidas hidráulicas ó desarrollo de obras para el control de los niveles de agua y drenaje de los suelos saturados; medidas físicas u obras de sostenimiento; y medidas biológicas como la forestación y re-vegetación.

Con el objeto de prevenir, mitigar, controlar ó evitar los riesgos identificados, se recomienda:

- Limpiar y eliminar los escombros acumulados y materiales sueltos luego de corte de talud.
- Posterior al corte del talud, realizar trabajos de desquinche (bosques inestables de los taludes). Este trabajo puede ser manual, utilizando personal entrenado y experimentado en obras similares. Se empleara equipos (sogas, grilletes, arneses) para subir los taludes y palancas para retirar los clastos.
- Perfilar para mejorar las condiciones de estabilidad de los taludes. Diseñar adecuadas obras de sostenimiento (muros secos, enrocados o similares), los que deben considerar con mayor detalle en la siguiente etapa del Proyecto.
- El talud recomendado en los lugares donde se presenta material suelto, depósitos coluviales y/o residuales, es de 3:1 (V: H).
- En los lugares con presencia de manantiales (ojos de agua), aislar el pavimento del contacto directo con el agua. Formular apropiadas estructuras de drenaje y sub- drenaje.
- Recuperar los taludes, revegetando las áreas inestables con especies propios de la zona y según las recomendaciones del especialista en medio ambiente.

7.1.3. IDENTIFICACIÓN

El área o longitud de estudio, respecto a la ocurrencia de riesgos, puede considerarse medianamente estable ó de riesgo medio. Los

cuadros que se muestran a continuación, resumen los problemas identificados y describen el tipo de trabajo a realizar para controlar, reducir, anular ó evitar los riesgos de geodinámica externa.

PUNTOS CRÍTICOS SECTOR: ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO

PROGRESIVA	Ancho de Plataforma (m) Proyectoado	Situación actual (problema)	Causa	Tratamiento o solución
0+000	Sector denominado Lajas			
0+000		Inicio de Trazo de la Carretera	Inicio de camino de herradura	
0+024		Talud del cerro con presencia de agua que discurre produciendo erosión y socavación el caudal de agua promedio es de Q=10Lt/Seg	Filtración de agua superficial, presencia de agua de lluvia sin desagüe.	Construcción de Alcantarillas.
0+067-0+130		Aniego de agua por filtración y aguas por precipitación pluvial.	Filtración de agua subterránea.	Construcción de un sistema con sub drenaje adecuado.
0+140-0+160		Aniego de agua por filtración y aguas por precipitación pluvial.	Filtración de agua subterránea.	Construcción de un sistema con sub drenaje adecuado.
0+205		Terreno del cerro con presencia de agua superficial que discurre produciendo erosión y socavación el caudal de agua promedio es de Q=100Lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Instrucción de badén- Alcantarilla
0+240		Presencia de agua superficial y filtraciones Caudal aproximado Q=12Lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Instrucción de Alcantarilla
		Presencia de agua	Falta de desfogue	Instrucción de

0+330		superficial Q=20Lt/Seg.	de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Alcantarilla
0+535		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto).	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua subterránea.	Proyectar construcción de muro L=18M. H=4m.
0+620		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto).	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua subterránea.	Proyectar construcción de muro L=20m. H=4m
0+955		Presencia de agua en el talud del cerro por filtración con caudal aproximado de Q=8Lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
1+025		Presencia de agua superficial Caudal Permanente Q=35Lt/Seg.	Filtración y aguas superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
1+160		Erosión superficial por aguas de lluvias, produce cárcavas.	Pequeña quebrada con erosión y socavación en temporadas de máxima precipitación.	Proyectar construcción de badén L=6m
1+180		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto).	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua subterránea.	Proyectar construcción de muro L=45m. H=4m
1+320		CENTRO POBLADO DE PAUCUSH		
		Presencia de agua superficial Caudal Permanente	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial	Proyectar construcción de

1+700		Q=15Lt/Seg.	y filtraciones superficiales.	alcantarilla.
2+286		Quebrada con caudal de agua permanente.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar Construcción de un Pontón L=10m. H=1.5m
2+286		Deposito con presencia de material apropiado para afirmado (cantera)		
2+310 -2+355		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Filtración de agua subterránea, superficialmente.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
3+200 – 3+280		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Filtración de agua subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
3+440 – 3+480		Presencia de agua superficial que forma aniegos	Filtración de agua subterránea superficialmente.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
3+680 – 3+760		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Filtración de agua subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
4+020 – 4+070		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Filtración de agua subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
4+144		Presencia de agua superficial Caudal Permanente Q=25Lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
4+370		Presencia de agua superficial Caudal Permanente Q=10Lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
4+430		Presencia de agua superficial Caudal Permanente Q=6Lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuada al trazo de la carretera.

4+520		Quebrada con caudal de agua permanente.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar Construcción de Pontón L=10m. H=3m
4+680 – 4+740		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Filtración de subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
4+853		Quebrada con caudal de agua permanente.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción de pontón L=3m. H=3m.
5+220 – 5+240		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Filtración de agua subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
5+427		Rio con caudal de agua permanente.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar Construcción de Pontón L=10m. H=1.5m.
5+440 – 5+760		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Filtración de agua subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
5+790		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=0.4t/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Instrucción de badén – Alcantarilla L=5m x 5m.
5+860 – 5+900		Presencia de agua superficial que forme aniegos.	Filtración de agua subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
5+930		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=8t/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
6+020		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=8t/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.

6+050		Presencia de agua superficial aproximado Q=10t/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y de las filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
6+330		Presencia de agua superficial aproximado Q=12t/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuando al trazo de la carretera.
6+450		Presencia de agua superficial aproximado Q=10t/Seg. caudal	Falta de desfogue de las aguas de precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
6+493		Presencia de agua superficial aproximado Q=0.5t/Seg. Caudal	Falta de desfogue de aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Instrucción de badén – Alcantarilla L 7m x 5m.
6+675		Presencia de agua superficial aproximado Q=12t/seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
6+725		Presencia de agua superficial aproximado Q=15t/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Instrucción de badén- Alcantarilla L 8m x 5m.
6+735	5.00	Presencia de agua superficial aproximado Q=20t/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Construcción de badén – Alcantarilla L 6m x 5m.
6+970		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes pequeños deslizamientos (material suelto). y/o	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua subterránea.	Proyectar construcción de muro seco L=25m. H=3.5m.
7+530 – 7+860		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Filtración de agua subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub

				drenaje adecuado.
7+774		Quebrada con caudal de agua permanente.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción de Pontón de L=6m. H=2m.
9+500		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto).	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por filtración y precipitaciones intensas.	Proyectar construcción mixta de Badén L=12m. Y muro L=10m. H=2m.
9+748		Quebrada con caudal de agua permanente.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción de Pontón L=9m. H=2.5m.
9+900		Quebrada con caudal de agua permanente, produce erosión lateral.	Erosión y arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción badén L=8m
9+910		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20t/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Construcción de Badén Alcantarilla con alas
10+140		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto)	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por humedad.	Construcción de muro L=48m. H=3.0m
10+260		Curso de agua con arrastre de sedimentos.	Quebrada con erosión en partes laterales.	Proyectar construcción de badén con aliviadero L=17m.
10+440		Curso de agua con arrastre de sedimentos.	Quebrada con erosión en partes laterales.	Proyectar construcción e badén L=10m.
11+385		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=0.4t/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Construcción de badén – Alcantarilla adecuado según reporte hidrológico.

11+920		Presencia de agua superficial que forma aniegos, erosión.	Arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=8m.
12+610		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=8lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
13+240		Agua que produce erosión superficial.	Erosión en la superficie con arrastre.	Proyectar la construcción de badén L=8m
13+610		Agua que produce erosión superficial.	Erosión en la superficie con arrastre.	Proyectar la construcción der badén L=8m.
14+160		Curso de agua con caudal Quebrada Huingomayo.	Erosión y socavación lateral en la quebrada de gran caudal.	Proyectar construcción de Puente L=23m. H=5m.
14+400-7+460		Presencia de agua superficial que forma aniegos.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones de agua subterránea.	Proyectar la construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
14+650		Presencia de agua superficial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar la construcción de badén L=8m.
14+760		Presencia de agua superficial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=6m.
15+400		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20t/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones.	Proyectar construcción de alcantarilla.
16+230		Presencia de agua superficial Caudal aproximado.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
16+950		Presencia de agua superficial con arrastre de sedimentos.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones	Proyectar construcción de alcantarilla.

			superficiales.	
17+160		Presencia de agua superficial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales en la quebrada, arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=6m.
17+800		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
18+320		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
18+420		Quebrada con caudal de agua permanente.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción de Pontón L=5m. H=2.5m.
18+480		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
18+880		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=18lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
19+120		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=15lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
19+480		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
19+580		Presencia de agua en temporadas de máxima precipitación con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales en la quebrada, arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=6m.

19+480		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
20+020		Presencia de agua con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales en la quebrada, arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén con aliviadero L=13m. H=5m.
20+230		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarillas.
20+820		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
21+000		Presencia de agua que se incrementa en temporadas de lluvia produce arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
21+700		Presencia de agua que se incrementa en temporadas de lluvia produce arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
23+800		Presencia de aguas que se incrementa en temporadas de lluvia produce arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=12m.
24+500		Presencia de aguas que se incrementa en temporadas de lluvia produce arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=8m.
24+570		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=15lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.

24+860		Presencia de aguas que se incrementa en temporadas de lluvia produce arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=12m.
25+020		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
26+700		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarillas.
26+880		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20lt/Seg.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
27+280		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Escaso desfogue de las aguas de la presencia fluvial.	Proyectar construcción de alcantarillas.
29+120		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=15lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
29+180		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=15lt/Seg.	Escaso esfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
29+340		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=35lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
29+400		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
		Presencia de agua superficial Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la	Proyectar construcción de

30+780		aproximado Q=25lt/Seg.	precipitación fluvial y filtraciones superficiales	alcantarilla.
31+140		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
31+440		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
31+580		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
31+600		CENTRO POBLADO DE ACOBAMBA		
31+860			Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción de Pontón L=8m. H=2m.
31+900 – 32+100		Presencia de agua superficial forma aniegos.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones de aguas subterráneas.	Proyectar construcción de sistema sub drenaje adecuado.
34+560		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto)	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por humedad.	Proyectar construcción de muro L=15m. H=2.0m.
34+600		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto)	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por humedad.	Proyectar construcción de muro L=15m. H=2.0m.

35+395		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto)	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por humedad.	Proyectar construcción de muro L=30m. H=2.0m.
37+700		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
38+950		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
39+160 – 39+200		Presencia de agua superficial aniegos.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones de aguas subterráneas.	Proyectar construcción de sistema sub drenaje adecuado.
40+220		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=50lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones de aguas subterráneas.	Proyectar construcción de alcantarilla.
41+260		Presencia de agua en temporadas de intensa precipitación con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción L=8m
41+510		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
41+703		Curso de agua con caudal rio Huarichaca.	Erosión y socavación lateral en la quebrada de gran caudal.	Proyectar construcción de puente L=16m. H=4m
42+740		Curso de agua con caudal rio Huarichaca.	Erosión y socavación lateral en la quebrada de	Proyectar construcción de puente L=8m.

			gran caudal.	H=2m
46+240		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
46+630		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=12m.
46+840		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
47+480		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
47+650		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
48+100		Presencia de agua en temporadas de lluvia con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
48+600		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=40lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
4+800 – 48+880		Presencia de agua superficial aniegos.	Filtración de agua subterránea.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
53+160		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
		Presencia de agua superficial Caudal aproximado	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial	Proyectar construcción de

53+250		Q=25lt/Seg	y filtraciones superficiales.	alcantarilla.
53+300		Presencia de curso de agua en temporada de máxima precipitación con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=10m.
53+560		Curso de agua permanente Q=25Lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
53+640		Curso de agua permanente Q=25Lt/Seg.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción de Pontón L=8m. H=2m.
53+660- 53+700		Presencia de agua superficial forma aniegos.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de sistema de sub drenaje adecuado.
53+940	CENTRO POBLADO DE CARAMPAYOG			
54+100		Presencia de agua en temporadas de lluvia con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=6m.
54+280		Presencia de agua en temporadas de lluvia con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=8m.
54+340		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
54+380		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
		Presencia de agua superficial Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la	Proyectar construcción de

54+600		aproximado Q=25lt/Seg.	precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	alcantarilla.
54+660		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
54+730		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
54+940		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
55+160			Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción de Pontón L=8m. H=4.5m.
55+200		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes y/o pequeños deslizamientos (material suelto)	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por humedad.	Proyectar construcción de muro L=12m. H=3.0m.
55+640		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=100lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
55+780		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
55+910		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.

55+940		Presencia de agua superficial aproximado Q=20lt/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
56+640		Presencia de agua superficial aproximado Q=50lt/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
56+960		Presencia de agua superficial aproximado Q=25lt/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
57+330		Presencia de agua superficial aproximado Q=25lt/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
57+680		Presencia de agua superficial aproximado Q=25lt/Seg. Caudal	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
58+540			Curso de agua permanente con caudal abundante.	Proyectar construcción de Pontón L=8m. H=2.0m.
58+780		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén y aliviadero L=6m. H=1.5m.
59+470		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=6m.
59+950		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=6m.
60+180		Quebrada caudal de agua permanente.	Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción de Pontón L=8m.

				H=1.5m.
61+160		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=6m.
62+320		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
62+380		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=25lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
66+320		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
66+500		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
66+560		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de alcantarilla.
68+000	CENTRO POBLADO DE VILLA TINGO			
68+325		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=15lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
68+460		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=15lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.

68+540		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes pequeños deslizamientos (material suelto)	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por humedad.	Proyectar construcción de muro L=20m. H=2.0
68+800		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes pequeños deslizamientos (material suelto)	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por humedad.	Proyectar construcción de muro L=15m. H=2.0
68+920		Depósitos de suelo inestable con presencia de derrumbes pequeños deslizamientos (material suelto)	Derrumbe y/o deslizamiento de zona inestable por presencia de agua por humedad.	Proyectar construcción de muro L=15m. H=2.0
69+120			Produce erosión y socavación en paredes laterales.	Proyectar construcción Pontón L=8m. H=1.5
69+250		Presencia de agua de precipitación pluvial con arrastre de sedimentos.	Erosión en partes laterales con arrastre de sedimentos.	Proyectar construcción de badén L=6m.
69+350		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=20lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales.	Proyectar construcción de tajea adecuado al trazo de la carretera.
69+380	PROBABLE FUENTE DE MATERIALES			
70+200		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=40lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar construcción de alcantarilla.
70+430		Presencia de agua superficial Caudal aproximado Q=30lt/Seg.	Falta de desfogue de las aguas de la precipitación fluvial y filtraciones superficiales	Proyectar sistema adecuado de drenaje de aguas (zanjas de coronación)

75+000	PUENTE HUAYRURO
--------	-----------------

TRAMO EVALUADO: LAJAS – ACOBAMBA-CARAMPAYO-VILLA

TINGO-PUENTE HUAYRURO (75+000 KM.)

CAPÍTULO VIII

CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

8.1. GENERALIDADES

La descripción de canteras y fuentes de agua se realiza con el objeto de ubicar e identificar los materiales de construcción que satisfagan la demanda del proyecto no solo en cantidad, también en calidad.

El objetivo de estudio permite ubicar, identificar y clasificar el material de préstamo a utilizarse en la conformación de la estructura del pavimento del tipo afirmado, y obras menores de concreto. La finalidad de definir los bancos de material de préstamo se realiza para detectar volúmenes alcanzables y explotables, que satisfagan la demanda del Proyecto y que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas, de igual modo las fuentes de agua presentes en el área de estudio.

8.2. CANTERAS

Canteras para el presente proyecto, son bancos de materiales de préstamo a ser utilizados en la conformación de la estructura del pavimento y obras menores de concreto. Los volúmenes alcanzables y explotables de estos depósitos deben satisfacer la demanda del Proyecto y cumplir con las especificaciones técnicas requeridas.

8.2.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

La investigación de campo comprendió la ubicación de los materiales inertes, evaluación geotécnica mediante la descripción análisis en cada sector donde se realizó el registro del perfil estratigráfico correspondiente, anotándose las principales características de los depósitos de suelo como: espesor, compacidad o consistencia, humedad, color, origen, forma del material granular (descripción visual - manual).

Las canteras fueron seleccionadas previa descripción visual de campo. En total se seleccionaron áreas en lugares con bancos de materiales o canteras para la conformación de la estructura del pavimento consistente en un revestimiento granular; y canteras para la fabricación del concreto de cemento portland para obras menores de concreto como Puentes, pontones, alcantarillas, cunetas y tajeas.

8.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Las propiedades físicas mecánicas y geotécnicas de las muestras de las canteras, se determinarán mediante los procedimientos establecidos en el manual de ensayos de Materiales para carreteras

del MTC (EM-2000), aprobado por R.D. N° 028-2001-MTC/15.17 del 16-01-2001, que a continuación se indican: MTC E 115 (ASTM D-1557).

➤ Contenido de humedad.	-	MTC	E	108
➤ Análisis granulométrico por tamizado.	-	MTC	E	107
➤ Limite líquido.	-	MTC	E	110
➤ Limite plástico.	-	MTC	E	111
➤ Absorción.		MTC	E	105
➤ Humedad.		MTC	E	115

Los trabajos a realizar (ensayos a materiales de cantera) para los materiales deben tener la aprobación de la supervisión de obras.

Cantera de la Quebrada PAUCUSH (Agregados), Progresiva 2+250.

- La explotación de material fluvial aluvial (rio o quebrada) se realizará fuera de los cursos de agua, en sectores con playas amplias para reducir los impactos en la morfología del cauce, debido a que la movilización de máquinas genera fuerte remoción de material.
- Dependiendo del volumen a extraer, puede bastar una rápida nivelación del cauce y adoptar una explotación superficial del lecho en un área más extensa.
- Concluida la explotación, eliminar las rampas de carga.

- Nivelar el lecho del río explotado, protegiendo las márgenes afectadas para evitar probables desbordes en épocas de máximas avenidas.

Canteras de Cerro y ladera (afirmado), Progresivas 0+000, 6+400, 18+100, 41+000, 75+000.

- Remover y almacenar la cubierta vegetal para ser reutilizado en el proceso de restauración.
- La explotación debe ser sistemática por terrazas, evitando cortes inestables de gran altura.
- Eliminar el material descartado en la selección (o utilizarlo en rellenos).
- eliminar zonas donde se estanque el agua, de ser necesario establecer un drenaje natural.
- Reacondicionar el área de acuerdo a la morfología circundante, peinando y alisando o redondeando taludes para suavizar la topografía. Adecuarlo al paisaje y al drenaje de la zona, de ese modo se evitara o mitigara la ocurrencia de problemas geodinámicas externos.
- Revegetar el área intervenida, empleando el suelo orgánico retirado y facilitar la regeneración de la vegetación. Forestar con especies propias del lugar.
- Clausurar los accesos y desvíos, exceptuando las que serán usadas posteriormente. Nivelar y revegetar para recuperar esas áreas.

Si la cantera va ser utilizada posteriormente para la conservación de la carretera, el trabajo a efectuar es menor. Se recomienda:

- En laderas la extracción y re – acondicionamiento deben realizarse en forma simultanea o combinada, tratando en lo posible de adecuar el área intervenida, a la morfología circundante.

8.3. FUENTES DE AGUA.

Se localizó varias fuentes de agua que corresponde a quebradas y ríos de caudal permanentemente; regular en los meses de estiaje y abundante durante el periodo de lluvias.

Se recomienda que el agua, a emplearse en la preparación de concreto, no debe sobrepasar los valores máximos permisibles de sustancias, en conformidad al siguiente cuadro.

SUSTANCIA	CANTIDAD	UNIDADES
Cloruros	3 000	Ppm
Sulfatos	3 000	Ppm
Sales solubles totales	15 000	Ppm
SUSTANCIA	CANTIDAD	UNIDADES
PH	10.5	...
Sólidos en suspensión	10 000	Ppm
Materia orgánica	100	ppm

De acuerdo a los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras representativas de las fuentes de agua, estas deben presentar

características aceptables para elaborar concreto de acuerdo al ítem 3.3 de la Norma E.060 de Concreto Armado (Reglamento Nacional de Edificaciones). Esto significa que es apta para el desarrollo del proyecto.

TRAMO EVALUADO: LAJAS- ACOBAMBA- CARAMPAYO- VILLA TINGO- PUENTE HUAYRURO (75+000 KM.)

PROGRESIVA	Ancho de Plataforma (m) Proyectado	Situación Actual (Problema)	Causa	Tratamiento o Solución
0+000	Sector denominado Lajas.			
0+205	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
2+236	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
4+520	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
4+853	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
5+790	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
7+774	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
9+748	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
11+385	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
14+160	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
18+420	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			

31+860	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
53+640	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
55+160	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
55+640	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
58+540	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
60+180	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
69+120	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)

CUADRO RESUMEN DE CANTERAS

CANTERA PARA AGREGADOS QUEBRADA PAUCUSH

Ubicación	:	En la progresiva 2+250, en el eje trazo, del inicio del tramo, agregado de origen transportado aluvial, mezcla de gravas y arena de mal graduada a bien graduada.
Acceso	:	Requiere preparar el acceso para la explotación adecuada, mediante la rehabilitación de una trocha.
Descripción	:	Depósito de suelo de origen fluvial. Es un conglomerado clasificado como arena con gravas bien o pobremente graduada con escasos finos (SP), tiene mayor cantidad de Arena fina, con cantos rodados y boleados en una proporción mayor a 20%.
Potencia	:	8,500 m ³ , rendimiento 80%

estimada		
Explotación	:	Limpieza superficial 0.20 m
Piedra > 2"	:	15% - 20%
Antecedentes de explotación	:	Esta cantera es de origen transportado, puede ser útil para la fabricación de concreto, siendo necesario realizar el diseño del concreto correspondiente, según el uso, en las obras de arte programadas.
Periodo de explotación	:	Todo el año.
Usos	:	<p>Arena fina y gruesa, hormigón, piedras, cantos rodados, etc.</p> <p>Puede ser usado en la fabricación de concretos hasta $f'c=175 \text{ kg./cm}^2$, 140kg./cm^2, de tal forma que cumplan los requerimientos de gradación exigidos por las Especificaciones Técnicas, para resistencias mayores, se recomienda evaluar otra cantera cercana al proyecto, al cual debe adjuntarse el diseño de concreto correspondiente.</p>
Procedimiento	:	Acumulación y Zarandeo.
Equipos	:	Cargador frontal ó manual, zaranda.

Nota. Se sugiere realizar estudios de detalle de los agregados pétreos, para el uso adecuado de los materiales, mediante el ensayo de laboratorio.



CANTERA PARA AFIRMADO PROG. 0+000, 6+4000, 18+100, 41+000, 75+000

Ubicación	:	En sectores adyacentes al eje del trazo de la carretera, en las progresivas 0+000, 6+400, 18+100, 41+000, 75+000, del punto de inicio del tramo, Material de cerro y en ladera, adecuado para trabajos de afirmado.
Acceso	:	Requiere preparar el acceso para la explotación adecuada, mediante la rehabilitación de una trocha.
Descripción	:	Depósito de suelo de origen coluvial. Es un conglomerado clasificado como arena con gravas bien o pobremente graduada con escasos finos (GC, SM/SC, SM), tiene cierta cantidad de Arena fina con fragmentos

		de roca angular a sub angular.
Potencia estimada	:	Considerables Según el uso de afirmado.
Explotación	:	Limpieza superficial 0.20 m
Piedra > 2"	:	25% - 28%
Antecedentes de explotación	:	Este tipo de material es utilizado para realizar bacheo en el camino de herradura existente en el sector en estudio, situación que garantiza su utilidad.
Periodo de Explotación	:	Todo el año.
Usos	:	<p>Depósito de origen residual coluvial, mezcál de arena con gravas y limos, material tipo SP, SW, GP, con CBR(*) 50 – 60%, con predominio de materia granular, tipo A1 – b (0).</p> <p>Puede ser usado en los trabajos de afirmado de la carretera en mejoramiento y construcción, de tal forma que cumplan los requerimientos de gradación exigidos por las Especificaciones Técnicas, para resistencias mayores, se recomienda evaluar otras canteras cercanas al proyecto.</p>
Procedimiento	:	Acumulación y zarandeo.
Equipos	:	Cargador frontal ó manual, zaranda.

(*) Los resultados del CBR, son datos tomados del especialista en mecánica de suelos.



CUADRO RESUMEN DE FUENTES DE AGUA

TRAMO EVALUADO: LAJAS- ACOBAMBA- CARAMPAYO- VILLA TINGO- PUENTE HUAYRURO (75+000 KM)

PROGRESIVA	Ancho de Plataforma (m) Proyectado	Situación Actual (Problema)	Causa	Tratamiento o Solución
0+000	Sector denominado Lajas			
0+205	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
2+286	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			
4+520	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)			

4+853	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
5+790	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
7+774	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
9+748	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
11+385	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
14+160	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
18+420	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
31+860	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
53+640	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
55+160	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
55+640	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
58+540	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
60+180	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)
69+120	Presencia de agua superficial (Fuente de agua)

CAPITULO IX

DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE (BOTADEROS)

9.1. INTRODUCCIÓN.

Los depósitos de material excedentes son áreas donde se colocarán los materiales excedentes de la obra. Es decir, los provenientes de los derrumbes, cortes y limpieza (materia orgánica, troncos, malezas, piedras y desperdicios de las maquinarias) que se acumulen durante el proceso de Mejoramiento de la Carretera. La determinación de la ubicación, capacidad y cantidad de depósitos lo determina el ingeniero Civil en coordinación con el especialista Ambiental.

9.2. IDENTIFICACIÓN DE DEPÓSITOS.

Los lugares más recomendados para la ubicación de los depósitos son los más cercanos al trazo de la vía. Por ejemplo, donde se haya tomado material de préstamo para los terraplenes (canteras abandonadas) por

ser suelos estériles, sin ningún tipo de cobertura vegetal y sin uso aparente. La ubicación de los depósitos se realizará respetando los siguientes criterios:

- Evitando zonas inestables o áreas de importancia ambiental o áreas de alta productividad agrícola.
- No se podrá depositar materiales en los cursos de agua o quebradas, ni en las franjas distanciadas por lo menos 30mts, de cada orilla del camino vecinal.
- No se permitirá depositar materiales a media ladera, ni en zonas de fallas geológicas o en sitios donde la capacidad de soporte del suelo imposibilite su colocación.

Durante la ejecución del proyecto, de ninguna manera se debe permitir que los materiales excedentes de la obra sean arrojados sobre terrenos adyacentes o acumulados, así sea de manera temporal, a lo largo y ancho del trazo de la carretera; tampoco debe permitirse que los materiales sean arrojados libremente sobre las laderas de los cerros.

9.3. RESTAURACIÓN DE DEPÓSITOS.

La restauración de los depósitos es una etapa muy importante durante la rehabilitación de los caminos vecinales, las acciones que deben efectuarse son las siguientes:

- Antes de colocar los materiales excedentes de la obra en las áreas identificadas como depósitos, se deberá retirar la capa orgánica del suelo, colocándose esta en lugares que permitan su posterior uso

para restaurar la zona, es decir los primeros 20 cm de suelo orgánico deben ser retirados a un lugar conveniente.

- Una vez colocado en los depósitos, los materiales excedentes del proceso constructivo de la carretera, deberán ser acomodados en forma de terrazas y compactados, por lo menos con cuatro pasadas de tractor orugas, sobre capas de espesor adecuado (0.50 mts).
- La superficie de los depósitos se deberá perfilar con una pendiente adecuada, que permita el drenaje libre de las aguas superficiales, evitando de esa manera la erosión y la infiltración del agua en el cuerpo del botadero.
- Para estabilizar los taludes y restaurar el paisaje de la zona, el botadero debe ser cubierto de suelo orgánico y revegetado. La revegetación de los depósitos deberá realizarse con especies nativas de la zona o en su defecto con especies que mejoren el suelo y proporcionen sostenimiento, para evitar la erosión.

9.4. UBICACIÓN DE DEPÓSITOS.

Se identificaron los depósitos para la etapa de ejecución de la obra y las de mantenimiento ordinario y emergencia.

El depósito para la etapa de ejecución de la obra se encuentra ubicados en distancias libres de pago, la mayoría de ellos para ser utilizado en las etapas posteriores a la ejecución de la obra, es decir en los periodos de mantenimiento rutinario y emergencia.

CUADRO RESUMEN DE DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE

DME	UBIC. (1)	LADO	LARGO (m)	ACCESO (M)	ÁREA (m ²)	CAPACIDAD (m ³)
DME – 01	03+700	IZQUIERDO	1,200	25	13,483.08	35,730.15
DME – 02	08+500	DERECHO	1,500	35	19967.31	52,913.37
DME – 03	13+000	DERECHO	1,000	20	28,002.30	74,206.10
DME – 04	17+200	IZQUIERDO	1,100	30	26,850.02	71,152.55
DME – 05	22+800	IZQUIERDO	1,200	20	40,927.72	108,458.47
DME – 06	29+500	IZQUIERDO	2,000	30	47,123.25	124,876.60
DME – 07	38+400	IZQUIERDO	500	30	41,139.28	109,019.10
DME – 08	44+800	IZQUIERDO	1,500	35	55,943.79	148,251.05
DME – 09	49+500	IZQUIERDO	1,000	40	28,762.34	76,220.20
DME – 10	54+800	IZQUIERDO	500	30	24,951.28	66,120.90
DME – 11	58+700	IZQUIERDO	1,200	20	21,103.92	55,925.39
DME – 12	62+800	IZQUIERDO	2,000	35	114,758.08	304,108.90
DME – 13	66+200	IZQUIERDO	500	20	29,377.72	77,850.95
CAPACIDAD TOTAL						1,304,833.73

CAPITULO X

PAVIMENTOS DISEÑO DEL REVESTIMIENTO GRANULAR

10.1. DATOS GENERALES

Proyecto: MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DV ALCAS, ACOBAMBA HUAYRURO EN LOS DISTRITOS DE SAN RAFAEL Y PANAÑO DE LAS PROVINCIAS DE AMBO Y PACHITEA EN LA REGIÓN HUÁNUCO.

Ubicación:

Lugar : Alcas, Acobamba, Carampayo, Puente Huayruro

Distrito : San Rafael y Panao

Provincia : Ambo – Pachitea

Región : Huánuco

Longitud : Tramo I = 75+000 km

10.2. ESTUDIO DE TRÁFICO.

Con la finalidad, de determinar el índice Medio Diario (IMD) del tráfico, se efectuó el conteo de vehículos en el cruce de la carretera que va de San Rafael a Matihuaca. El IMD es uno de los datos necesarios para definir la clasificación del Camino Vecinal a Rehabilitar y determinar el espesor de la capa de afirmado que se colocara sobre sub rasante.

La toma de datos se llevó a cabo durante 7 días consecutivos. Los que se adjuntan en el capítulo correspondiente del perfil técnico.

Los resultados de la proyección para el periodo de diseño se toman los valores:

Para nuestro proyecto:

IMDa >16 veh/día: nos ubicamos en un tráfico tipo **TO**

TRAFICO = TO

Sub rasante.

Se identificarán cinco categorías de sub rasante:

S0: SUBRASANTE MUY POBRE	CBR < 3%
S1: SUBRASANTE POBRE	CBR = 3% - 5%
S2: SUBRASANTE REGULAR	CBR = 6 – 10%

S3: SUBRASANTE BUENA	CBR = 11- 19%
S4: SUBRASANTE MUY BUENA	CBR > 20%

Mediante el resultado de laboratorio e inspección visual de la ruta de la carretera a mejorar y construir según el proyecto, se tiene un suelo del tipo regular. Por lo que para el diseño de la carretera en el tramo de un CBR = 8 – 10%; es decir, en los tramos que reporta el CBR menor de 10%, es necesario realizar el mejoramiento de la sub rasante con reemplazo por material granular.

Seguidamente según los resultados de laboratorio e inspección visual de la ruta de la carretera a mejorar y construir según el proyecto, se tiene otro tipo de suelo de regular a bueno. Por lo que en general para el diseño de la carretera se tiene un CBR = 14.0 – 23.0%; es decir en los tramos que reporta el CBR mayor de 20%, no es necesario realizar el mejoramiento de la sub rasante.

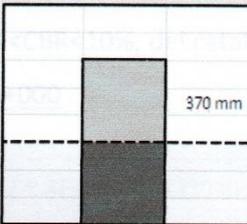
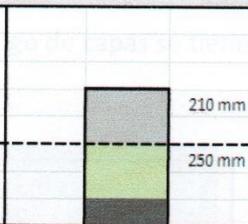
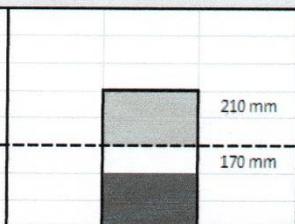
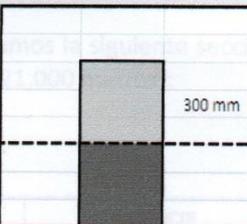
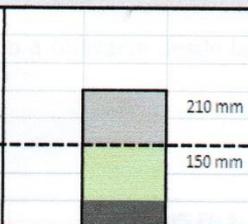
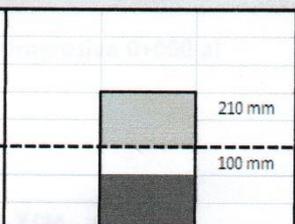
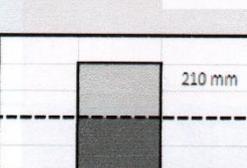
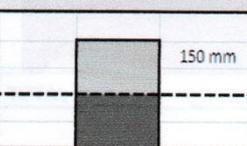
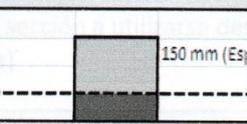
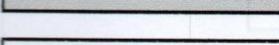
Para la determinación del espesor del afirmado:

CBR = 08 – 10% = SUBRASANTE REGULAR = S2

CBR = > 20% = MUY BUENA = S2

Espesor de la capa de afirmado:

Definido el tráfico y las características de la subrasante procedemos a definir el espesor de afirmado.

TIPO DE SUBRAZANTE	CLASE TRAFICO: T0 IMDa ≤ 15 Vehículos Vehículos pesados (Buses+camiones) carril de diseño: < 6 vehículos pesados Número de repeticiones de EE 8.2Tn (carril de diseño) < 2.5E+04		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilada y compactada	B: con mejoramiento de la subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de la subrasante con adición de cal, cemento o químicos
S0 SUBRAZANTE MUY POBRE CBR < 3%			
S1 SUBRAZANTE POBRE CBR 3% - 5%			
S2 SUBRAZANTE REGULAR CBR 6% - 10%			
S3 SUBRAZANTE BUENA CBR 11% - 19%			
S4 CBR > 20%			
-----	Nivel superior de la subrasante perfilada y compactado al 95% de la MDS		
	Subrasante		
	B: Con mejoramiento de Subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%		
	C: Con mejoramiento de Subrasante con adición de Cal, Cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%		
	Capa de afirmado Tipo 1		
Nota: En caso se requiriese proteger la superficie de los caminos, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación Reforzada Bituminosa; o una estabilización con Cloruro de Sodio (Sal), de magnesio; u otros estabilizadores químicos.			

Espesor de la capa de afirmado:

Para un tráfico tipo TO y una Sub rasante:

Sub rasante regular 14.7%<CBR<23.3%, del catálogo de capas se tiene:

Progresiva 0+000 – 21+500

ESPESOR DE AFIRMADO= 150 mm = 0.15.

Sub rasante regular 08%<CBR<10%, del catálogo de capas se tiene:

Progresiva 21+500 – 75+000

ESPESOR DE AFIRMADO= 210mm = 0.21m.

A.- Del catálogo seleccionamos la siguiente sección a utilizarse desde la progresiva 0+000 al 21 + 000, del proyecto (L = 21+000 metros):

TRAMO: ALCAS, ACOBAMBA:

TIPO MATERIA L	SUPER FICIE	ESPESORES EN PUL. Y CM			
AFIRMADO TIPO 1		6.00	PULG	15.00	CM
SUB RASANTE REGULA		∞	PULG	∞	CM

R, S2					
CBR 6% - 10%					
TOTAL		6.00	PULG	15.00	CM

TRAMO: ACOBAMBA, CARAMPAYO PTE. HUAYRURO:

Seleccionamos la siguiente sección a utilizarse desde la **progresiva 2+500 al 75+000**, del proyecto (L = 53500 metros)

TIPO DE MATERIAL	SUPERFICIE	ESPESORES EN PUL. Y CM			
AFIRMADO TIPO 1		8.4	PULG	21.00	CM
SUB RASANTE BUENA, S3 CBR 11% - 19%		∞	PULG	∞	CM
TOTAL		8.4	PULG	21.00	CM

CAPA DE AFIRMADO

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizara como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o

arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en el camino de afirmado. Siendo el afirmado una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre.

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas, asimismo necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llevar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa; y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa afirmado. Hay dos principales aplicaciones en el uso afirmados: su uso como superficie de rodadura en caminos no pavimentados o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante.

Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos, está expuesto a perderse, porque es inestable. En construcción de caminos se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos, que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas.

Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras, que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general, la razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y además debe tener la cualidad de ser drenante.

CONCLUSIONES

1. El estudio se ha realizado con la finalidad de evaluar las características Geológicas y Geotécnicas del área que comprende el proyecto: “Mejoramiento y Construcción de la Carretera Dv. Alcas, Acobamba, Huayruro, en los Distritos de San Rafael y Panao, de las Provincias de Ambo y Pachitea, en La Región Huánuco”.
2. El área de estudio se encuentra en el micro cuenca local, del río Huarichaca, cuenca hidrográfica del río Pachitea. Está representada por una cadena de cerros alineados dispersamente, con relieve abrupto variable; litológicamente consta de unidades del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico: rocas metamórficas del Complejo Marañón, sedimentarias del Grupo Pucará, Mitu, conformado predominantemente por secuencias de rocas metamórficas y el Batolito de Paucartambo en condiciones alteradas por efectos del intemperismo (suelos residuales), y fracturas de carácter regional – local en las secuencias graníticas.
3. El perfil estratigráfico de la zona de estudio es heterogénea. Los suelos o estratos que predominan son de carácter residual, es decir son materiales meteorizados que eventual y aleatoriamente alteran con depósitos de suelos poco transportados siendo de origen coluvial.
4. En el suelo de fundación que corresponde a cada tramo es lo siguiente:

Tramo DV. Alcas, Acobamba, Carampayo, Puente Huayruro:

Gravas (GM, GC, GM – GC, GP – GM)	24.66%
Arenas (SC, SM, SM – SC, SP – SM)	26.35%
Finos (ML, CL,)	38.20%
Roca	10.5%

5. El valor relativo de soporte o CBR de diseño del terreno de fundación del tramo o área de estudio según clasificación de suelos mediante el método AASHTO será de 8 – 23.3%.
6. Los depósitos se han ubicado en zonas adyacentes a la carretera, evitando zonas inestables, área de importancia ambiental o áreas de alta productividad agrícola. Respecto a los excedentes de obra, estos se encuentran ubicados dentro de la distancia libre de transporte que establecen especificaciones técnicas; su uso racional comprende o incluye las etapas de mantenimiento ordinario y de emergencia.
7. Los resultados obtenidos en el presente estudio son válidos única y exclusivamente para la Construcción de la Carretera Dv Alcas, Acobamba. Huayruro, en los Distritos de San Rafael y Panao, de las Provincias de Ambo y Pachitea en la Región Huánuco.

RECOMENDACIONES

1. El proyecto se ubica en la zona de tipo 2 en importancia regional sísmica, no se mapeo presencia de estructuras geológicas importantes, existe la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades del orden de VI grados en la escala de Mercalli Modificada, que afectarían las secuencias calcáreas con presencia de escurrimientos y fracturas de carácter regional.
2. Respecto a manifestación de riesgos de geodinámica externa, puede considerarse al área de estudio medianamente estable o de riesgo medio. Se han identificado zonas de pequeños derrumbes, deslizamientos, filtración de aguas subterráneas, escorrentías, a lo largo del trazo realizado para prevenirlos, mitigarlos o anularlos se recomienda tomar medidas hidráulicas o desarrollo de obras para el control de los niveles de agua y drenaje de los suelos saturados; biológicas, como la forestación y re – vegetación preferentemente con especies de la zona, en coordinación con el especialista ambiental.
3. Las canteras que se recomiendan deben ser aprovechadas para el desarrollo del proyecto son:

N°	UBICACIÓN, Progresiva, Km	POTENCIA ESTIMADA, m³	USOS
01	Quebrada Paucush, Progresiva	5,500. m ³	Agregados para

	2+250		concreto
02	En sectores identificados a) 0+000, b)6+400, c)18+100, d)41+000, e)75+000, en las laderas de cerro	a) 50,000, b) 18,000, c) 45,000, d) 20,000, e) 40,000. m ³	Material para afirmado.

4. Se recomienda que el material que va a conformar la capa de rodadura o firme, exhiba las siguientes especificaciones mínimas:

- Limite líquido, % \leq 35 Máximo
- Índice plástico, % 4 – 10
- Equivalente de arena, % \geq 20 Mínimo
- Abrasión e impacto, % \leq 50 Máximo
- CBR (0.1" Y 100% de M.D.S, % \geq 40 Mínimo
- Granulometría (MTC), de acuerdo a:

TAMIZ		% EN PESO ACUMULADO QUE PASA		
N°	Diámetro de ab	GRADACIÓN A-1	GRADACIÓN A-2	TOLERANCIAS

	ert ura , m m			
2"	50.00	100	---	± 2
1	37.50	90 – 100	---	± 5
1"	25.00	80 – 100	100	± 5
¾"	19.05	70 – 85	80 – 100	± 8
3/	9.525	45 – 85	65 – 100	± 8
4	4.75	30 – 65	50 – 85	± 8
10	2.00	22 – 52	33 – 67	± 8
40	0.425	15 – 35	25 – 45	± 5
80	0.213	10 – 22	---	± 5
20	0.075	10 – 15	10 – 25	± 3

5. El control de la calidad de los materiales a emplear en la construcción del afirmado se debe realizar en forma adecuada, a fin de cumplir las especificaciones del presente estudio. El control de calidad de la obra se efectuara incidiendo principalmente en los grados de compactación de cada capa.
6. El resultado del estudio de Tráfico arroja que la ruta del Proyecto se clasifica como un camino de Bajo Transito (T1). Con los valores establecidos por el estudio de tráfico y el valor relativo de soporte del terreno de fundación (CBR), se recomienda un espesor de la capa de pavimento ó firme:

e=150 mm 0+000 al 21 + 000

e= 210 mm 21+000 al 75 + 000

8. De las observaciones en el trazo de la carretera y del estudio realizado se ha determinado que los materiales existentes en los taludes, donde se realizaran los trabajos de corte, determinan el uso de explosivos, por ende se sugiere realizar estos trabajos con personal especializado en el tema, cumpliendo los procedimientos adecuados.
9. Se recomienda que en coordinación con el especialista ambiental, se elabore el programa de mitigación, manejo y control ambiental para el desarrollo del proyecto.
10. El tramo se encuentra ubicado en zona alto andina por lo cual es indispensable el cumplimiento irrestricto de todas las recomendaciones expuestas en el estudio de hidrología y drenaje, con el propósito de evitar fallas asociadas a movimientos del agua en el pavimento, (Escorrentías).

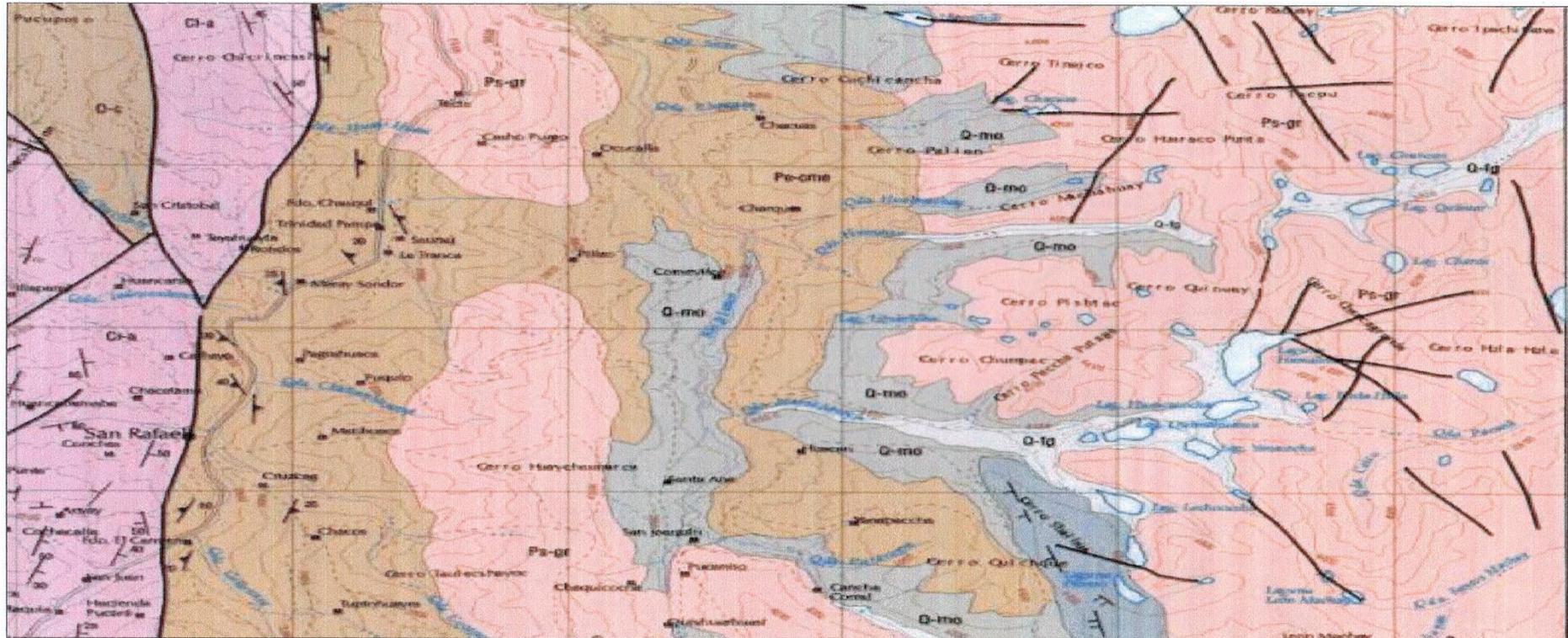
11. Si bien el proyecto establece un periodo de diseño de 07 años y por la naturaleza del proyecto se considera un pavimento afirmado sin recubrimiento, sería conveniente considerar, por razones de durabilidad, los diseñados para un periodo de 5 años.
12. Las recomendaciones señaladas en el presente Estudio y en lo referente a los capítulos de Suelos, Canteras y Diseño de Pavimento deberán ser concordantes con las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras del MTC (EG – 2000).
13. Los resultados obtenidos en el presente estudio son válidos única y exclusivamente para la Construcción de la Carretera Dv Alcas, Acobamba. Huayruro, en los Distritos de San Rafael y Panao, de las Provincias de Ambo y Pachitea en la Región Huánuco.

BIBLIOGRAFÍA

- Geología del Cuadrángulo 21k Ambo – Boletín N° 77 – INGEMMET.
- Ingeniería Geológica, Gonzales de Vallejo, Pearson – Prentice Hall.
- Mecánica de Rocas – UNI – David CARDENAS ROJAS.
- Fundamento de Mecánica de Suelos – Roy Whitlow – CECSA – México.
- Geología de los depósitos minerales metálicos – Jorge VALERA LOPEZ.
- AASHTO Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing – Washington.
- ASTM American Society of Testing and Materials. Philadelphia.
- The Mechanics of Soils – An Introduction to Critical State Soil Mechanics – McGraw – Hill, London.
- GEOCATMIN: Peligros Geológicos del Perú – Feb 2013 Contiene información sobre los peligros geológicos inventariados.
- GEOTECNIA I Año Académico 2016 -2017 Dr. Lorenzo Borselli Instituto de Geología Fac. De Ingeniería, UASLP lborselli@gmail.com
www.lorenzo-borselli.eu
- Monroy M. Bolaños L. “Espectros de Peligro Sísmico Uniforme – Programa Riesgo”, Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil – Pontificia Universidad Católica del Perú 2004.
- Casa Verde L. y Vargas J. (1980), “Zonificación Sísmica del Perú”, II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente, Organización de Estados Americanos y Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

- Deza E. y Carbonell C. (1978), “Regionalización Sismo tectónica Preliminar del Perú”, IV Congreso Peruano de Geología, Lima, Perú.
- Instituto Geofísico del Perú (2001), “Catalogo Sísmico del Perú: Versión Revisada y Actualizada”, Lima, Perú.
- Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de desastres (1990). Memorias del Seminario “Diseño de Presas de Tierra. Lima – Perú.
- Ale Véliz, José Daniel “Análisis de Estabilidad de taludes” Alicante, España 2002.
- <http://www.scribd.com/doc/1483227821/53170729-> Análisis de estabilidad de taludes.

ANEXOS

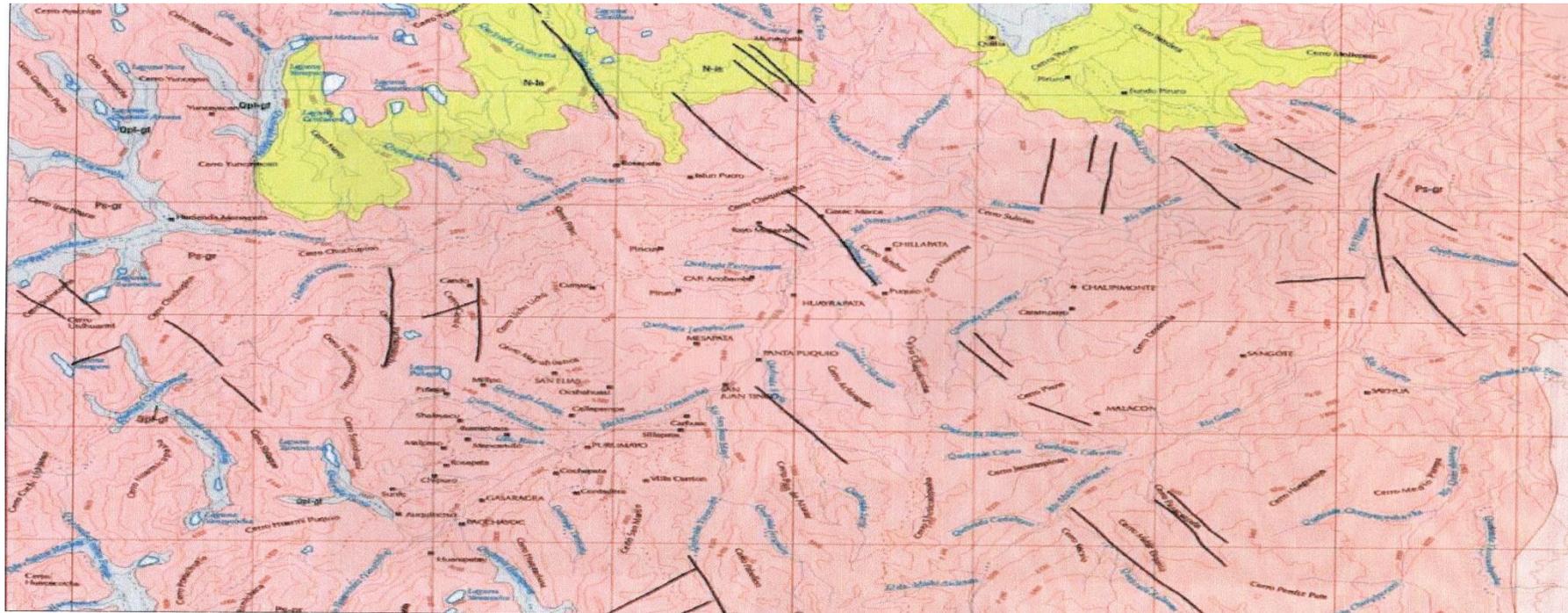


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA – ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

PERFIL DE PROYECTO A NIVEL DE PRE FACTIBILIDAD
MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DV ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURO

PLANO GEOLÓGICO LOCAL REGIONAL

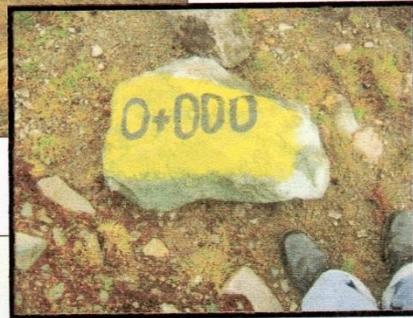


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA – ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

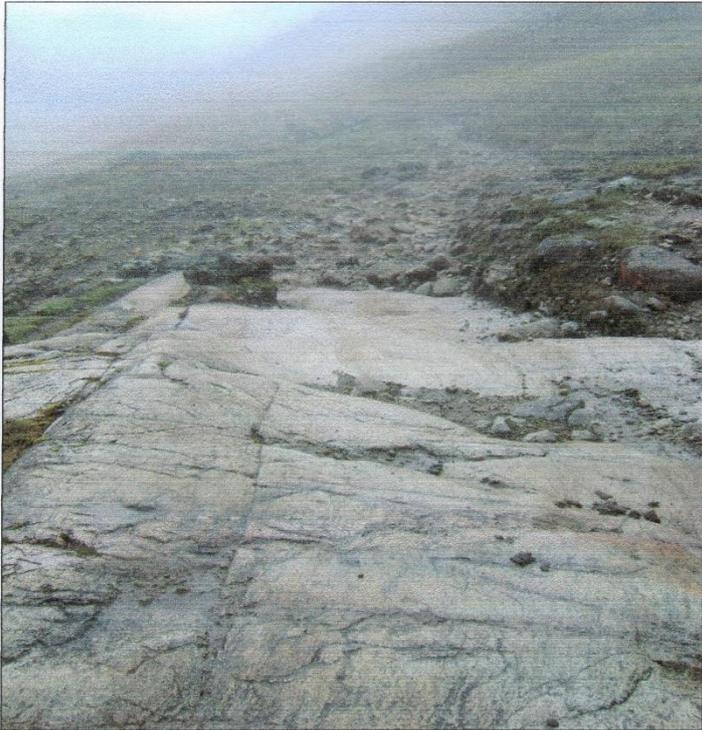
**PERFIL DE PROYECTO A NIVEL DE PRE FACTIBILIDAD
MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DV ALCAS, ACOBAMBA, HUAYRURU**

PLANO GEOLÓGICO LOCAL REGIONAL

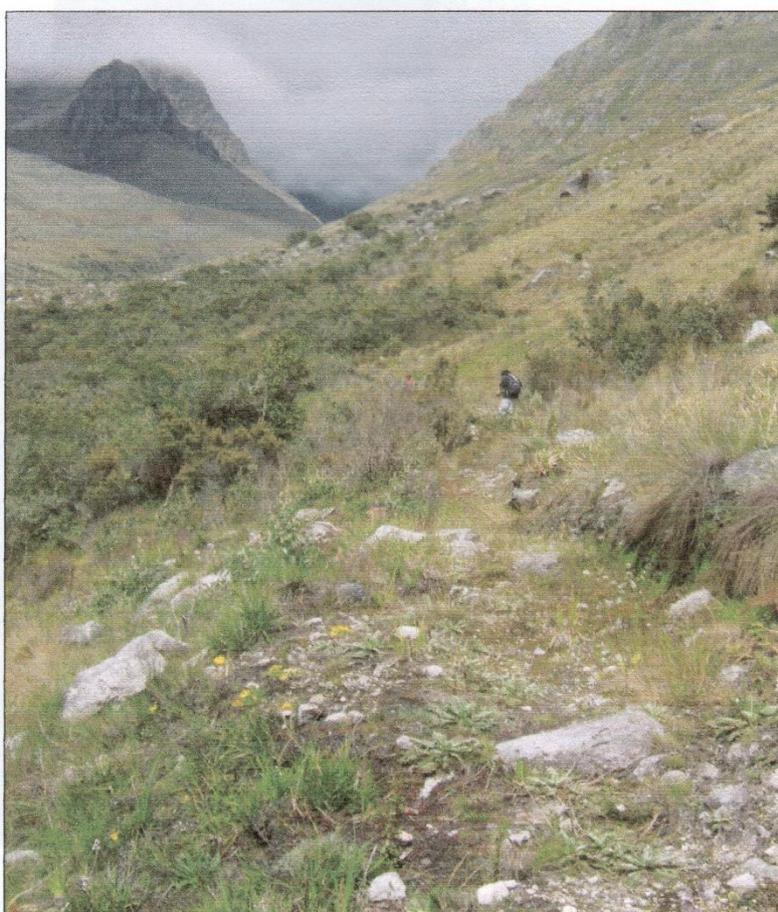


PANEL FOTOGRÁFICO TRAMO ALCAS, ACOBAMBA, CARAMPAYO,

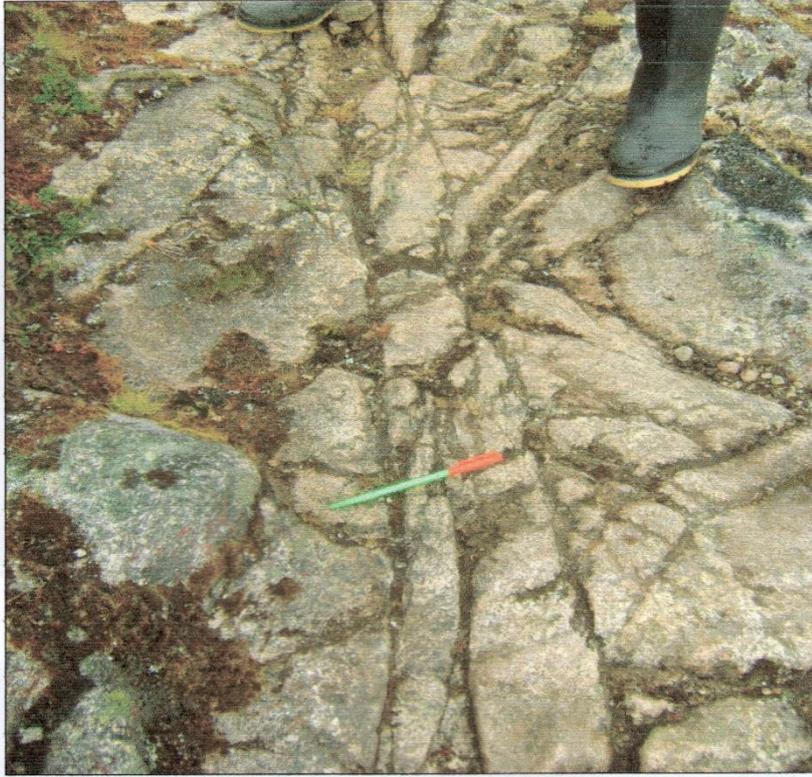
**VISTA FOTOGRÁFICA DEL PUNTO DE INICIO KM 0 + 000, DEL TRAZO DE LA
CARRETERA ALCAS, ACOBAMBA, CARAMPAYO, PUENTE HUAYRURO**



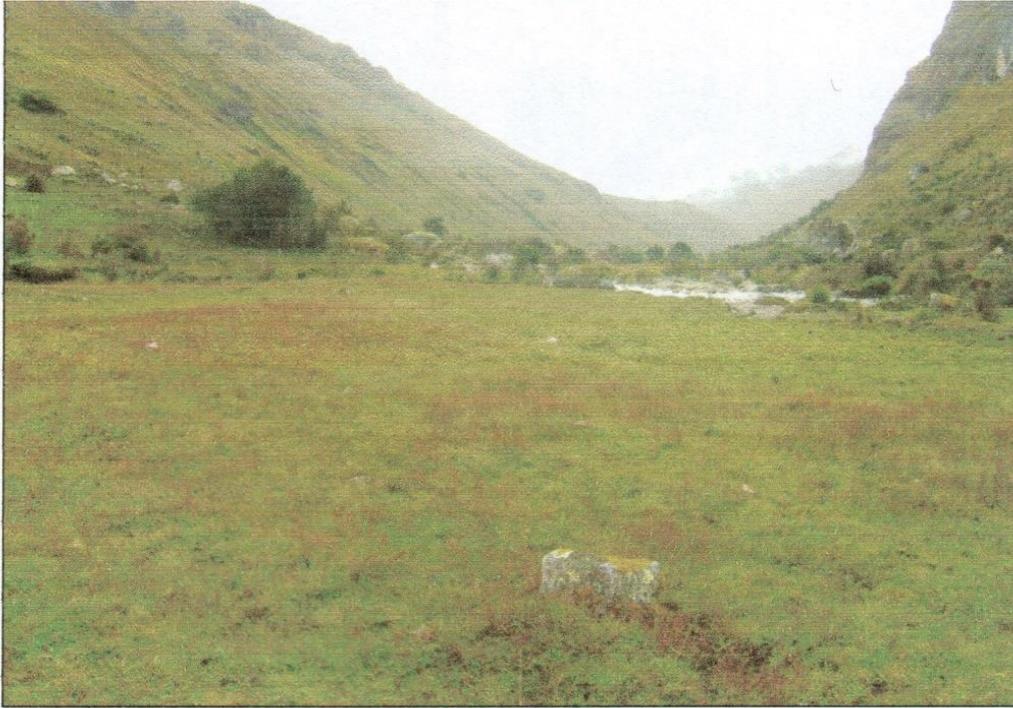
EN EL TRAZO DEL EJE DE LA VÍA, NÓTESE QUE SE ATRAVIEZA CON MATERIALES SUELTOS Y ROCA FIJA



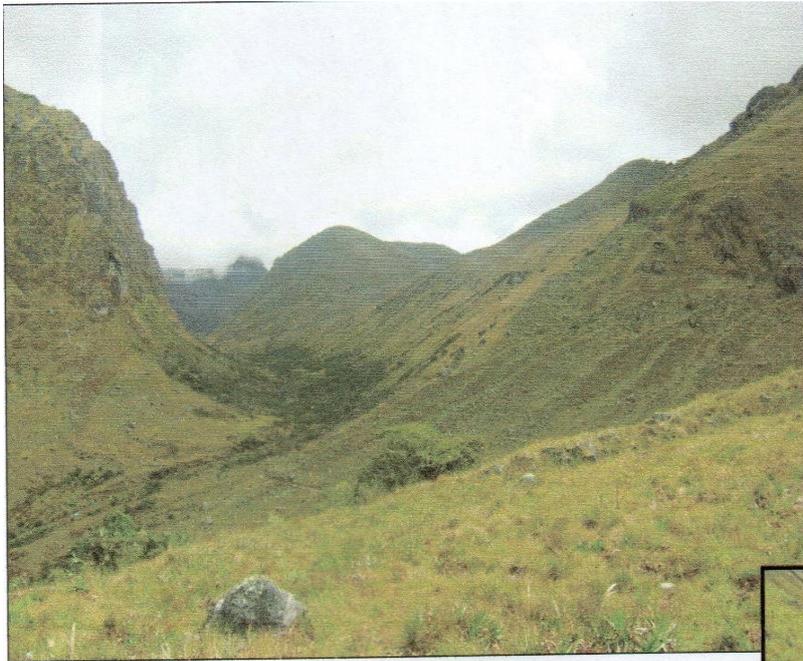
SECTOR DEL TRAZO DE LA CARRETERA EN LAS LADERAS DEL CERRO CON PRESENCIA DE MATERIALES SUELTOS Y ROCA CAÍDA POR GRAVEDAD.



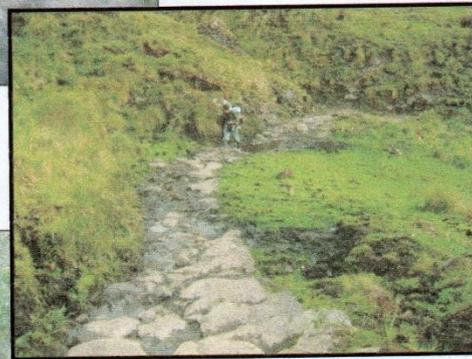
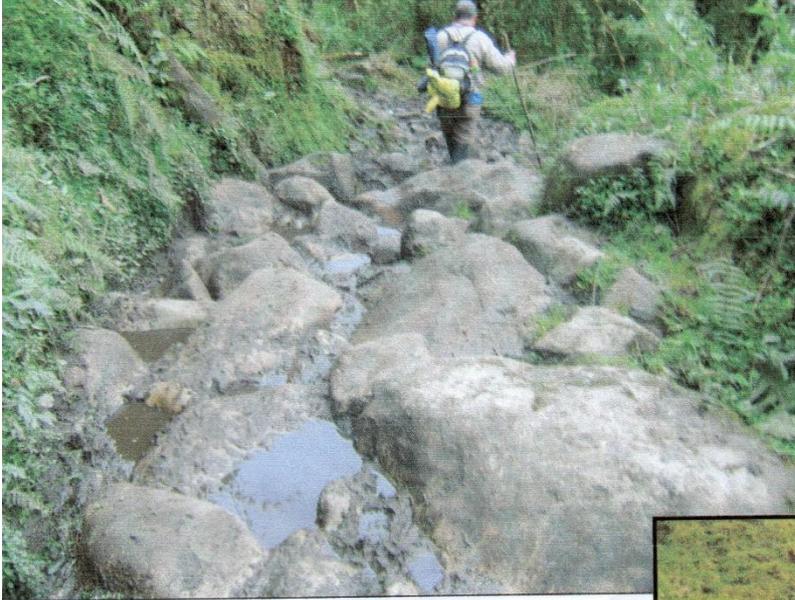
EN LA SECUENCIA DEL MACIZO ROCOSO SE PUEDE EVIDENCIAR LAS DISCONTINUIDADES DE CARÁCTER SUPERFICIAL.



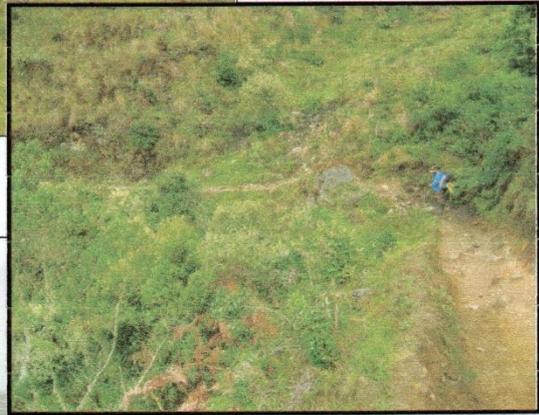
TRAMO DEL TRAZO DE LA CARRETERA QUE ATRAVIEZA QUEBRADAS Y LADERAS CON FILTRACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



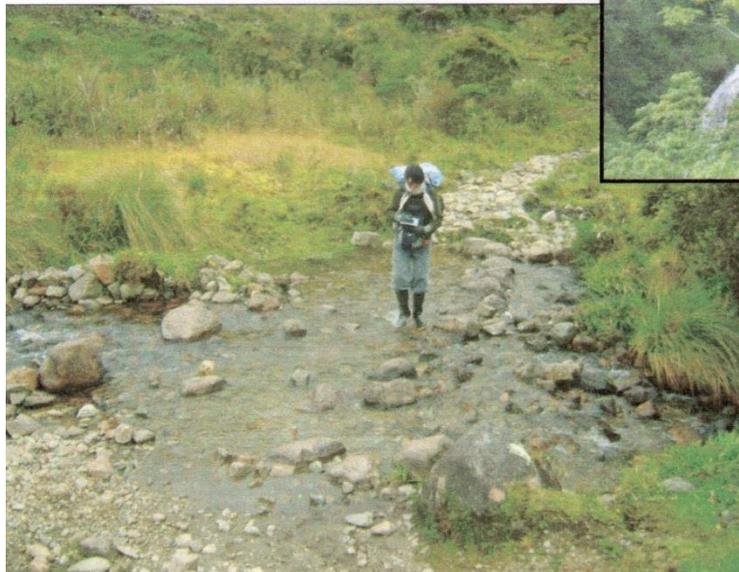
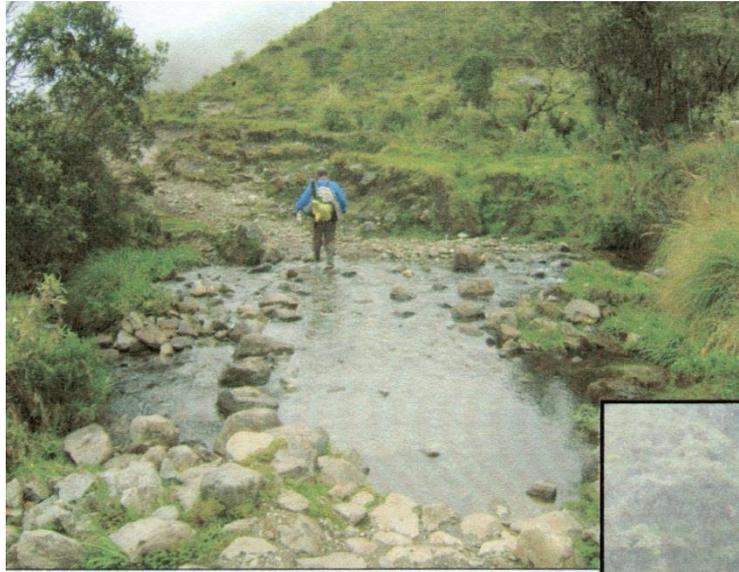
TALUD EXISTENTE EN EL TRAZO DE LA CARRETERA EN ESTUDIO, NÓTESE EL TIPO MATERIAL DE LOS CERROS CIRCUNDANTES



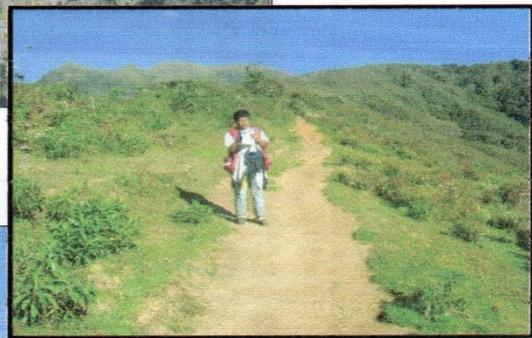
PRESENCIA DE AGUA DEL SUB SUELO PRODUCE FILTRACIÓN Y PEQUEÑOS DESLIZAMIENTOS EN EL TALUD ADYACENTE EN EL TRAZO DE LA CARRETERA.



PRESENCIA DE DERRUMBES Y/O DESLIZAMIENTOS EN EL TALUD DEL TRAZO DE LA CARRETERA, NÓTESE EL SALTO EN LA CABECERA.



CURSOS DE AGUA SUPERFICIAL EN EL TRAZO DE LA CARRETERA Y EN LOS TALUDES DE LOS CERROS ADYACENTES AL TRAZO



LADERAS DEL CERRO ADYACENTE AL TRAZO DE LA CARRETERA CON PRESENCIA DE ZONAS INESTABLES CON PROBABILIDAD DE PRODUCIRSE DESLIZAMIENTOS.



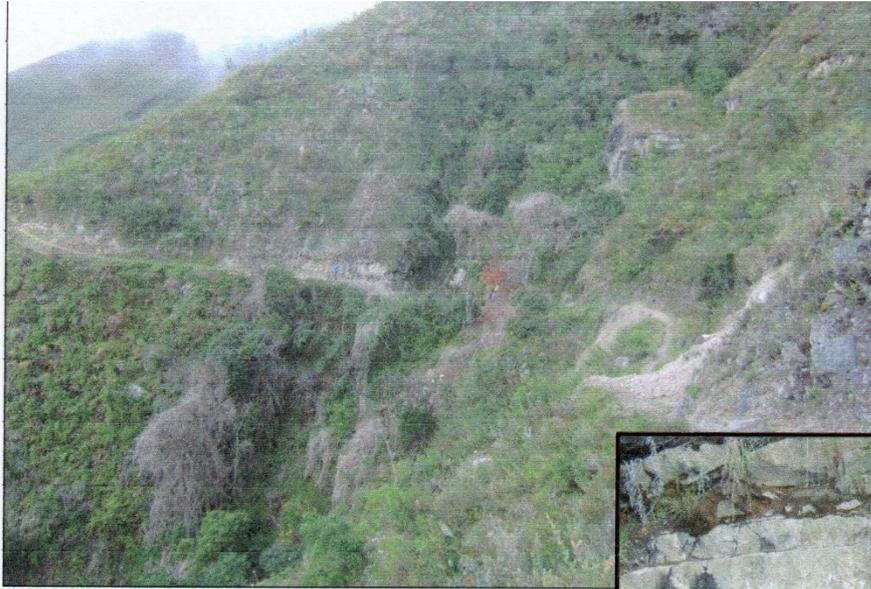
LADERAS DEL CERRO ADYACENTE AL TRAZO DE LA CARRETERA CON PRESENCIA DE ZONAS INESTABLES CON PROBABILIDAD DE PRODUCIRSE DESLIZAMIENTOS.



LOMAS Y COLINAS POR DONDE ATRAVIEZA EL TRAZO DE LA CARRETERA A CONSTRUIR, NÓTESE EL TIPO DE MATERIAL PRESENTE EN EL SECTOR INDICADO



**EN EL TRAMO FINAL DEL TRAZO DE LA CARRETERA SE PUEDE APRECIAR
LOS DEPÓSITOS DE SUELO RESIDUAL Y MATERIAL COLUVIAL.**



EN LAS VISTAS FOTOGRÁFICAS SE PUEDE APRECIAR EL TALUD EN EL CERRO ADYACENTE AL TRAZO DE LA CARRETERA, ROCAS GRANÍTICAS DEL BATOLITO PAUCARTAMBO