

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS - HUANCAYO
DEL Km. 164 + 400 AL Km.164 + 700**

GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOSE LUIS RIVERA TABOADA

Lima- Perú

2009

INDICE

RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS	9
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1: ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL DE LA CARRETERA LUNAHUANÁ – YAUYOS - CHUPACA	13
1.1. Aspectos Generales	13
1.2. Evaluación y selección de las alternativas del Estudio de Preinversión	15
CAPÍTULO 2: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS	18
2.1. Geología, Geotecnia y Estabilidad de Taludes	18
2.1.1. Objetivos	18
2.1.2. Marco Geológico Regional	18
2.1.3. Marco Geológico Local	20
2.1.4. Geodinámica Externa	21
2.1.5. Descripción Geológica y Geotécnica del Trazo Vial	23
2.1.6. Clasificación de Materiales en Taludes	24
2.1.7. Estabilidad de Taludes	25
2.1.8. Análisis de Estabilidad	28
2.1.9. Medidas Correctivas adoptadas en taludes en Roca	35
2.1.10. Voladura Controlada	37
2.2. Canteras y Fuentes de Agua	40

2.2.1. Objetivos	40
2.2.2. Canteras	40
2.2.3. Fuentes de Agua	43
2.3. Diseño de Pavimentos	44
2.3.1. Objetivos	44
2.3.2. Evaluación del Estado Actual de la Vía	44
2.3.3. Sectorización de la Vía y Evaluación de la Subrasante ..	46
2.3.4. Estudio de Tráfico	47
2.3.5. Tráfico de Diseño	49
2.3.6. Determinación del CBR de diseño y Módulo Resiliente ..	50
2.3.7. Diseño del Pavimento por el Método AASHTO 93	51
CAPÍTULO 3: EXPEDIENTE TÉCNICO	59
3.1. Memoria Descriptiva	59
3.2. Especificaciones Técnicas	67
3.3. Metrados	68
3.4. Rendimiento de Equipos y Mano de Obra	68
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	

RESUMEN

La Carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, tramo del Km. 164+400 al Km. 164+700 se caracteriza por presentar condiciones de transitabilidad mínimas, en general debido a los anchos de plataforma que varían entre 3.5 a 5.0 m.

La vía se encuentra a nivel de lastrado. En las condiciones actuales, la evaluación nos indica que presenta ahuellamientos, baches y erosión de finos, todo esto debido a la falta de un sistema de drenaje adecuado y de un mantenimiento escaso, por consiguiente no garantiza su durabilidad con el transcurrir del tiempo. Es por esto que se ha visto conveniente diseñar un pavimento flexible (mediante la metodología AASHTO 93) a fin de obtener un pavimento de mayor durabilidad y que permita una fluja vehicular cómodo y menos costoso.

Los taludes que se presentan en el tramo son a media ladera con alturas que varían entre 6 a 20 m, compuestos generalmente de material rocoso tipo arenisca y conglomerados coluviales. En las condiciones actuales se encuentran estables a parcialmente estables con sectores donde se presentan fenómenos geodinámicos como erosión y desprendimiento de material. Evaluadas las características geológicas y geotécnicas de los taludes se ha procedido a tomar las medidas correctivas (banquetas a media ladera y al pie del talud en un sector puntual) que garanticen su estabilidad y den seguridad a la vía.

Finalmente cabe indicar que los trabajos de corte se deben ejecutar utilizando voladuras controladas, ya que el tramo atraviesa una zona poblada (Alis) y se ubica dentro de una reserva paisajística (Nor Yauyos Cochas).

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.1.1:	Tramos y longitudes de la carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca	14
Cuadro N° 1.2.1:	Cuadro de Inversión y Mantenimiento según alternativa – 5 tramos	16
Cuadro N° 1.2.3:	Cuadro de Inversión y Mantenimiento según alternativa – 3 tramos	17
Cuadro N° 2.1.1:	Clasificación de Materiales de Taludes de Plataforma	24
Cuadro N° 2.1.2:	Parámetros de Clasificación RMR para Macizos Rocosos (Bieniawski 1979)	26
Cuadro N° 2.1.3:	Parámetros RMR determinados en el macizo rocoso	27
Cuadro N° 2.1.4:	Taludes de Corte Recomendados por Tipo de Terreno	28
Cuadro N° 2.1.5:	Taludes de Corte Adoptados	28
Cuadro N° 2.1.6:	Parámetros de Clasificación SMR para Macizos Rocosos (Romana 1985)	30
Cuadro N° 2.1.7:	Parámetros RMR y SMR determinados en el macizo rocoso	31
Cuadro N° 2.1.8:	Parámetros de suelos determinados en otros Estudios	32
Cuadro N° 2.1.9:	Parámetros utilizados para el análisis de estabilidad del suelo	33
Cuadro N° 2.1.10:	Parámetros utilizados y factores de seguridad obtenidos del análisis	35
Cuadro N° 2.1.11:	Medidas de corrección recomendadas para las clases de estabilidad	36
Cuadro N° 2.1.12:	Valores de SMR y medida correctiva seleccionada ...	36

Cuadro N° 2.1.13:	Valores de Espaciamientos para la Voladura Controlada	39
Cuadro N° 2.2.1:	Canteras seleccionadas para el tramo en Estudio ..	40
Cuadro N° 2.2.2:	Fuente de agua seleccionada para el tramo en Estudio	43
Cuadro N° 2.3.1:	Sectorización de la Vía	46
Cuadro N° 2.3.2:	Resumen del Índice Medio Diario Anual (IMDa)	47
Cuadro N° 2.3.3:	Tasa de Crecimiento Vehicular	48
Cuadro N° 2.3.4:	Proyección de Tráfico Tramo Zúñiga – Dv. Yauyos – San José de Quero	48
Cuadro N° 2.3.5:	Determinación de los Factores de Carga Aplicados ..	49
Cuadro N° 2.3.6:	Resumen de EAL para un periodo de 10 y 20 años ..	50
Cuadro N° 2.3.7:	Niveles de Confiabilidad Sugeridos	51
Cuadro N° 2.3.8:	Coeficientes de Capa Sugeridos	55
Cuadro N° 2.3.9:	Valores de coeficientes de drenaje (<i>mi</i>) recomendados para capas de base y sub base	56
Cuadro N° 2.3.10:	Valores de espesores para la 1ra etapa (de 0 a 10 años)	57
Cuadro N° 2.3.11:	Valores de espesores de refuerzo para la 2da etapa (de 10 a 20 años)	58
Cuadro N° 3.1.1:	Determinación de Ejes Equivalentes de Carga para el periodo de diseño a partir del Índice Medio Diario Anual (IMDa) proyectado	61
Cuadro N° 3.1.2:	Resumen de Descripción y Características Geológicas y Geotécnicas del tramo en estudio	61
Cuadro N° 3.1.3:	Evaluación y Medidas correctivas utilizadas en los taludes de roca	62
Cuadro N° 3.1.4:	Evaluación y Medidas correctivas utilizadas en los taludes de suelo	62

Cuadro N° 3.1.5:	Canteras seleccionadas para el tramo en Estudio ...	63
Cuadro N° 3.1.6:	Sectorización del tramo en estudio	63
Cuadro N° 3.1.7:	Valores de espesores para la 1ra etapa (de 0 a 10 años) y espesor de refuerzo para la 2da etapa (10 a 20 años)	64
Cuadro N° 3.3.1:	Resumen de Metrados	68

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 2.1.1:	Erosión y desprendimiento en talud de roca, progresiva Km. 164+520	22
Figura N° 2.1.2:	Inicio del Tramo en progresiva Km. 164+400, el macizo rocoso presenta buzamiento en contra del talud de corte de la plataforma	23
Figura N° 2.1.3:	Tramo entre el Km. 164+540 al Km. 164+640, presencia de conglomerado	24
Figura N° 2.1.4:	Progresiva Km. 164+600 - Análisis de Estabilidad Estático. F.S.E. = 1.596	34
Figura N° 2.1.5:	Progresiva Km. 164+600 - Análisis de Estabilidad Pseudo - Estático. F.S.P. = 1.130	34
Figura N° 2.1.6:	Esquema de distribución de voladura de precorte	38
Figura N° 2.3.1:	Plataforma de rodadura en Km 164+400	44
Figura N° 2.3.2:	Plataforma de rodadura en Km 164+600	45
Figura N° 2.3.3:	Plataforma de rodadura en Km 164+680	46

LISTA DE SÍMBOLOS

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

B: base

b: burden

c: cohesión

C: concreto

CA: carpeta asfáltica

CBR: Californian Bearing Ratio (Razón de Soporte de California)

CF: Factor de condición

Co: coluvial

E: espaciamiento

EAL: Equivalent Axis Load (Eje Equivalente de Carga)

EE_{8.2TN}: Factor de Equivalencia de carga de 8.2 Toneladas

F.C.: Factor de Carga

F.S.: Factor de Seguridad

F.S.E.: Factor de Seguridad Estático

F.S.P.: Factor de Seguridad Pseudo - estático

FpII: factor por presión de llantas

IMDa: Índice Medio Diario anual

Km: kilómetro

Kg: kilogramo

KN/m³: Kilonewton por metro cúbico

KPa: Kilopascales

Lb: libra

m: metro

m²: metro cuadrado

m³: metro cúbico

MPa: Megapascales

Mr: Módulo resiliente

msnm: metros sobre el nivel del mar

n: periodo de diseño

Pi: serviciabilidad inicial

Pt: serviciabilidad final

psi: libra por pulgada al cuadrado

q: carga de explosivos

Qh: cuaternario

R: Relleno

RL: vida remanente

RMR: Rock Mass Rating

RQD: Rock Quality Designation

SB: sub base

SMR: Slope Mass Rating

SN: Número Estructural

SNo: Número Estructural inicial

SNrem: Número Estructural Remanente

SNref: Número Estructural de Refuerzo

So: desviación estandar

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

t: Tasa de crecimiento

Tn: Toneladas

W₁₈: Número de carga equivalente a 18,000 libras

Zr: confiabilidad de diseño

γ: densidad

σ_c: Compresión Uniaxial

φ: ángulo de fricción interna

φ_t: diámetro del taladro

INTRODUCCIÓN

La facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, como parte del Curso de Titulación del presente año 2009, en la especialidad de vialidad, ha programado como Informe de Suficiencia la evaluación del proyecto Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, tramo Km. 164+400 al Km. 164+700, cuyo objetivo es identificar, evaluar, analizar y dar soluciones a los problemas de ingeniería que se presenten.

El desarrollo del presente informe tiene como objetivo determinar las características geológicas y geotécnicas del terreno y evaluar las condiciones del estado actual del tramo en estudio (Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del Km. 164+400 al Km. 164+700) a fin de tomar las medidas correctivas que determinen una adecuada seguridad y transitabilidad, dentro de las normas establecidas.

El presente informe se divide en tres capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo 1: *Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca.*- Este capítulo nos sirve como antecedente ~~para~~ tener conocimiento sobre las características y la situación actual de la carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca en todo su recorrido, además de indicar la evaluación económica realizada y las alternativas seleccionadas.

Capítulo 2: *Geología, Geotecnia y Diseño de Pavimentos.*- Este capítulo está subdividido en 3 partes:

Geología, Geotecnia y Estabilidad de Taludes: en esta sección se evalúa el estado actual de los taludes de ladera, determinando sus características geológicas y geotécnicas para finalmente determinar los cortes a realizar,

analizar su estabilidad, decidir las medidas correctivas para los taludes y fijar los métodos de excavación.

Canteras y Fuentes de Agua: en esta sección se han seleccionado las canteras y fuentes de agua a utilizar para la etapa de construcción en función a su accesibilidad, propiedades, uso y distancia a la zona de estudio.

Diseño de Pavimentos: en esta sección se ha determinado la estructura del pavimento flexible a utilizar (carpeta asfáltica) aplicando el método AASHTO 93. Cabe señalar que el diseño se ha realizado para un periodo de 20 años en dos etapas, la primera de 10 años con base y carpeta asfáltica y la segunda para el periodo comprendido entre 10 y 20 años, reforzando la carpeta asfáltica.

Capítulo 3: *Expediente Técnico.*- este capítulo se presentan todos los documentos obtenidos como resultado del estudio realizado, los cuales permitirán la correcta ejecución de las obra. Dentro del capítulo se desarrollará la Memoria Descriptiva y las Especificaciones Técnicas de los trabajos a realizar.

CAPÍTULO 1

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL DE LA CARRETERA LUNAHUANÁ – YAUYOS – CHUPACA

1.1. ASPECTOS GENERALES

Dentro del marco de las políticas de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura de transporte (Proyecto Perú) Provias Nacional ha incluido a la carretera: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, la cual forma parte de nuestra ruta en estudio Cañete – Yauyos – Huancayo. El proyecto tiene como fin integrar a los centros poblados de los departamentos de Lima y Junín, mejorando el nivel de servicio a las poblaciones comprometidas, prestando y propiciando el desarrollo sostenible en la zona, dentro de un marco de eficiencia económica y preservación del medio ambiente.

La carretera existente (Lunahuaná – Yauyos – Chupaca) de 252.3 Km., ha sido construida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en base a los lineamientos de política sectorial como consecuencia de los alcances de los Planes de Desarrollo Nacional, Regional y Local, que proponen la integración de las zonas de producción a través de la carretera longitudinal de la sierra, permitiendo asimismo, la posibilidad futura de lograr el intercambio de las producciones excedentes hacia el mercado interno y externo.

En la actualidad la carretera se encuentra en constante mantenimiento por parte de la empresa Consorcio Gestión de Carreteras. El tramo Lunahuaná - Pacarán (12.5 Km) recorre una vía asfaltada en la margen derecha del río Cañete. El tramo Pacarán – Zúñiga (4.2 Km) recorre una vía a nivel de tratamiento superficial bicapa. El tramo Zúñiga – Dv. Yauyos - Ronchas (207.7 Km) está conformado por una vía afirmada hasta una vía a nivel de trocha y, conforme se avanza, el valle se va estrechando y la carretera atraviesa una topografía a media ladera con un ancho de calzada que se torna variable entre 3.50 y 5.00 metros y pendientes variables entre 6% y 10% en tramos de ascenso. En el Km.

162+200 la carretera abandona el curso del río Cañete y recorre la margen izquierda del río Alis continuando por un cañón muy cerrado hasta llegar al caserío de Alis Km. 165+000. Siguiendo la carretera se encuentra con dos túneles y se arriba a Tomas en el Km. 172+800; a partir de ahí el ancho de calzada se amplía entre 6.00 y 7.00 metros hasta llegar al distrito Ronchas. Finalmente el tramo Ronchas – Chupaca (16.3 Km) se encuentra con tratamiento superficial bicapa.

El mantenimiento se hizo necesario por tratarse de una vía alterna a la Carretera Central para el acceso al centro del país, debido a que no ofrece las condiciones de transitabilidad que requiere una vía de tal importancia.

El perfil desarrollado dividió la carretera en 5 tramos, las longitudes de cada tramo se presentan a continuación:

Cuadro N° 1.1.1: Tramos y longitudes de la carretera Lunahuaná – Yauyos - Chupaca

Tramo	Longitud
Lunahuana - Pacarán	11.907 Km.
Pacarán - Zúñiga	3.743 Km.
Zúñiga - Dv. Yauyos	70.400 Km.
Dv. Yauyos - Roncha	128.185 Km.
Roncha - Chupaca	16.541 Km.

Fuente: Elaboración Propia

En el tramo comprendido el desvío a Yauyos y Ronchas se encuentra ubicado nuestro tramo de estudio (km. 164+400 al km. 164+700) y se puede indicar que se trata de una vía de tercer orden, camino rural que se desarrolla sobre una topografía a media ladera accidentada y terrenos deleznable, con un ancho que varía de 3.5 a 5.0m, y pendientes en el rango de 7 % a 10 %. El pueblo de Alis se encuentra en la progresiva Km. 165+000, cota 3,282 msnm.

1.2. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DEL ESTUDIO DE PREINVERSIÓN

Objetivo del Proyecto

El objetivo planteado en el estudio de perfil es: “Mejorar el Nivel de Transitabilidad que facilite el traslado de carga y pasajeros”, para esto es necesario rehabilitar y mejorar los tramos de la ruta 22 que permitirán al poblador que se beneficie sustancialmente con menores costos operativos de viaje, menores tiempo de viaje, mayor seguridad, mayor flujo vehicular y que así todos factores que generarán un flujo económico y beneficios que elevarán considerablemente el nivel de vida de los pobladores de la zona.

Alternativas de Solución

Identificados los problemas y determinados los objetivos se procedió a definir las alternativas de solución las cuales son las siguientes:

- a. Mantenimiento Básico Optimizado
- b. Análisis de Nivel de Afirmado
- c. Análisis a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)
- d. Análisis a Nivel de Carpeta Asfáltica.

Evaluación Económica

La información básica para calcular los indicadores de rentabilidad, es el flujo de beneficios y costos del proyecto, el cual se obtiene como la diferencia de los flujos de beneficios y costos en la situación “Con Proyecto”, menos el flujo de beneficios y costos de la situación “Sin Proyecto” (Situación Base), diferencia a la cual se le denomina flujo incremental.

Metodología Costo/Beneficio

Este método se aplica a los proyectos en los cuales los beneficios se pueden valorar, por lo tanto se pueden comparar directamente con los costos. Los beneficios y costos que se comparan son los “Incrementales”. Se deberá utilizar

los indicadores de Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Para los cálculos de actualización de los flujos sociales se ha utilizado la tasa de descuento social del 14% y los costos y beneficios se han ajustado de acuerdo a factores de corrección.

Cuadro N° 1.2.1: Cuadro de Inversión y Mantenimiento según alternativa – 5 tramos

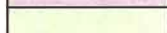
Estado inicial	TSB	TROCHA	TROCHA	TROCHA	TROCHA	5 TRAMOS VAN PROYECTO MILLONES \$
IMD	323.00	266.00	35.00	21.00	344.00	
KM	11.907	3.743	70.400	128.185	16.541	
ALTERNATIVAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5	
ALT 1	1.57	0.39	-10.50	-25.33	3.14	-30.73
ALT 2	1.57	0.37	-13.54	-32.95	2.88	-41.67
ALT 3	1.57	0.56	-9.26	-24.69	3.59	-28.24
ALT 4	1.57	0.56	-10.50	-25.33	3.59	-30.11
ALT 5	1.57	0.37	-10.50	-25.33	2.88	-31.01
ALT 6	1.57	0.39	-10.50	-25.33	2.88	-30.99
ALT 7	1.57	0.37	-10.50	-25.33	3.59	-30.29
ALT 8	1.57	0.56	-10.50	-25.33	2.88	-30.82
ALT 9	1.57	0.56	-10.50	-25.33	2.88	-30.82

Fuente: Elaboración Propia

ASFALTADO



TSB



AFIRMADO



Como se observa los tramos 3 y tramo 4 hicieron que la inversión no sea rentable debido a que se obtiene un VAN negativo para todas las alternativas, es por eso que solo se hizo un análisis de los tramos 1, 2 y 5.

Cuadro N° 1. 2: Cuadro de Inversión y Mantenimiento según alternativa – 3 tramos

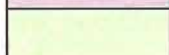
Estado inicial	TSB	TROCHA	TROCHA	TROCHA	TROCHA	3 TRAMOS VAN PROYECTO MILLONES \$
IMD	323.00	266.00	35.00	21.00	344.00	
KM	11.907	3.743	70.400	128.185	16.541	
ALTERNATIVAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5	
ALT 1	1.57	0.39	0.00	0.00	3.14	5.10
ALT 2	1.57	0.37	0.00	0.00	2.88	4.82
ALT 3	1.57	0.56	0.00	0.00	3.59	5.72
ALT 4	1.57	0.39	0.00	0.00	2.88	4.84
ALT 5	1.57	0.37	0.00	0.00	3.59	5.53
ALT 6	1.57	0.56	0.00	0.00	2.88	5.01

Fuente: Elaboración Propia

ASFALTADO



TSB



AFIRMADO



En el cuadro se observa se escogió la alternativa 2, que es mejoramiento a nivel de asfaltado en los tramo 1, tramo 2 y tramo 5. Cabe señalar que se escoge esta alternativa aun sabiendo que se obtiene un VAN inferior que las demás alternativas debido a que esta alternativa nos proporciona mejor rendimiento y mayor tiempo de vida útil.

Sin embargo considerando que nuestra vía en estudio (km. 164+400 al km. 164+700) se encuentra ubicado dentro del tramo 4 y este sólo requiere un mantenimiento básico optimizado (no es viable la pavimentación), se ha procedido a proyectar un pavimento a nivel de carpeta asfáltica, teniendo en cuenta que la vía atraviesa el poblado de Alis y por lo tanto se busca darle transitabilidad y confort a los vehículos que atraviesen el pueblo, además que se busca una mayor tiempo de vida útil.

CAPÍTULO 2

GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.1. GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES

2.1.1. Objetivos

El estudio de Geología, Geotecnia y Estabilidad de taludes tiene como objetivo determinar las características geológico-geotécnicas del terreno mediante las observaciones, evaluaciones y toma de datos de campo, ensayos de laboratorio y labores de gabinete, determinando la composición y comportamiento de las diferentes formaciones geológicas (rocas y suelos) en las que se emplaza el tramo en consideración, emitiéndose las medidas correctivas y/o recomendaciones, buscando la estabilidad de la vía, un tráfico regular y la seguridad necesaria, cuando la vía preste servicios a un mayor volumen de tráfico en las nuevas condiciones a crearse con las obras de rehabilitación y mejoramiento.

2.1.2. Marco Geológico Regional

Estratigrafía Regional

En este acápite se consideran las formaciones geológicas localizadas a nivel regional. La información se presenta a partir de la formación más antigua a la más reciente.

Formaciones Oyón y Chimú

Los estratos más antiguos de la formación afloran en la parte sur oeste del cuadrángulo de Yauyos, aflorando en la carretera Magdalena – Yauyos. Esta conformada por areniscas en capas de 5 a 10 m intercaladas con limolitas y areniscas de grano fino y de color negro, que pueden contener lentes de carbón.

Formación Goyllarisquizga

Compuesto esencialmente de limolitas y de areniscas de grano fino, y un miembro superior cuya base consiste en areniscas macizas, a menudo conglomeradas y forma un farallón seguido por una sucesión de depresiones limo-arenosas o limo-carbonosas.

Formación Pariatambo

Tiene la misma distribución que la Formación Chulec (la cual se detalla más adelante).

Formación Jumasha

Es un paquete esencialmente calcáreo. En el límite inferior de la formación las dolomitas y arcillas bituminosas ricas en cherts de la formación Pariatambo pasan, bruscamente pero sin interrupción, de la sedimentación a las calizas o dolomitas macizas pobres en materia orgánica y en cherts que forman la base de la Formación Jumasha, seguido en su parte media por calizas en estratos delgados de color gris amarillento algo margoso. En la parte superior las calizas gris azulinas se estratifican en estratos delgados a gruesos formando monoclinales; pero en el río Alis estos se encuentran fuertemente replegados.

Geomorfología Regional

Flanco Occidental Andino y Cordillera Occidental

Geomorfológicamente el área de estudio corresponde mayormente a la unidad geomorfológica conocida como Flanco Occidental Andino y Cordillera Occidental. Las cumbres más altas de la Cordillera no son crestones de rocas sedimentarias alineadas sino más bien corresponden a restos aislados puestos en valor por la erosión glaciaria.

La erosión regresiva de las aguas del río Cañete, así como la influencia glaciaria, hacen que el flanco superior del valle sea amplio, afectado por la acción glaciaria (valle en U y una última etapa de erosión activa que ha formado valles en V con reducidas terrazas en el fondo del valle).

2.1.3. Marco Geológico Local

Estratigrafía Local

En el presente estudio, se han identificado dos formaciones que atraviesan el tramo evaluado.

Formación Chulec

Se compone de un cierto número de secuencias grano creciente que idealmente comprenden los siguientes elementos, de abajo hacia arriba:

Arcillas calcáreas de color gris oscuro a gris claro, se depositaron en un ambiente marino profundo.

Lodolitas calcáreas arcillosas grises con fauna pelágica o indicios de bioturbación, depositadas también en la profundidad cero.

Formación Carhuaz

Son mayormente areniscas arcólicas de color gris, blanco amarillento de grano fino en estratos delgados y definidos, en las limolitas dominan los colores gris y verdoso con algo de rojo. Las areniscas Carhuaz son finas y forman bancos y laminaciones paralelas de baja energía y por lo general son de intemperismo fácil por lo que pueden quedar siempre cubiertos por suelo y vegetación.

Depósitos Coluviales (Qh-co)

Estos depósitos cubren parcialmente las diferentes laderas de los cerros y lomadas. Es producto de la meteorización mayormente física, resultante principalmente de la gravedad o por movimientos sísmicos. Por lo general, está constituido por fragmentos rocosos en las laderas de los cerros. Estos depósitos tienen poca distancia de transporte en relación a la roca de origen.

Geomorfología Local

Laderas

Corresponde a los taludes o flancos de los promontorios y quebradas, constituidos por superficies regulares y/o irregulares, conformados predominantemente por suelos y en menor porcentaje por rocas de naturaleza variada. Sobre esta unidad geomorfológica se efectúan los cortes viales.

2.1.4. Geodinámica Externa

En general en el tramo del estudio los fenómenos geodinámicos han sido de baja envergadura. Sin embargo, es normal considerar a los procesos de intemperismo: viento, precipitación pluvial, cambios de temperatura, y otros, que vienen afectando a las rocas y suelos aunque de manera poco significativa.

Entre los fenómenos geodinámicos más notorios tenemos:

Erosión de laderas

En términos generales se entiende por erosión de laderas todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de los materiales de superficie (suelo o roca) por el continuo ataque de agentes erosivos que tienden a degradar la superficie natural del terreno.

A lo largo del trazo se presenta:

Ubicación: Km. 164+500 al Km 164+540

Proceso: Erosión de taludes de roca sedimentaria.

Causa: El talud no presenta cobertura vegetal además presenta discontinuidades en contra del talud.

Desprendimiento de Roca

Son caídas de fragmentos rocosos de diverso tamaño, en forma libre, saltos, rebote y rodamiento por pérdida de la cohesión. Ocurren en pendientes

empinadas, de afloramientos rocosos muy fracturadas y/o meteorizados, así como en taludes de suelos que contengan fragmentos rocosos o en bloques sueltos sobre laderas.

A lo largo del trazo se presenta:

Ubicación: Km. 164+500 al Km. 164+540

Proceso: Potencial desprendimiento de rocas en el talud izquierdo de la carretera actual.

Causa: Existe erosión en el talud, lo que favorece la pérdida de cohesión, además de presentar buzamientos en contra del talud.

Ubicación: Km. 164+640 al Km. 164+650

Proceso: Potencial desprendimiento de rocas en talud izquierdo de la carretera actual.

Causa: Existe erosión en el talud, lo que favorece la pérdida de cohesión. La roca se encuentra fracturada formando bloques.



Figura N° 2.1.1: Erosión y desprendimiento en talud de roca, progresiva Km. 164+520

2.1.5. Descripción Geológica y Geotécnica del Trazo Vial:

Km. 164+400 – Km. 164+ 500

Presenta una arenisca, de color pardo amarillento, poco alterada, dura, moderadamente fracturada, con presencia de discontinuidades con buzamiento contra talud, en algunos tramos está cubierto por suelo residual y vegetación.



Figura N° 2.1.2: Inicio del Tramo en progresiva Km. 164+400, el macizo rocoso presenta buzamiento en contra del talud de corte de la plataforma

Km. 164+500 – Km. 164+ 540

Presenta una arenisca, de color pardo amarillento, moderadamente alterada, dura, presenta discontinuidades con buzamiento contra talud, no hay presencia de cobertura de suelo residual o vegetación.

Km. 164+540 –Km. 164+640

Conglomerado, de color beige claro a oscuro, conformado por fragmentos entre 0.03 a 0.05 m, de bordes subredondeados a redondeados, englobados en matriz limo – arcillosa; en algunos tramos presenta bloques de 0.60 m de diámetro. En el Km. 164+620 – Km. 164+630 hay un afloramiento rocoso de arenisca, de color pardo amarillento, ligeramente alterada, fracturada, moderadamente dura.



Figura N° 2.1.3: Tramo entre el Km. 164+540 al Km. 164+640, presencia de conglomerado

Km.164+640 – Km. 164+700

Areniscas y lutitas de color pardo amarillento, con cobertura de suelo residual y vegetación, moderadamente dura. Entre las progresivas Km. 164+640 al Km. 164+650 la roca se encuentra alterada y fracturada, no presenta cobertura vegetal.

2.1.6. Clasificación de Materiales en Taludes

Se ha evaluado estimativamente en campo los materiales que conforman los taludes de la plataforma, en función de la resistencia que ofrecen para ser excavados; para lo cual se ha considerado tres tipos de materiales: Roca Fija, Roca Suelta y Material Suelto.

Cuadro N° 2.1.1: Clasificación de Materiales de Taludes de Plataforma

Progresiva inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Longitud (m)	Roca Fija (%)	Roca Suelta (%)	Material Suelto (%)	Tipo de Material
164+400	164+420	20	90	5	5	Roca
164+420	164+500	80	80	10	10	Roca

Progresiva inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Longitud (m)	Roca Fija (%)	Roca Suelta (%)	Material Suelto (%)	Tipo de Material
164+500	165+540	50	90	10	-	Roca
165+540	165+640	125	-	-	100	Suelo
165+640	165+700	25	80	10	10	Roca

Fuente: Elaboración Propia

2.1.7. Estabilidad de Taludes

Se ha efectuado la evaluación geotécnica para la estabilización de taludes del tramo en consideración, para ello se ha realizado una evaluación de reconocimiento en la que se identificaron, en forma genérica, los problemas de inestabilidad y clasificación según su tipo. Posteriormente se procedió a la evaluación específica al detalle y las consiguientes medidas correctivas para cada caso.

El criterio técnico asumido para el diseño de los nuevos taludes se ha basado en tomar ventaja de características en los cortes actuales, evaluando y considerando taludes de reposo que las rocas y/o materiales conformantes han logrado en el tiempo transcurrido.

Estabilidad de taludes en roca

La gran mayoría de rocas expuestas en los cortes de esta carretera, están conformadas por rocas sedimentarias (areniscas y lutitas).

El intemperismo ocurre cuando el talud, al exponer su superficie (pared) de roca se intemperiza a velocidades variadas en función a su composición y grado de litificación. Así mismo, ocasiona la fácil disgregación de las capas u horizontes más débiles, originando consiguientemente la caída o derrumbe de las más fuertes o competentes, por carecer de base de sustentación.

En los taludes en que la roca está expuesta, para su evaluación se ha adoptado los métodos convencionales que corresponden al Sistema de Clasificación Geomecánica denominado RMR (Rock Mass Rating).

Para la obtención de esta clasificación se toman en cuenta seis parámetros:

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

Cuadro N° 2.1.2: Parámetros de Clasificación RMR para Macizos Rocosos (Bieniawski 1979)

VALORES DEL RMR (BIENIAWSKI, 1979)							
PARÁMETROS	INTERVALO DE VALORES						
Resistencia de la roca intacta a Compresión Simple	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
Valoración	15	12	7	4	2	1	0
RQD	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%		
Valoración	20	17	13	8	3		
Separación entre juntas	> 2 m	0,6-2 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm		
Valoración	20	15	10	8	5		
Condición de las juntas	Muy rugosas No continuas Cerradas Bordes sanos y duros	Algo rugosas Separación < 1mm Bordes algo meteorizados	Algo rugosas Separación < 1mm Bordes muy meteorizados	Espejos de falla o Relleno < 5 mm o Separación 1-5 mm Continuas	Relleno blando > 5 mm o Separación > 5 mm Continuas		
Valoración	30	25	20	10	0		
Flujo de agua en las juntas	Secas 0,0	Ligeramente húmedas 0,0-0,1	Húmedas 0,1-0,2	Goteando 0,2-0,5	Fluyendo 0,5		
Valoración	15	10	7	4	0		

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA		
Clase	Descripción del macizo rocoso	RMR
I	Roca muy buena	81-100
II	Roca buena	61-80
III	Roca aceptable	41-60
IV	Roca mala	21-40
V	Roca muy mala	0-20

Durante la etapa de campo los taludes se evaluaron mediante los referidos parámetros en áreas más características, en cuanto al tipo de roca y su riesgo a inestabilidad, determinándose los siguientes parámetros RMR (ver Anexo 1: Geología, Geotecnia y Estabilidad de Taludes) para los taludes:

Cuadro N° 2.1.3: Parámetros RMR determinados en el macizo rocoso

Tramo	Progresiva (Km)	RMR	Clase	Calidad
164+400 - 164+500	164+400	68	II	Roca Buena
164+500 - 164+540	164+525	52	III	Roca Aceptable
164+640 - 164+700	-	-	-	Roca Buena

Fuente: Elaboración Propia

Estabilidad de taludes en suelo

De acuerdo a la descripción geológica y geotécnica, parte de los cortes afectan a un conglomerado. Los taludes existentes son de pendientes moderadas, encontrándose en el rango de 3:1 a 4:1 (V:H), con alturas promedio entre los 5 y 7 m. Los materiales de estos taludes son granulares con presencia de finos y de mediana a baja plasticidad.

Determinación del talud de corte

De acuerdo al comportamiento de los actuales taludes presentes en la ruta, son convenientes adoptar, en los nuevos taludes, los valores que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2.1.4: Taludes de Corte Recomendados por Tipo de Terreno

CLASE DE TERRENO	TALUD (V:H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca Fija	10:1	(*)	(**)
Roca Suelta	6:1 – 4:1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4:1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4:1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3:1	(*)	(**)

(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(**) Requiere análisis de estabilidad

Nota: En algunos casos se presentan taludes de corte de 8 o 10:1, debiendo mantenerse o evaluarse estas posibilidades.

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Finalmente se han adoptado los siguientes taludes de corte en el tramo:

Cuadro N° 2.1.5: Taludes de Corte Adoptados

Progresiva inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Longitud (m)	Tipo de Material	Talud adoptado (V:H)	Banquetas
164+400	164+540	140	Roca	10:1	Altura: 7 m Ancho: 3 m
164+540	164+640	100	Suelo	3:1	Altura: 7 m Ancho: 3 m
165+640	165+700	60	Roca	10:1	Altura: 7 m Ancho: 3 m

Fuente: Elaboración Propia

2.1.8. Análisis de Estabilidad

Análisis de Estabilidad de Taludes en Roca

Para la evaluación de la calidad de los taludes excavados en roca, se aplicó el índice SMR (Slope Mass Rating), que permite evaluar empíricamente la estabilidad de un talud.

A partir del índice RMR de Bieniawski, Romana ha propuesto la clasificación SMR aplicada a taludes. Este se obtiene a partir del RMR, definiéndose unos factores de ajuste por orientación de discontinuidades y por el método de excavación; el primero de estos es producto de los subfactores F1, F2 y F3, mientras que el factor F4 está ligado al método de excavación.

Según el valor del SMR, se obtienen 5 categorías de macizo rocoso variando de muy mala a muy buena, así mismo 5 clases de estabilidad, variando de completamente inestable a completamente estable, determinándose para cada tipo una clase de tratamiento general.

F1 depende del paralelismo entre el rumbo de las diaclasas y del frontis del talud. Varía entre 1.00 (cuando ambos rumbos son paralelos) y 0.15 (cuando el ángulo entre ambos rumbos es mayor de 30° y la probabilidad de rotura es muy baja).

F2 depende del buzamiento de la diaclasa en la rotura. En cierto sentido es una medida de la probabilidad de la resistencia cizallante de la diaclasa. Varía entre 1,00 (para diaclasas con buzamiento superior a 45°) y 0,15 (para diaclasas con buzamiento inferior a 20°).

F3 refleja la relación entre los buzamientos de la diaclasa y el talud.

El factor de ajuste según el método de excavación, F4, ha sido establecido empíricamente.

Cuadro N° 2.1.6: Parámetros de Clasificación SMR para Macizos Rocosos (Romana 1985)

ADJUSTING FACTORS FOR JOINTS (F ₁ , F ₂ , F ₃)	α_j = DIP DIRECTION OF JOINT β_j = DIP OF JOINT α = DIP DIRECTION OF SLOPE β = DIP OF SLOPE				
	VERT FAVOURABLE	FAVOURABLE	FAIR	UNFAVOURABLE	VERY UNFAVOURABLE
PLANE FAILURE $ \alpha_j - \alpha_s =$ TOPPLING $ \alpha_j - \alpha_s - 180^\circ =$ F VALUE RELATIONSHIP	$< 30^\circ$	$30^\circ - 20^\circ$	$20^\circ - 10^\circ$	$10^\circ - 5^\circ$	$< 5^\circ$
	0.15	0.40	0.70	0.55	1.00
	$F_1 = (1 - \sin(\alpha_j - \alpha_s))^2$				
F VALUE RELATIONSHIP	$ \beta_j =$	$20^\circ - 30^\circ$	$30^\circ - 35^\circ$	$35^\circ - 45^\circ$	$> 45^\circ$
	0.15	0.40	0.70	0.55	1.00
	$F_2 = \lg^{-1} \beta_j$				
PLANE FAILURE $\beta_j - \beta_s =$ TOPPLING $\beta_j + \beta_s =$ F VALUE RELATIONSHIP	$> 10^\circ$	$10^\circ - 0^\circ$	0°	$0^\circ - (-10^\circ)$	$< (-10^\circ)$
	$< 110^\circ$	$110^\circ - 120^\circ$	$> 120^\circ$	-	-
	0	-0	-25	-50	-60
	F_3 (BIENIAWSKI ADJUSTMENT RATINGS FOR JOINTS ORIENTATION, 1976)				
F ADJUSTING FACTOR FOR EXCAVATION METHOD F VALUE	F_4 = EMPIRICAL VALUES FOR METHOD OF EXCAVATION				
	NATURAL SLOPE	PRESPLITTING	SMOOTH BLASTING	BLASTING or MECHANICAL	DEFICIENT BLASTING
	-15	-10	-5	0	-5

Clases de Estabilidad según SMR para Macizos Rocosos

CLASS N°	Ib	Ia	IIb	IIa	IIIb	IIIa	IVb	IVa	Ib	Ia
DESCRIPTION	VERY BAD		BAD		FAIR		GOOD		VERY GOOD	
STABILITY	COMPLETELY UNSTABLE		UNSTABLE		PARTIALLY STABLE		STABLE		COMPLETELY UNSTABLE	
FAILURES	BIG PLANAR or SOIL-LIKE		PLANAR or BIG WEDGES		SOME JOINTS or MANY WEDGES		SOME BLOCKS		NONE	
SUPPORT	REEXCAVATION		IMPORTANT CORRECTIVE		SYSTEMATIC		OCCASIONAL		NONE	

Finalmente el valor de SMR se determina con la siguiente expresión:

$$SMR = RMR + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

Las principales discontinuidades que se presentan son en contra de la pendiente del talud, por lo cual el riesgo que se presente rotura por vuelco dependerá del valor determinado de SMR:

Roturas por vuelco	
SMR > 65	Ninguna
65 > SMR > 50	Menores
40 > SMR > 30	Muy grandes

A partir de la evaluación del RMR anteriormente efectuada, se determinó los siguientes valores de SMR (Ver Anexo 1: Geología, Geotecnia y Estabilidad de Taludes):

Cuadro N° 2.1.7: Parámetros RMR y SMR determinados en el macizo rocoso

Tramo	Progresiva (Km)	RMR	SMR	Rotura	Estabilidad
164+400 - 164+500	164+400	68	66	Ninguna	Estable
164+500 - 165+540	164+520	52	50	Menores	Parcialmente Estable
164+640 - 164+700	-	-	-	-	Estable

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Estabilidad de Taludes en Suelo

Los métodos de análisis de estabilidad que utilizan criterios de equilibrio límite, en general, se basan en la resistencia al deslizamiento de los taludes, tomando en cuenta ciertas hipótesis con relación al mecanismo de falla, condiciones estáticas de equilibrio, etc.

Para la evaluación de la estabilidad de los taludes se empleó el programa SLIDE 5.0, el mismo que incorpora dentro de sus cálculos las metodologías de Bishop, Jambu y el método de dovelas, estas metodologías básicamente hacen equilibrio de momentos y de fuerzas. Así proporciona valores del factor de seguridad muy próximo de aquellos obtenidos utilizando métodos rigurosos.

Dentro de las características de este método se considera un problema de deformación plana, en el cual la superficie de falla puede ser circular o planar, en las que los valores de cohesión, fricción y presión de poros permanecen constantes.

El factor de seguridad al deslizamiento está definido como:

$$F.S. = \frac{\sum [c\bar{b} + (W_i - u_i) b \operatorname{tg} \bar{\phi}]}{\sum W_i \operatorname{Sen} \alpha} \times \frac{1}{m_\alpha}$$

$$m_\alpha = \cos \alpha_i [1 + (\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \bar{\phi} / FS)]$$

Donde:

- F.S. = Factor de seguridad.
 c = Cohesión del suelo
 ϕ = Ángulo de fricción interna.
 b = Ancho de la dovela.
 W_i = Peso total de la dovela.
 u_i = Presión de poros.
 α_i = Ángulo de la base de la dovela con la horizontal.

Esta ecuación no lineal se resuelve por iteraciones hasta alcanzar la convergencia en el cálculo del factor de seguridad.

Para el análisis de estabilidad se han adoptado parámetros de estudios realizados a conglomerados, donde se obtuvieron los siguientes parámetros para distintos tipos de suelos granulares:

Cuadro N° 2.1.8: Parámetros del suelos determinados en Estudios

Tipo de Material	γ (KN/m ³)	ϕ (°)	C (KPa)	Fuente
Conglomerado	21	40	55	Ing. Mariela Cañari Sánchez - Análisis de Estabilidad de Taludes en la Costa Verde
Suelo Natural (GC sin bolones)	19	32	30	Provias Nacional - Estudio Complementario de Estabilidad de Taludes y Adecuación del Expediente Técnico de la Carretera Tingo María – Aguaytía TRAMO 1.2: Km. 15+200 – Km. 51+551
Suelo Natural (GC sin bolones)	19	25	39	

Finalmente para el análisis de estabilidad se ha determinado utilizar los siguientes parámetros:

Cuadro N° 2.1.9: Parámetros utilizados para el análisis de estabilidad del suelo

Tramo	Progresiva (Km)	γ (KN/m ³)	ϕ (°)	c (KPa)
164+540 - 164+640	164+600	21	35	40

Fuente: Elaboración Propia

Sismicidad

El Perú está comprendida entre una de las regiones del continente de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto está expuesto a este peligro.

Las aceleraciones máximas para muros y taludes se analizan con una vida útil de 50 años, los valores más altos de aceleraciones máximas están en la costa y van disminuyendo a medida que se avanza hacia el este.

El valor adoptado para la aceleración sísmica se ha obtenido del mapa de isoaceleraciones para un periodo de vida útil de 50 años. El valor de la aceleración para la zona (sierra de Lima) es de 0.34g (Fuente: Dinámica de Suelos Autor: Dr. Jorge Alva Hurtado).

Cálculo de los Factores de Seguridad Estático y Pseudo - estático

Para el caso del análisis de estabilidad de los taludes proyectados se considerará un factor de seguridad estático mínimo de 1.5 y un factor de seguridad pseudo-estático mínimo de 1.1. Estos factores mínimos nos sirven como parámetros para la evaluación del comportamiento pseudo-estático de los taludes proyectados.

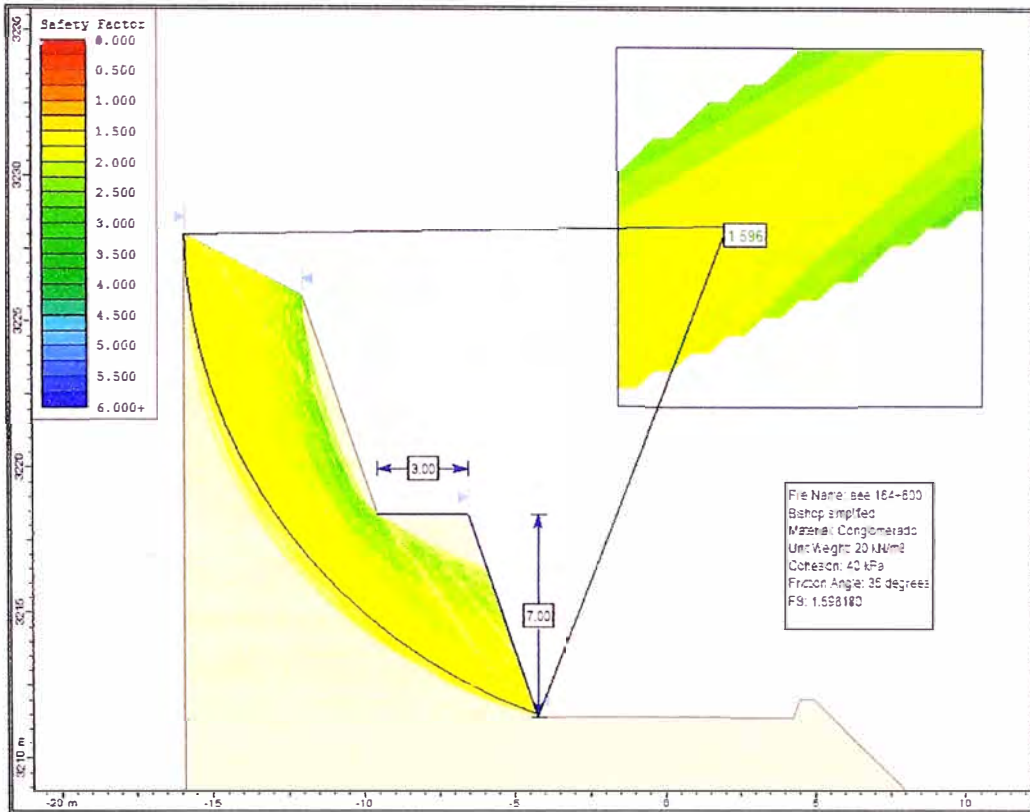


Figura N° 2.1.4: Progresiva Km. 164+600 - Análisis de Estabilidad Estático. F.S.E. = 1.596

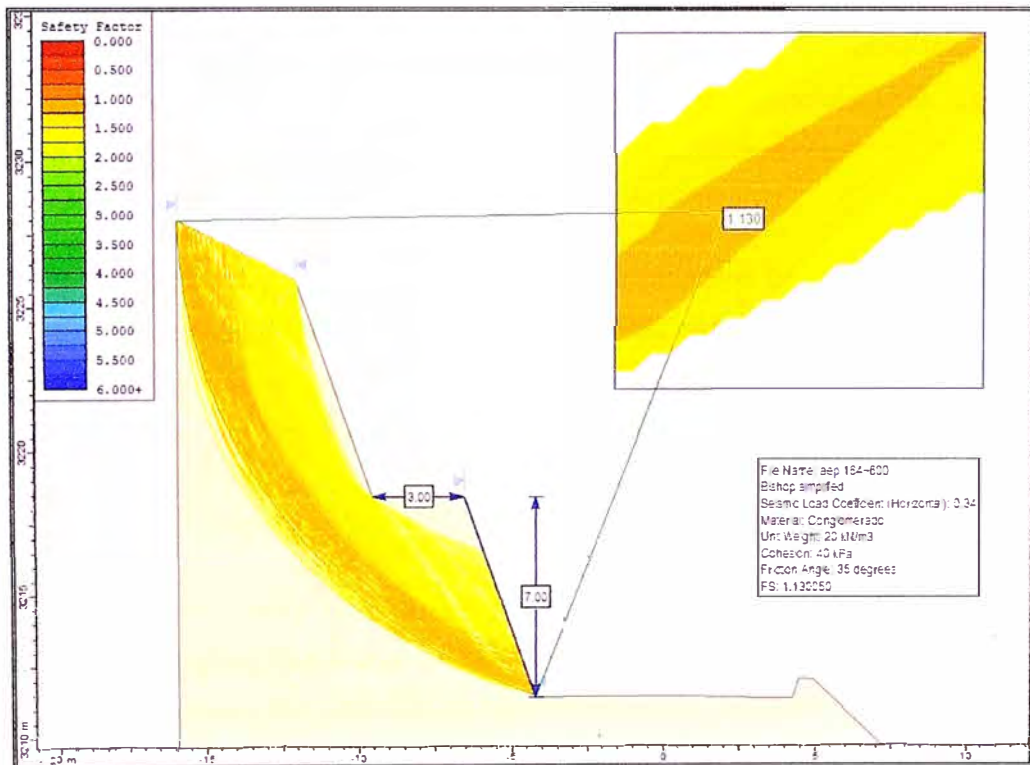


Figura N° 2.1.5: Progresiva Km. 164+600 - Análisis de Estabilidad Pseudo - Estático. F.S.P. = 1.130

Utilizando los parámetros de suelo adoptados e indicados anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Anexo 1: Geología, Geotecnia y Estabilidad de Taludes):

Cuadro N° 2.1.10: Parámetros utilizados y factores de seguridad obtenidos del análisis

Tramo	Progresiva (Km)	γ (KN/m ³)	ϕ (°)	c (KPa)	F.S.E.	F.S.P.
164+540 - 164+640	164+600	21	35	40	1.596	1.130

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente los factores de seguridad obtenidos del análisis de estabilidad están por encima del mínimo requerido para asegurar la estabilidad del talud.

2.1.9. Medidas de Corrección adoptadas en Taludes de Roca

Para taludes inestables se pueden recibir diferentes medidas de soporte o prevenir la posibilidad de inestabilidad de éste. No existe suficiente literatura técnica para los efectos reales de medidas de soporte en taludes, especialmente cuando se adopten diferentes medidas de estabilización simultáneamente.

El estudio de taludes rocosos potencialmente inestables es una tarea difícil que requiere un cuidadoso trabajo de campo, análisis detallados y un buen sentido de ingeniería a fin de entender la relativa importancia de los factores severos de inestabilidad que actúan sobre el talud. Ningún sistema de clasificación puede reemplazar todo este trabajo.

De todas maneras, ellos pueden ser de alguna utilidad para indicar los límites normales de uso para cada una de las clases de medidas de soporte. El escoger entre ellos, está fuera del alcance de los sistemas de clasificaciones.

De los casos históricos recolectados, Romana (1995) presenta las medidas de soporte más comunes para cada intervalo:

Cuadro N° 2.1.11: Medidas de corrección recomendadas para cada clases de estabilidad

Clase	SMR	Soporte
Ia	91 - 100	Ninguno
Ib	81 - 90	Ninguno / Saneamiento
Ila	71 - 80	Ninguno / Cunetas, Pernos Puntuales
Ilb	61 - 70	Cunetas al pie del talud / Malla, Pernos Puntuales o Sistemáticos
IIla	51 - 60	Cuneta y/o malla, Pernos Puntuales o Sistemáticos, Hormigón lanzado localizado
IIlb	41 - 50	Cuneta al pie del talud y/o malla, Pernos Puntuales / Anclaje, Hormigón lanzado o sistemático, Muro de pie
IVa	31 - 40	Anclaje, Hormigón lanzado sistemático, Muro de pie y/o concreto, Reexcavación, Drenaje
IVb	21 - 30	Hormigón lanzado o sistemático, Muro de pie y/o concreto, Reexcavación, Drenaje Profundo
Va	11 - 20	Muros de contención, Reexcavación

Si tenemos en consideración el estado de los taludes en roca y su evaluación por el sistema SMR podemos concluir que los taludes se presentan estables a parcialmente estables por lo que no requieren de algún tipo de sostenimiento sistemático, sin embargo como medida correctiva se ha adoptado en dejar una banquetta a pie del talud en el tramo parcialmente estable a fin de evitar que el material que se desprenda (en el caso de las roturas menores) llegue a la vía.

Cuadro N° 2.1.12: Valores de SMR y medida correctiva seleccionada

Tramo	Progresiva (Km)	SMR	Rotura	Estabilidad	Tratamiento
164+400 - 164+500	164+400	66	Ninguna	Estable	Ninguno
164+500 - 165+540	164+520	50	Menores	Parcialmente Estable	Banqueta de 2 m de ancho al pie del talud
164+640 - 164+700	-	-	-	Estable	Ninguno

Fuente: Elaboración Propia

2.1.10. Voladura Controlada

Teniendo en consideración que el tramo en estudio atraviesa la ciudad de Alis y se encuentra, al mismo tiempo, dentro de la Reserva Paisajística Nacional Nor Yauyos – Cochas, se debe tener especial cuidado con los trabajos de excavación en la ladera. Estos no deben ser los convencionales, sino que requieren de un trabajo especializado.

Debido a que parte del tramo en estudio está compuesto por roca de calidad buena a aceptable y el diseño geométrico determina que esta deberá ser removida, el proceso a utilizar para su remoción será de voladura controlada.

El objetivo de la voladura controlada es evitar el rompimiento de la roca fuera de límites previamente establecidos, es decir evitar la sobrerotura (overbreak). Es un método especial que permite obtener superficies de corte lisas y bien definidas, al mismo tiempo que evita el agrietamiento excesivo de la roca remanente, aspecto muy importante en trabajos en superficie para la estabilidad de taludes en corte de laderas.

Consiste en el empleo de cargas explosivas lineares de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí, que se disparan en forma simultánea para crear y controlar la formación de una grieta o plano de rotura continuo, que limite la superficie final de un corte o excavación.

Existen diversos tipos de voladura controlada, para obras viales es recomendable utilizar la voladura de precorte.

Voladura de precorte

Consiste en crear en el cuerpo de roca una discontinuidad o plano de fractura (grieta continua) antes de disparar la voladura principal o de producción, mediante una fila de taladros generalmente de pequeño diámetro, muy cercanos, con cargas explosivas desacopladas y disparos instantáneos. El disparo de los

taladros de precorte también puede hacerse simultáneamente con los de producción, pero adelantándonos una fracción de tiempo de 90 a 120 ms, el disparo es pues en dos etapas.

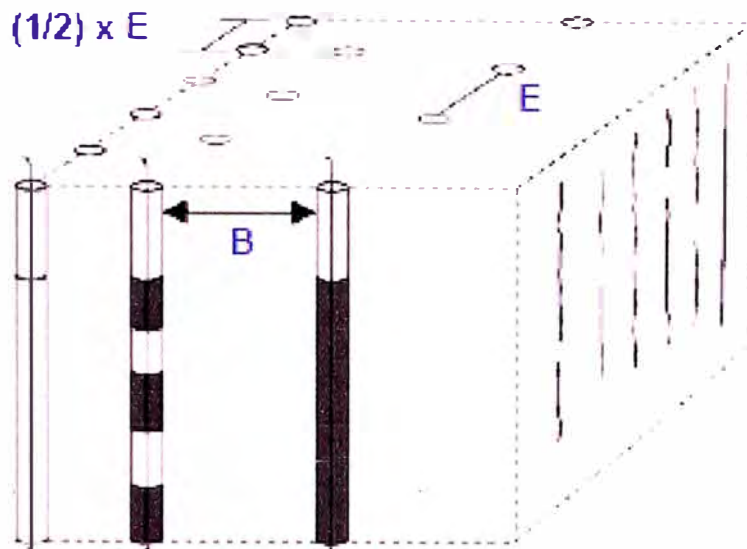


Figura N° 2.1.6: Esquema de distribución de voladura de precorte

Normalmente es necesario efectuar algunos disparos de prueba para conocer el comportamiento de la roca y ajustar parámetros, pero como guía puede aplicarse algunas ecuaciones propuestas para el caso, como las de C. Konya, así el factor de carga por pie de taladro que no cause daño a la roca, pero que produzca suficiente presión como para crear la acción de corte se puede estimar por:

$$q = [(\text{Ø}t)^2 / 28]$$

Donde:

q : carga de explosivo por pie de taladro (lb/pie).

Øt : diámetro de los taladros vacíos, en pulgadas.

Si se aplica este factor de carga, el espaciamiento entre los taladros de precorte será determinado por la ecuación:

$$E = (10 \times \text{Ø}t)$$

Donde:

E : espaciamiento, en pulgadas.

$\varnothing t$: diámetro de los taladros vacíos, en pulgadas.

La constante 10 se aplica para asegurar que la distancia no sea excesiva y que el corte ocurra, pero según experiencia puede llevarse a 12 ó 14. En algunos casos se aplica una carga concentrada de 2 a 3 veces al fondo del taladro.

El valor del burden (b) se determina en función al diámetro del taladro utilizado, para este caso existen recomendaciones por parte de los manuales según la resistencia de la roca; en este caso sería conveniente utilizar un burden cuyo valor es determinado por la siguiente ecuación:

$$b = 37 \times \varnothing t$$

Donde:

$\varnothing t$: diámetro de los taladros en pulgadas.

Para efectos del presente corte los valores de q, E y b se han diseñado en función a las dimensiones del corte a realizar en el talud, teniendo como referencia los valores obtenidos por la fórmulas mencionadas anteriormente. Sin embargo, hay que considerar que la distribución y los espaciamientos están en función de las condiciones geológicas de la roca.

Los espaciamientos y la distribución que se han determinado son las siguientes para un diámetro de 7/8":

Cuadro N° 2.1.13: Valores de Espaciamientos para la Voladura Controlada

Espaciamientos	Carga explosiva (lb/pie)	Espaciamiento (E en m)	Burden (B en m)
Fórmulas	0.027	0.22	0.82
Adoptado	0.030	0.25	0.80

Fuente: Elaboración Propia

2.2. CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

2.2.1. Objetivos

El estudio de Canteras y Fuentes de Agua tiene como objetivo la localización de materiales de préstamo para la conformación de las capas del pavimento, y la obtención de los parámetros de resistencia que nos sirvan para realizar el diseño de la estructura del pavimento en el tramo en estudio.

2.2.2. Canteras

Las canteras estudiadas son aquellas consideradas en el estudio de factibilidad "Estudio de Preinversión a nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca". Todas estas se encuentran cercanas al trazo de la carretera, además de presentar materiales granulares disponibles para ser utilizados en el Proyecto.

Dicho Estudio determinó un total de 22 canteras, se efectuaron 81 calicatas y se tomaron 70 muestras para la realización de ensayos. Sin embargo para el presente Estudio sólo se han seleccionado 2 canteras, en base a los siguientes criterios:

- Ubicación y acceso a la cantera.
- Distancia entre la cantera y la zona del Proyecto.
- Uso del material de la cantera.

Las canteras identificadas se enumeran a continuación:

Cuadro N° 2.2.1: Canteras seleccionadas para el tramo en Estudio

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	AREA (m ²)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m ³)	UTILIDAD
Huantan	142+600	90,000	1.50	135,000	C, CA, B, SB, R

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	AREA (m ²)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m ³)	UTILIDAD
Ahuicho	156+300	60,000	2.50	150,000	R

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos - Chupaca

Ensayos de Laboratorio Realizados

Los Ensayos de laboratorio que se han efectuado han sido considerados de acuerdo al uso propuesto para cada cantera y en forma general se resumen en lo siguiente:

Propiedades Índice

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg (L. Líquido y L. Plástico)
- Clasificación de suelos SUCS
- Clasificación de suelos AASHTO

Especiales

- Proctor Modificado
- CBR (Razón de Soporte California)
- Durabilidad de Gravas
- Durabilidad de Arenas
- Equivalente de Arena
- Adherencia de Agregado Grueso
- Adhesividad de Agregado Fino
- Gravedad Específica de Gravas
- Abrasión

Análisis Químico

- Contenido de Sulfato

- Contenido de Cloruros
- Sales Solubles Totales

Los resultados de los ensayos realizados a las canteras y fuentes de agua se encuentran en el Anexo 2: Canteras y Fuentes de Agua).

Descripción y Características de los Materiales de las Canteras

En general, el material predominante en los depósitos es granular, con escaso material fino, no plástico a baja plasticidad y con buena capacidad de soporte (CBR).

A continuación se detalla las características de los materiales de las canteras seleccionadas:

Cantera Huantan

Esta cantera se encuentra ubicada en la progresiva 142+600 de la vía, hacia el lado izquierdo, con un acceso de 60 m. El material de esta cantera es granular, presenta partículas angulosas a subangulosas, así como material fino (menor a la malla #200) en escaso porcentaje, de mediana plasticidad a no plástico. La clasificación del material da un GP-GM, GW-GC, GP-GC, GC (SUCS) ó A-1a (0), A-2-6 (0) (AASHTO). Los ensayos determinan que el material de la cantera puede ser utilizado en Concreto, Carpeta Asfáltica, Base, Sub-base y Relleno.

La potencia de esta cantera es de aproximadamente 135,000 m³, con un 90% de

Cantera Ahuicho

Esta cantera se encuentra ubicada en la progresiva 156+300 de la vía, hacia el lado derecho, con un acceso de 100 m. El material de esta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con presencia de arenas y material fino (menor a la malla #200) en regular porcentaje, de mediana plasticidad. La clasificación del material da un GP-GC, GC (SUCS) ó A-2-6 (0) (AASHTO). Los

ensayos realizados determinan que el material de la cantera puede ser utilizado únicamente en Relleno.

La potencia de esta cantera es de aproximadamente 150,000 m³, con un 90% de rendimiento.

2.2.3. Fuentes de Agua

Las fuentes de agua estudiadas son aquellas consideradas en el estudio de factibilidad “Estudio de Preinversión a nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca”. Todas estas provienen de los ríos Cañete, Alis y Cunas, que recorren toda la carretera en forma longitudinal, identificándose 6 fuentes de agua. Sin embargo, considerando que el Proyecto se encuentra ubicado en el poblado de Alis, la fuente de agua a considerar sería la ubicada en la misma localidad, en el río Alis en la progresiva 164+300.

Cuadro N° 2.2.2: Fuente de agua seleccionada para el tramo en Estudio

FUENTE	PROGRESIVA (Km)	LOCALIDAD	TIPO DE CAUDAL	LADO	OBSERVACIONES
1. Río Alis	164+300	Alis	Apreciable	Izquierdo	Acceso 250 m

Fuente: ASOCIACIÓN AYESA – ALPHA CONSULT. Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca

2.3. DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.3.1. Objetivos

El objetivo principal del Diseño de Pavimentos es el de diseñar la estructura del pavimento tipo flexible mediante la Metodología AASTHO – 1993, para un periodo de diseño de 20 años en dos etapas.

2.3.2. Evaluación del Estado Actual de la Vía

Actualmente el tramo se encuentra a nivel de lastrado, conformada por una capa granular en regular estado de conservación.

Km 164+400 – Km 164+420

Este sector se encuentra ubicado en una curva. La plataforma de la vía presenta una superficie de rodadura a nivel de lastrado en regular estado. Aquí se pueden apreciar pequeños baches de baja severidad y con superficie irregular con algunas oquedades (huecos) menores.



Figura N° 2.3.1: Plataforma de rodadura en Km 164+400, vía en regular estado, presenta baches y huecos diversos

Km 164+420 – Km 164+610

El tramo se encuentra en un sector con pendiente en ascenso. La plataforma presenta una superficie de rodadura a nivel de lastrado en regular estado con erosión de finos en el sector derecho ya que no existen cunetas o zanjas que evacuen las aguas dejando expuesto el agregado. También puede apreciarse algunos baches de baja severidad.



Figura N° 2.3.2: Plataforma de rodadura en Km 164+600, presenta erosión de finos por no contar con un adecuado sistema de drenaje

Km 164+610 – Km 164+700

En este sector la plataforma presenta una superficie de rodadura en regular estado de transitabilidad conformado por una capa superficial de material compuesto de gravas subredondeadas que muestra ahuellamientos leves. Esta zona presenta una conformación estructural que garantiza la estabilidad del pavimento. La plataforma se encuentra con acumulación de gravas subredondeadas hacia los bordes debido al lavado de finos y disgregación del material granular, que al paso de los vehículos se acumulan en dicha zona.



Figura N° 2.3.3: Plataforma de rodadura en Km 164+680, vía en regular estado presenta ahuellamiento con pérdida de finos

2.3.3. Sectorización de la Vía y Evaluación de la Subrasante

De acuerdo a los tipos de suelos encontrados como terreno de fundación en el tramo comprendido entre el km 164+400 al 164+700 y a los materiales que conforman la estructura del pavimento actual de la vía, se ha realizado la sectorización de la siguiente manera:

Cuadro N° 2.3.1: Sectorización de la Vía

PROGRESIVA INICIAL (km.)	PROGRESIVA FINAL (km.)	TIPO SUELO PREDOMINANTE (HASTA 1.20 m) (SUCS)
164+400	164+700	GC (grava arcillosa)

Fuente: Elaboración Propia

El material encontrado en la plataforma actual está constituido por gravas pobremente graduadas, gravas limosas o arcillosas de baja plasticidad a no plásticas.

Estos materiales son clasificados, en su mayoría, como A-2-4 (0) (AASHTO) y GP-GC, GM y GC (SUCS).

2.3.4. Estudio de Tráfico

El Estudio de Tráfico fue realizado por la contratista Consorcio Gestión de Carreteras, para el estudio la carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, el cual fue dividido en 5 tramos. La división se realizó de acuerdo al estudio de tráfico efectuado en abril del 2008, en el siguiente cuadro se presenta los valores de Índice Medio Diario Anual (para el tráfico normal) determinado en el tramo de interés (Dv. Yauyos – Ronchas) para efecto de la determinación del EAL de diseño, tomando como año de inicio de obras el año 2009 con un periodo de diseño de 20 años en dos etapas, y cuyos IMD contemplarán el tráfico normal y el tráfico generado.

Cuadro N° 2.3.2: Resumen del Índice Medio Diario Anual (IMDa)

TRAMO	IMDa
Zúñiga - Dv. Yauyos – San Jose de Quero	53

Fuente: Consorcio Gestión de Carretera. Conservación Vial Por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - DV. Yauyos - Ronchas

Tasa de Crecimiento

La metodología para proyectar el tráfico futuro de vehículos de pasajeros y de carga (camiones), se basa en la proyección de los indicadores macro-económicos que en el presente caso corresponderá el Producto Bruto Interno. Por lo tanto, los indicadores Macroeconómicos adoptados, deberán tener relación con las tasas de PBI de las Regiones beneficiadas con el Proyecto (Lima y Junín).

Respecto a la tasa de crecimiento, se debe indicar que se ejecutó el estudio de Preinversión a Nivel de Perfil. En este estudio se evaluaron los indicadores Macroeconómicos de las Regiones, finalmente se determinó una tasa de crecimiento promedio que se indica en el cuadro N° 2.3.3.

Cuadro N° 2.3.3: Tasa de Crecimiento Vehicular

Periodo	Tasa de crecimiento
2008 - 2019	6 %

Fuente: Elaboración Propia

Proyección del Tráfico

Tráfico Normal

El tráfico normal es el descrito en cuadro N° 2.3.2, corresponde al volumen y clasificación vehicular de abril del 2008.

Tráfico Generado

El tráfico generado o inducido corresponde a aquel que no existe en la situación sin proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejor infraestructura. En este caso, al mejorarse la vía se espera tráfico generado en el año 2011.

El porcentaje de tráfico asignado es el valor utilizado en el Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil elaborado, el cual determina un valor de 20% del IMDa.

Con la tasa promedio de crecimiento anual del cuadro N° 2.3.3 para el tráfico normal, y la tasa de crecimiento para el tráfico generado en el año 2011 se calcularon las proyecciones para el tramo indicadas en el cuadro N° 2.3.4 (ver detalles en el Anexo 3: Pavimentos – Análisis de Tráfico y Cargas).

Cuadro N° 2.3.4: Proyección de Tráfico Tramo Zúñiga – Dv. Yauyos – San Jose de Quero

ITEM	Auto	Camta.	Camta. Rural	Omnib 2 Ejes	Camión 2Ej	Camión 3Ej	IMDa
Tasa	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	
2008	3	18	4	8	9	11	42
2011 (*)	4	26	6	12	13	16	76

ITEM	Auto	Camta.	Camta. Rural	Omnib 2 Ejes	Camión 2Ej	Camión 3Ej	IMDa
2020	7	43	10	20	22	27	129
2030	13	78	17	36	39	48	231

(*) Se considera el tráfico normal y el tráfico generado

Fuente: Elaboración Propia

2.3.5. Tráfico de Diseño

Factores de Carga Aplicado

El procedimiento para el cálculo de los factores de carga (ver detalles en el Anexo 3: Pavimentos – Análisis de Tráfico y Cargas) ha sido considerar los valores de ejes equivalentes ($EE_{8.2 TN}$) establecidos en el Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito. Para su corrección se establece una presión de inflado promedio de llantas por vehículo.

Cuadro N° 2.3.5: Determinación de los Factores de Carga Aplicados

Nro.	Tipo de vehiculo	Presión de Inflado (PSI)	Presión de contacto (PSI)	Factor por presión de llantas (Fpll)	$EE_{8.2 TN}$	Factor de Carga
1	Omnibus 2E	85	76.5	1.166	1.850	2.158
2	Camión 2E-L	90	81	1.288	1.150	1.481
3	Camión 3E	90	81	1.288	2.000	2.576

Fuente: Elaboración Propia

Determinación del Eje Equivalente de Carga Acumulado (EAL)

De acuerdo al estudio de tráfico realizado para este tramo, el número total de ejes equivalentes a 8.2 Tn, considerando el carril más cargado de la carretera se determina mediante la siguiente expresión:

$$\sum EAL = IMDaxFCx365x \left[\frac{(1+t)^n - 1}{t} \right]$$

Donde:

- EAL: Eje Equivalente de Carga (Equivalent Axis Load)
IMDa: Índice Medio Diario Anual
FC: Factor de carga o Factor de daño calculado para cada vehículo
t: Tasa de Crecimiento Vehicular
n: Periodo de diseño (10 años)

Finalmente el valor del EAL determinado para los periodos de 10 y 20 años se muestra en el cuadro N° 2.3.6 (Ver detalles en el Anexo 3: Pavimentos – Análisis de Tráfico y Cargas).

Cuadro N° 2.3.6: Resumen de EAL para un periodo de 10 y 20 años

Periodo	EAL
2011 – 2020 (10 años)	4.10×10^5
2011 – 2030 (20 años)	1.15×10^6

Fuente: Elaboración Propia

2.3.6. Determinación del CBR de diseño y del Módulo Resiliente

La Metodología AASHTO – 93 establece la adopción del Modulo Resiliente de la subrasante obtenido por los valores de CBR, según los resultados de laboratorio efectuadas con las muestras extraídas de los tipos de suelos que conforman el terreno de fundación y las capas de la actual estructura del pavimento.

Considerando que el terreno de fundación está conformado por material granular propio de la actual vía, el CBR adoptado debe ser adecuado para el material presente, optándose por un CBR de 40% para un suelo de clasificación A-2-4 (0) AASHTO (Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia - Diseño de Pavimentos)

Para suelos granulares, AASHTO recomienda utilizar la siguiente expresión para determinar el Mr de la subrasante:

$$Mr = 4326 \times Ln \text{ CBR} + 241$$

Finalmente el Mr para el diseño será de 16,199.09 psi

2.3.7. Diseño del Pavimento por el Método AASHTO 93

La metodología American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993 considera cuatro categorías principales:

- Variables de diseño: Período de análisis, período de diseño, tráfico, confiabilidad del Diseño, condiciones ambientales.
- Criterios de desempeño: Serviciabilidad
- Propiedades estructurales de los materiales: Módulo Resiliente efectivo de la subrasante, características de los materiales de las diferentes capas del pavimento, coeficientes de capa.
- Características estructurales del pavimento: Drenaje.

Índice de confiabilidad del Diseño y Desviación Estándar Normal (Zr)

Este parámetro toma en cuenta las variaciones no esperadas que puedan tener el tráfico y el comportamiento del pavimento, para lo cual la guía AASHTO ha desarrollado niveles de confiabilidad para diferentes tipos de carreteras.

Cuadro N° 2.3.7: Niveles de Confiabilidad Sugeridos

Clasificación	Niveles de Confiabilidad (Recomendados)	
	Urbana	Rural
Autopistas Interestatales y Otras	85.0 – 99.9	80.0 - 99.9
Arterias Principales	80.0 – 99.0	75.0 – 95.0
Colectores de Tránsito	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0

Clasificación	Niveles de Confiabilidad (Recomendados)	
	Urbana	Rural
Carreteras Rurales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

Fuente: AASHTO 93

Considerando que el periodo de diseño será de 20 años con ejecución en dos etapas, una primera de 10 años y la segunda hasta el año 20, AASHTO recomienda utilizar una confiabilidad del 95% ($Z_r = -1.645$). Para una etapa total de 20 años se considerará una confiabilidad total de $R = 95\% \times 95\% = 90\%$. ($Z_r = -1.282$).

Desviación Estándar Total (S_o)

Para su determinación se empleó la guía AASHTO en la que, dependiendo del tipo de pavimento (flexible o rígido) presenta los siguientes valores:

$S_o = 0.45$ (Pavimentos Flexibles)

$S_o = 0.35$ (Pavimentos Rígidos)

Se tomará el valor de $S_o = 0.45$ para pavimentos flexibles.

Criterios de Desempeño: Serviciabilidad

Corresponde a la idoneidad que tiene el pavimento para servir a la clase de tránsito que lo utiliza. La mejor forma de evaluarla es a través del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) el cual varía de cero para una "carretera absolutamente inaceptable" hasta 5 para una "carretera perfecta", dependiendo, fundamentalmente, del índice de rugosidad.

En la pista de prueba de la AASHTO se obtuvo el valor de 4.2 como serviciabilidad inicial (P_i) para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad final (P_t) debe definirse previamente, la AASHTO sugiere un valor 2.5 para las autopistas en vías principales y 2.0 para las demás carreteras.

En el presente caso, se adoptarán los valores de 4.0 y 2.0 como índices de serviciabilidad inicial y final respectivamente.

Diseño de espesores

Los espesores de las capas del pavimento, se determinan por medio de métodos de diseño a partir de formulaciones en las cuales se tiene en cuenta las características y propiedades de los materiales y las características del tránsito.

Metodología de Diseño

El cálculo de espesores se efectuará a partir de la siguiente ecuación de diseño:

$$\log W_{18} = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{1094} + 2.32 \times \log M_R - 8.07$$
$$0.40 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}$$

donde:

- W18** : Numero proyectado de carga equivalente de 18 kips (18000 lb.) de aplicación de carga axial simples
- Zr** : Desviación estándar normal para el nivel de confiabilidad
- So** : Error estándar combinado del trafico proyectado y del comportamiento proyectado
- ΔPSI** : Diferencia entre índice de serviciabilidad inicial, po, y el índice de serviciabilidad terminal, pt
- MR** : Modulo resiliente (psi)
- SN** : Numero estructural indicativo del espesor total del pavimento requerido

Los espesores finales de cada capa, se han determinado empleando la expresión propuesta por la AASHTO, la cual comprende los coeficientes de

transformación para cada tipo de capa; para la transformación del número estructural en capas granulares y carpeta de rodadura, se empleó la expresión siguiente:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Donde:

a_i = Coeficiente de la capa "i"

D_i = Espesor de la capa "i"

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa "i"

Refuerzo por etapas

Para diseñar el refuerzo primero se debe determinar la capacidad estructural en el momento de la ejecución del refuerzo, es decir se debe calcular en número estructural remanente (SNrem). La diferencia entre el número estructural requerido para el periodo de servicio (SNreq) y el número estructural remanente (SNrem) será el número estructura de refuerzo.

El procedimiento para determinar el SNrem es el siguiente:

- Vida Remanente (RL): definido por la siguiente expresión:

$$RL = 100 * \left(1 - \frac{W_{18}}{W_{18'}} \right)$$

Donde:

RL: Vida remanente

W_{18} : Nro. de carga equivalente hasta el momento del refuerzo.

$W_{18'}$: Nro. de carga requerido para que falle el pavimento,
PSI_{final}: 1.5

- Factor de Condición (CF): con el valor de vida remanente se procede a calcular el factor de condición CF, el cual se determina mediante la gráfica proporcionada por la guía de diseño AASHTO.

$$SN_{rem} = CF \times SNo$$

Donde:

SNrem: Número estructural remanente

CF: Factor de Condición

SNo: Número estructural inicial

- Número Estructural de Refuerzo (SNref): se determina mediante la siguiente expresión:

$$SN_{ref} = SN_{req} - SN_{rem}$$

Donde:

SNref: Número estructural de refuerzo

SNreq: Número estructural requerido

SNrem: Número estructural remanente

Coeficientes de Capa

A cada capa de pavimento, se le ha atribuido un coeficiente de capa (a_i), este coeficiente permite convertir los espesores de capa a números estructurales (S_{Ni}); siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa con la cual cada capa de material aporta a la estructura del pavimento, los valores están en función del módulo elástico de cada material:

Cuadro N° 2.3.8: Coeficientes de Capa Sugeridos

Material	Condición	Módulo	a_i
Carpeta Asfáltica	Estabilidad > 850 Kg.	E=450,000	0.440/pulg.
Base Granular	CBR _{100%} ≥ 100%	E= 30,600	0.140/pulg.

Material	Condición	Módulo	ai
Sub base Granular	CBR _{100%} ≥ 40%	E= 16,800	0.120/pulg.

Fuente: INTERSUR CONCESIONES. Proyecto Corredor Vial Interoceánico Sur Tramo N° 4: Azángaro – Puente Inambari - Proyecto de Ingeniería de Detalle

A cada capa de pavimento, se le ha atribuido un coeficiente de capa (*ai*), este coeficiente permite convertir los espesores de capa a números estructurales (SN_i); siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa con la cual cada capa de material aporta a la estructura del pavimento, los valores están en función del módulo elástico de cada material.

Coeficientes de Drenaje

El drenaje, es fundamental para el buen comportamiento del pavimento, de nada servirá efectuar un adecuado diseño de pavimento, si es que la vía no cuenta con un buen sistema de drenaje y un adecuado mantenimiento de ello en el tiempo.

Para cada nivel de drenaje se aplica un coeficiente; éstos factores se denominan *mi* y se integran dentro de la ecuación del Numero Estructural (SN) afectando el Coeficiente de Capa (*ai*) y el espesor correspondiente (*Di*), de acuerdo a la fórmula de diseño.

En el cuadro siguiente se muestra los valores que recomienda la AASHTO para *mi* de acuerdo con la calidad del drenaje y el tiempo (durante el año) en el cual se espera que el pavimento esté normalmente expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.

Cuadro N° 2.3.9: Valores de coeficientes de drenaje (*mi*) recomendados para capas de base y sub base

Calidad del drenaje	% de Tiempo de Exposición de la Estructura del Pavimento a Nivel de Humedad Próximos a la Saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.40–1.35	1.35–1.30	1.30–1.20	1.20

Calidad del drenaje	% de Tiempo de Exposición de la Estructura del Pavimento a Nivel de Humedad Próximos a la Saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Aceptable	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: AASHTO 93

En el presente caso se considera que la vía tendrá un drenaje aceptable, por consiguiente el valor (*mi*) tanto para la Base Granular que como la Subbase Granular, será igual a 1.10.

Estructura del pavimento

La estructura del diseño del pavimento, se define considerando una estructura nueva en base al Número Estructural Total requerido que debe cumplir la carpeta asfáltica, base granular y subbase granular en conjunto, además se deberán respetar los espesores mínimos previsto por el Método AASHTO.

El siguiente cuadro presenta los espesores requeridos para el pavimento recomendado, obtenidos mediante la aplicación del Método AASHTO, para el periodo de 20 años, en dos etapas con refuerzo a los 10 años (Ver detalles en el anexo 3 Pavimentos – Diseño del Pavimento)

Cuadro N° 2.3.10: Valores de espesores para la 1ra etapa (de 0 a 10 años)

Sector	SN ₀₋₁₀	Carpeta Asfáltica	Base Granular	Sub-base Granular
Km. 164+400 – 164+700	2.10	3" (7.5 cm)	6" (15.0 cm)	0" (0 cm)

Fuente: Elaboración Propia

Para la etapa de 10 a 20 años deberá colocarse un refuerzo a nivel de carpeta asfáltica. El siguiente cuadro presenta el espesor de refuerzo requerido para la etapa:

Cuadro N° 2.3.11: Valores de espesores de refuerzo para la 2da etapa (de 10 a 20 años)

Sector	SN ₀₋₁₀	SN _{REQ}	SN _{REM}	SN _{REF}	Espesor de refuerzo
Km. 164+400 – 164+700	2.10	2.31	1.37	0.95	3" (7.5 cm)

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 3

EXPEDIENTE TÉCNICO

3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

Ubicación Geográfica

La Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo Tramo del Km. 164+400 al Km. 164+700 se encuentra ubicado en el distrito de Alis, Provincia de Yauyos, departamento de Lima, teniendo como coordenadas de origen 414328E – 8641639N y coordenadas finales de 414378E – 8641924N.

Situación Actual del Tramo

El tramo en estudio actualmente cuenta con una superficie de rodadura a nivel de lastrado, con un ancho que varía entre 3.5 a 5 metros y con pendiente de 5%. Este tramo se encuentra dentro del pueblo de Alis por lo que se puede encontrar viviendas a lado derecho de la vía. La topografía es ondulada, típica de la zona correspondiente a la Cordillera Occidental.

Se ha podido encontrar problemas en el tramo que no permiten dar una adecuada seguridad y transitabilidad, encontrándose como principales problemas: ancho de plataforma insuficiente, radios menores a los mínimos permitidos, problemas de erosión en laderas e inexistencia de un sistema de drenaje.

Topografía, Trazo y Diseño Geométrico

Durante la evaluación en campo se ha encontrado que el tramo no cumple con los requerimientos mínimos de diseño geométrico que garanticen una transitabilidad cómoda y adecuada para los vehículos, ya que los radios son menores al mínimo permitido y el ancho de la calzada es menor al permitido para una vía de dos carriles, además de no contar con una pendiente de bombeo que permita el drenaje de las aguas que se depositan en la vía.

Con el fin de cumplir con los requerimientos de la DG – 2001 se ha mejorado el diseño geométrico del diseño existente dando radios de curvatura de acuerdo a las normas, pendientes suaves y mejoramiento del bombeo de la calzada.

Parámetros de diseño

De acuerdo a la clase y tipo de la vía, así como a las Normas de Diseño Geométrico para Carreteras DG -2001, los parámetros son los siguientes:

-	Velocidad Directriz en Top. Accidentada	:	40 KPH
-	Radio Mínimo Normal para Vd. = 40 KPH	:	50 m.
-	Ancho de Superficie de Rodadura	:	6.00 m.
-	Ancho de Bermas a cada lado	:	0.50 m.
-	Ancho total a nivel de rasante (en tangente)	:	7.00 m.
-	Pendiente máxima normal	:	8%
-	Ancho de cuneta	:	0.60 m.
-	Altura de cuneta	:	0.30 m.
-	Sobre ancho máximo	:	1.40 m.
-	Bombeo de Calzada	:	2.0 %

Tráfico y Cargas

Para determinar el tráfico de diseño, primero se ha optado por utilizar el valor del IMDa del Estudio de Tráfico realizado por ICCGSA en el año 2008 para el tramo Zúñiga – Dv. Yauyos – San Jose de Quero el cual determina un IMDa de 53 vehículos. Luego se ha proyectado el vehículo de acuerdo al periodo de diseño del pavimento (20 años en dos etapas). Utilizando la tasa de crecimiento de 6% (obtenida del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil realizado) y considerando el tráfico generado se determinó el número de vehículos para los años que el diseño requiere a fin de determinar el EAL.

Cuadro N° 3.1.1: Determinación de Ejes Equivalentes de Carga para el periodo de diseño a partir del IMDa proyectado

Nro	Tipo de vehículo	Factor de Carga	IMD ₂₀₁₁	Tasa de crecimiento (i%)	Proyección			
					n (años)	EAL ₂₀₂₀	n (años)	EAL ₂₀₃₀
1	Omnibus 2E	2.158	12	6.0	10	124565	20	347641
2	Camión 2E-L	1.481	13	6.0	10	91650	20	255781
3	Camión 3E	2.576	16	6.0	10	194811	20	543688
TOTAL:						4.11E+05		1.15E+06

Fuente: Elaboración Propia

Geología y Geotecnia

El tramo en estudio atraviesa la formación Chulec y un depósito Coluvial del Cuaternario. Se ha notado la presencia de fenómenos geodinámicos en menor escala como erosión y desprendimiento de roca. Describiendo el tramo se puede resumir lo encontrado mediante el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.1.2: Resumen de Descripción y Características Geológicas y Geotécnicas del tramo en estudio

Progresiva inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Longitud (m)	Tipo de Material	Descripción
164+400	164+500	100	Roca	Arenisca, dura, poco alterada, poco fracturada, buzamiento contra talud, presencia de cobertura vegetal y suelo residual.
164+500	165+540	40	Roca	Arenisca, dura, moderadamente alterada, buzamiento contra talud, no presenta cobertura vegetal, presenta erosión y desprendimiento de roca.
165+540	165+640	100	Suelo	Conglomerado, presencia de fragmentos entre 3 a 5 cm, englobado en matriz limo – arcillosa. Entre el Km. 164+620 – Km. 164+630 hay un afloramiento de roca arenisca.
165+640	165+700	60	Roca	Areniscas y lutitas, poco alterada, presencia de cobertura vegetal y suelo residual.

Fuente: Elaboración Propia

Tras la descripción y determinación del material que compone los taludes se da paso a la evaluación de los mismos, a fin de determinar sus condiciones de estabilidad y tomar las medidas correctivas. Para taludes en roca se evaluó sus condiciones utilizando el análisis de RMR (Bieniawsky) y SMR (Romana) para la calidad y estabilidad del Macizo Rocoso, obteniéndose los siguientes valores y las siguientes medidas utilizadas:

Cuadro N° 3.1.3: Evaluación y Medidas correctivas utilizadas en los taludes de roca

Tramo	RMR	SMR	Estabilidad	Talud (V:H)	Banquetas	Tratamiento
164+400 - 164+500	68	66	Estable	10:1	H: 7m, A: 3 m	Ninguna
164+500 - 165+540	52	50	Parcialmente Estable	10:1	H: 7 m, A: 3 m	Banqueta de 2 m al pie del talud
164+640 - 164+700	-	-	Estable	10:1	H: 7 m, A: 3 m	Ninguna

Fuente: Elaboración Propia

Para los taludes en suelo se ha determinado el factor de seguridad para la condición con medida correctiva, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.1.4: Evaluación y Medidas correctivas utilizadas en los taludes de suelo

Tramo	Parámetros utilizados			Talud (V:H)	FSE	FSP	Banquetas
	γ (KN/m ³)	ϕ (°)	C (KPa)				
164+540 - 164+640	21	35	40	3:1	1.596	1.130	H: 7m, A: 3m

Fuente: Elaboración Propia

También se debe mencionar que para los cortes a realizar en los taludes de roca deberá utilizarse un método no convencional de excavación, optándose por una voladura controlada tipo precorte.

Canteras y Fuentes de Agua

El Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad, efectuado por las empresas Asociación Ayesa y Alpha Consult evaluó y determinó un grupo de canteras (clasificándolas por el uso a darle al material) y fuentes de agua disponibles para la etapa de construcción. Para el presente estudio se ha escogido un grupo de canteras en función a su potencia, área, accesibilidad, distancia y uso de material, seleccionándose las siguientes canteras:

Cuadro N° 3.1.5: Canteras seleccionadas para el tramo en Estudio

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	AREA (m ²)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m ³)	UTILIDAD
Huantan	142+600	90,000	1.50	135,000	C, CA, B, SB, R
Ahuicho	156+300	60,000	2.50	150,000	R

Fuente: ASOCIACIÓN AYESA – ALPHA CONSULT. Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos - Chupaca

La fuente de agua a utilizar será la ubicada en el río Alis, en el pueblo del mismo nombre, ubicada en la progresiva 164+300.

Suelos y Pavimentos

Para identificar los suelos en la vía se efectuaron calicatas con una profundidad mínima de excavación fue de 1.20 metros, procediéndose luego a registrar la identificación de los estratos, así como a la toma de muestras representativas de los materiales identificados, y finalmente se sectoriza la vía:

Cuadro N° 3.1.6: Sectorización del tramo en estudio

PROGRESIVA INICIAL (km.)	PROGRESIVA FINAL (km.)	TIPO SUELO PREDOMINANTE (HASTA 1.20 m) (SUCS)
164+400	164+700	GC (grava arcillosa)

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto al pavimento hay que indicar que el diseño se realizó utilizando la metodología AASHTO 93, para un periodo de 20 años en dos etapas, uno los primeros 10 años y luego un refuerzo a nivel de carpeta asfáltica para el periodo restante. Los espesores determinados y el refuerzo para la segunda etapa son los siguientes:

Cuadro N° 3.1.7: Valores de espesores para la 1ra etapa (de 0 a 10 años) y espesor de refuerzo para la 2da etapa (10 a 20 años)

Sector	1ra etapa			2da etapa
	Carpeta Asfáltica	Base Granular	Sub-base Granular	Carpeta Asfáltica
Km. 164+400 – 164+700	3" (7.5 cm)	6" (15.0 cm)	-	3" (7.5 cm)

Fuente: Elaboración Propia

Hidrología, Hidráulica y Drenaje

En la vía se ha decidido proyectar cunetas y alcantarillas, identificándose los tramos a intervenir, por lo que se ha considerado la proyección de las mismas en los puntos de cruce de agua (alcantarillas), así como por factores de drenaje (a distancias permitentes) a fin de evitar la erosión de la vía. También se ha visto la necesidad de colocar muros de contención.

El objetivo del Estudio de Hidrología, Drenaje y Obras de Arte es determinar el régimen pluvial de las cuencas comprometidas para hallar los parámetros hidrológicos que permitirán el diseño de las obras de drenaje transversal como alcantarillas, y las obras de drenaje longitudinal como son las cunetas de manera que se proteja a la vía del ataque progresivo del agua, tanto de cursos con flujo permanente como por las ocasionadas por la precipitación.

Los periodos de retorno considerados en el presente estudio son:

- 20 años, para cunetas
- 50 años, para alcantarillas.

Señalización y Seguridad Vial

El Estudio de Señalización y Seguridad Vial del, ha sido realizado con el propósito de contribuir al mejoramiento en el control y ordenamiento del tráfico, de conformidad con las exigencias del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia, considerando las condiciones reales de la vía.

Para el tramo se ha determinado colocar las siguientes señales:

Señalización Vertical:

- Señalización Reglamentaria: R-16 (No adelantar)
- Señalización Preventiva: P-5-1 (Camino Sinuoso), P-33 (Señal de Resalto)
- Señalización Informativa: I-8 (Poste de Kilometraje), I-18 (Señal de Localización)

Señalización Horizontal:

- Marcas en el Pavimento
- Tachas delineadoras

Seguridad Vial:

- Guardavías

Impacto Ambiental

Se desarrollaron las siguientes actividades:

- Diagnóstico Ambiental del Proyecto: describiéndose la línea base ambiental con la utilización de indicadores socio – ambientales.
- Análisis de Impacto Ambiental: se identificó y evaluó los impactos socio-ambientales potenciales para tomar en cuenta los componentes y acciones del proyecto, con la finalidad de identificar los impactos.

- Plan de Manejo Socio-Ambiental: se desarrolla en base a los análisis de los impactos ambientales, este contiene un conjunto de medidas estructuradas en planes orientados a prevenir, corregir o mitigar los impactos ambientales asociados con la Construcción y Operación.

Conservación y Mantenimiento

El Estudio del mantenimiento de la carretera tiene dos objetivos genéricos:

- La conservación de la vía, mediante la ejecución de actividades de orden rutinario y periódico.
- La atención inmediata a fenómenos naturales o eventos extraordinarios mediante la ejecución de actividades de emergencia, que permitan mantener la transitabilidad de la vía.

Los beneficios que se obtienen con el Mantenimiento son los siguientes:

- Preservación del capital invertido en la rehabilitación de la carretera.
- Protección del parque automotor y ahorro en los costos de operación vehicular.

Para cumplir con los objetivos y lograr los beneficios antes mencionados, se deberán optimizar la aplicación de los recursos asignados, en estricto cumplimiento de los programas de mantenimiento.

Presupuesto y Análisis de Costos Unitarios

Se han calculado los costos en base a los rendimientos de maquinaria y mano de obra a fin de determinar el costo real de la obra para evitar adicionales, y hacer viable el proyecto.

3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En relación al estudio realizado (Geología, Geotecnia y Diseño de Pavimentos), se han efectuado las partidas que inciden en los trabajos derivados de las correcciones y diseños determinados. Los trabajos a realizar serán los siguientes:

200. Movimiento de Tierras

205.A Corte en Material Suelto

205.B Corte en Roca Suelta

205.C Corte en Roca Fija

207.B Perfilado y Compactado en zona de corte

210. Conformación de Terraplenes con material de cantera

300. Base

305.A Base Granular 6"

400. Pavimento Asfáltico

401.A Imprimación Asfáltica

410.A Pavimento de Concreto Asfáltico en caliente

405.A Tratamiento Superficial Monocapa

420.D Cemento Asfáltico

422.A Asfalto diluido MC-30

423.A Filler Mineral

El detalle de las Especificaciones Técnicas de las partidas generadas tras las medidas correctivas se da a conocer en el Anexo 4.

3.3. METRADOS

El resumen de los metrados son los siguientes:

Cuadro N° 3.3.1: Resumen de Metrados

N°	DESCRIPCION	UND	METRADO
200. MOVIMIENTO DE TIERRAS			
205.A	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	4,467.81
205.B	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	853.32
205.C	CORTE EN ROCA FIJA	M3	6,616.78
207.B	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	M2	1,023.00
210.	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	M3	972.66
300. SUB BASE Y BASE			
305	BASE	M3	436.29
400. PAVIMENTOS			
401.A	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	2,391.59
410.A	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	M3	154.39
405.A	TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA PARA BERMAS	M2	300.00
420.C	CEMENTO ASFÁLTICO	KG	21,861.62
422.A	ASFALTO DILUÍDO TIPO MC-30	GLN	2,751.86
423.A	FILLER MINERAL	KG	7,410.72

Fuente: Elaboración Propia

3.4. RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA Y MANO DE OBRA

Los rendimientos de las partidas están en función a la capacidad de la maquinaria y la mano de obra de desempeñarse óptimamente. En condiciones

topográficas poco accidentadas y climas templados el desempeño será mejor que en topografías accidentadas y condiciones climáticas extremas.

La maquinaria también debe estar en óptimas condiciones de operación. Una maquinaria nueva o que cuente con un mantenimiento adecuado será la más adecuada para garantizar un rendimiento constante durante la ejecución de las obras.

En el caso de la mano de obra, esta debe estar capacitada para ejecutar las labores encomendadas.

Los análisis unitarios realizados para las presentes labores fueron las siguientes:

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Corte en Material Suelto

El equipo a utilizar varía su rendimiento en función a la zona donde trabaja, si se considera que la zona está ubicada en la Sierra y a una altura de 3,200 msnm se tiene el siguiente análisis:

REND: 530.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.20	0.0030
PEON	HH	2.00	0.0302
CONTROLADOR	HH	0.20	0.0030
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	1.00	0.0151

Corte en Roca Suelta

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
SUBPARTIDAS			
EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES EN ROCA SUELTA	M3		1.0000
PERFORACIÓN Y DISPARO EN ROCA SUELTA	M3		1.0000

EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES EN ROCA SUELTA

REND: 440.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.20	0.0036
PEON	HH	6.00	0.1091
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	1.00	0.0182

PERFORACIÓN Y DISPARO EN ROCA SUELTA

REND: 250.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.50	0.0160
OPERARIO	HH	2.00	0.0640
PEON	HH	2.00	0.0640
CONTROLADOR	HH	1.00	0.0320
MATERIALES			
GUIA O MECHA	M		0.5000
FULMINANTE N° 8	UND		0.5000
DINAMITA	KG		0.1000
BARRENO 7/8" x 5'	UND		0.0040
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
COMPRESORA NEUMÁTICA 196 HP 600-690 PCM	HM	1.00	0.0320
MARTILLO NEUMÁTICO DE 29 KG	HM	2.00	0.0640

Corte en Roca Fija (voladura controlada)

Se debe tener en consideración que la voladura controlada se diferencia de la convencional en el control en el uso de explosivos y en la distribución de las perforaciones, una voladura controlada usará los mismos insumos que una voladura convencional, sin embargo requiere de más trabajos de perforación, menos explosivos (pues van distribuidos y espaciados) y un personal más especializado. También se tiene en consideración que el rendimiento será menor que una voladura convencional.

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
SUBPARTIDAS			
EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES EN ROCA FIJA	M3		1.0000
PERFORACIÓN Y DISPARO EN ROCA FIJA	M3		1.0000

EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES EN ROCA SUELTA

REND: 350.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.20	0.0046
PEON	HH	6.00	0.1371
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	1.00	0.0229

PERFORACIÓN Y DISPARO EN ROCA FIJA

REND: 150.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.50	0.0267
OPERARIO	HH	4.00	0.2133
PEON	HH	2.00	0.1067
CONTROLADOR	HH	1.00	0.0533
MATERIALES			
GUIA O MECHA	M		1.0000
FULMINANTE N° 8	UND		1.5000
DINAMITA	KG		0.2500
BARRENO 7/8" x 5'	UND		0.0060
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
COMPRESORA NEUMÁTICA 196 HP 600-690 PCM	HM	1.00	0.0320
MARTILLO NEUMÁTICO DE 29 KG	HM	2.00	0.0640

Perfilado y Compactado en zona de Corte

La subpartida AGUA se obtiene de la explotación de fuente de agua.

REND: 2,860.00 M2/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.40	0.0267
PEON	HH	4.00	0.1067
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000
RODILLO LISO VIBRADOR AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 TN	HM	1.00	0.0028
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0028
SUBPARTIDAS			
AGUA	M3		0.0300

Conformación de Terraplenes

La subpartida *MATERIAL DE RELLENO* se obtiene de la explotación de canteras y la subpartida *agua* se obtiene de la explotación de fuente de agua.

REND: 1,050.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	1.00	0.0076
PEON	HH	6.00	0.0457
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	0.50	0.0038
RODILLO LISO VIBRADOR AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 TN	HM	1.00	0.0076
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0076
SUBPARTIDAS			
AGUA	M3		0.1000
MATERIAL DE RELLENO	M3		1.3000

BASE

La partida consta de dos subpartidas. La subpartida *MATERIAL PARA BASE* se obtiene del análisis de extracción de material en canteras.

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
SUBPARTIDAS			
MATERIAL PARA BASE	M3		1.0000
EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE	M3		1.0000

EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE

REND: 468.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	1.00	0.0171
OFICIAL	HH	1.00	0.0171
PEON	HH	6.00	0.1026
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO DE 81-100 HP 5.5-20 TN	HM	1.00	0.0171
RODILLO LISO VIBRADOR AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 TN	HM	1.00	0.0171
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0171
SUBPARTIDAS			
AGUA	M3		0.1000

PAVIMENTOS

Imprimación Asfáltica

REND: 4,000.00 M2/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	1.00	0.0020
PEON	HH	4.00	0.0080
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
BARREDORA MECÁNICA DE 10-20 HP 7'	HM	1.00	0.0020
CAMIÓN IMPRIMADOR DE 210 HP 2000 GLN	HM	1.00	0.0020

Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
SUBPARTIDAS			
PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	M3		1.2500
EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA	M3		1.0000

EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA

REND: 240.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	1.00	0.0333
OPERARIO	HH	2.00	0.0667
PEON	HH	5.00	0.1667
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
RODILLO NEUMÁTICO AUTOPROPULSADO DE 81-100 HP 5.5-20 TN	HM	1.00	0.0333
RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 TN	HM	1.00	0.0333
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	HM	1.00	0.0333

PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

REND: 364.29 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	1.00	0.0220
OPERARIO	HH	1.00	0.0220
PEON	HH	2.00	0.0439
OFICIAL	HH	2.00	0.0439
MATERIALES			
PETRÓLEO	GLN		4.0000
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
FAJA TRANSPORTADORA 18" X 40' M.E. 3HP 150 TON/H	HM	2.00	0.0439
CALENTADOR DE ACEITE 5 HP 468 p3	HM	1.00	0.0220
SECADOR DE ÁRIDOS 60-115 TON/H	HM	1.00	0.0220
GRUPO ELECTRÓGENO 230 HP 150 KW	HM	1.00	0.0220
CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2- 2.25 YD3	HM	1.00	0.0220
PLANTA DE ASFALTO DE 150 ton/h	HM	1.00	0.0220
SUBPARTIDAS			
AGREGADO	M3		0.5722
ARENA	M3		0.7853

Tratamiento Superficial Monocapa para Bermas

REND: 2,860.00 M2/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
PEON	HH	4.00	0.0439
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
COMPRESORA NEUMÁTICA DE 196 HP 600-690 PCM	HM	0.50	0.0014
RODILLO NEUMÁTICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20 ton	HM	1.00	0.0028
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0028
CAMIÓN IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN	HM	1.00	0.0028
SUBPARTIDAS			
AGREGADO	M3		0.0260

Cemento Asfáltico

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MATERIALES			
CEMENTO ASFALTICO	KG		1.0000

Asfalto diluido MC-30

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MATERIALES			
ASFALTO DILUIDO MC-30	LT		1.0000

Filler Mineral

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MATERIALES			
FILLER MINERAL	KG		1.0000

EXPLORACIÓN DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

Cada material que será utilizado ya sea para relleno, base, carpeta asfáltica o concreto deberá ser extraída de canteras que cumplan con las especificaciones técnicas. Para la obtención de los diferentes materiales requeridos se deberá realizar labores de zarandeo o chancado hasta obtener el material deseado.

Agregados (para Concreto y Carpeta Asfáltica)

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
SUBPARTIDAS			
EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO	M3		1.300
CARGUIO Y TRANSPORTE	M3		1.000
CHANCADO DE MATERIAL PARA AGREGADO	M3		1.300
ZARANDEO DE MATERIAL PARA AGREGADO	M3		1.000

Tanto la Extracción como el Carguío y Transporte tendrán los mismos rendimientos para los tipos de material que se requiere, sin embargo en las etapas de chancado y zarandeo los rendimientos serán diferentes pues los materiales para base, concreto y carpeta asfáltica deben cumplir requerimientos independientes de acuerdo a las especificaciones técnicas.

EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO

REND: 570.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.20	0.0028
PEON	HH	1.00	0.0140
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
TRACTOR SOBRE ORUGAS DE 190 - 240 HP	HM	1.00	0.0140

CARGUÍO

REND: 620.00 M3/DIA			
DESCRIPCIÓN INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.20	0.0026
EQUIPOS			
CARGADOR S/LLANTAS 110-115 HP 2-2.5 YD3	HM	1.00	0.0129

Chancado y Zarandeo para Agregados de Concreto y Carpeta Asfáltica

CHANCADO DE MATERIAL PARA AGREGADO

REND: 840.00 M3/DIA			
DESCRIPCIÓN INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	1.00	0.0095
OFICIAL	HH	1.00	0.0095
OPERARIO	HH	2.00	0.0190
PEON	HH	4.00	0.0381
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
FAJA TRANSPORTADORA 18" X 40' M.E. 3HP 150 TON/H	HM	1.00	0.0095
CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	HM	0.50	0.0048
GRUPO ELECTRÓGENO 140 HP 90 KW	HM	1.00	0.0095
CHANCADORA PRIMARIA 30" X 42" 75 HP	HM	1.00	0.0095

ZARANDEO DE MATERIAL PARA AGREGADO

REND: 200.00 M3/DIA			
DESCRIPCIÓN INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	1.00	0.0400
OPERARIO	HH	2.00	0.0800
PEON	HH	4.00	0.1600
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
ZARANDA VIBRATORIA 4" X 6" X 14" 15 HP	HM	1.00	0.0400
GRUPO ELECTRÓGENO 230 HP 150 KW	HM	1.00	0.0400
CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	HM	0.20	0.0080

Material para base

DESCRIPCIÓN INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
SUBPARTIDAS			
EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO	M3		1.400
CARGUIO Y TRANSPORTE	M3		1.400
CHANCADO DE MATERIAL PARA AGREGADO	M3		1.400
ZARANDEO DE MATERIAL PARA AGREGADO	M3		1.400

CHANCADO DE MATERIAL PARA BASE

REND: 280.00 M3/DIA			
DESCRIPCIÓN INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
OFICIAL	HH	1.00	0.0286
OPERARIO	HH	1.00	0.0286
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
GRUPO ELECTRÓGENO 230 HP 150 KW	HM	1.00	0.0286
CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	HM	1.00	0.0286
CHANCADORA PRIMARIA 30" X 42" 75 HP	HM	1.00	0.0286

ZARANDEO DE MATERIAL PARA BASE

REND: 280.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
OFICIAL	HH	1.00	0.0286
CAPATAZ	HH	1.00	0.0286
PEON	HH	4.00	0.1143
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	HM	0.40	0.0114
ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	HM	1.00	0.0286
GRUPO ELECTROGENO 89 HP 50 KW	HM	1.00	0.0286
FAJA TRANSPORTADORA 18"x40' M.E 3HP 150 TON/H	HM	1.00	0.0286
VOLQUETE 6X4 330 HP-15 M3	HM	0.50	0.0143

Arena

La subpartida de extracción y apilamiento serán las mismas que las adoptadas para la los agregados, diferenciándose en la subpartida chancado/zarandeo.

DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
SUBPARTIDAS			
EXTRACCION Y APILAMIENTO	M3		1.200
CHANCADO/ZARANDEO (PRIM-SEC Y TERC) DE MATERIAL	M3		1.200

CHANCADO/ZARANDEO (PRIM-SEC Y TERC) DE MATERIAL

REND: 120.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.10	0.0067
OFICIAL	HH	1.00	0.0667
PEON	HH	4.00	0.2667
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	HM	0.50	0.0333
ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	HM	1.00	0.0667
GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	HM	1.00	0.0667
CHANCADORA PRIMARIA 30" X 42" 75 HP	HM	1.00	0.0667
CHANCADORA TERCARIA	HM	1.00	0.0667

Relleno

REND: 820.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
CAPATAZ	HH	0.10	0.0010
PEON	HH	1.00	0.0099
EQUIPOS			
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
TRACTOR SOBRE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1.00	0.0098

Agua

REND: 90.00 M3/DIA			
DESCRIPCION INSUMO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD
MANO DE OBRA			
PEON	HH	1.00	0.0899
EQUIPOS			
MOTOBOMBA 7-10 HP 3"- 4"	HM	1.00	0.0899
CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 gl	HM	1.00	0.0899

CONCLUSIONES

Geología, Geotecnia y Estabilidad de Taludes

El tramo en estudio se encuentra conformado por rocas sedimentarias (areniscas en su mayoría) y conglomerados coluviales. Las rocas sedimentarias son susceptibles a los agentes del intemperismo como agua, viento, etc. Durante la evaluación se ha verificado que los taludes presentan erosión en los sectores que no presentan cobertura vegetal.

En general los taludes son estables, beneficiados en parte por la vegetación del lugar. Sin embargo se presentan sectores puntuales donde hay ligeros desprendimientos de material de menor envergadura, derivados de la erosión y el buzamiento desfavorable de las discontinuidades (contra el talud). Sin embargo debe tomarse en cuenta este proceso geodinámico a fin de evitar problemas a futuro durante los trabajos de corte.

El ancho de vía es insuficiente para garantizar la transitabilidad y comodidad del tránsito vehicular por lo que es necesario realizar la ampliación de la plataforma por lo que es necesario realizar trabajos de corte.

Se ha realizado el análisis de estabilidad en los taludes de material conglomerado obteniéndose los valores en condiciones estáticas (F.S. = 1.596) como pseudo-estáticas (F.S. = 1.130), mostrándose favorables pues cumplen con los factores de seguridad mínimo requeridos para ambas condiciones (1.5 en condiciones estáticas y 1.1 en condiciones pseudo-estáticas). En los taludes de roca se ha evaluado su estabilidad mediante métodos como RMR y SMR su estabilidad.

Canteras y Fuentes de Agua

Las canteras seleccionadas presentan material granular de clasificación GW, GP, GC, GM. Las canteras seleccionadas (Huantan y Ahuicho) fueron evaluadas tomando muestras para sus análisis en laboratorio, verificando que todos

cumplen con las exigencias de las Especificaciones Técnicas. Igualmente la fuente de agua seleccionada (Alis).

La selección también se ha realizado teniendo en cuenta la accesibilidad, distancia a la zona, potencia y área. La cantera Huantan cuenta con área suficiente para instalar una planta de agregados.

Suelos y pavimentos

El Perfil Estratigráfico elaborado indica la presencia de suelos granulares predominantes, de clasificación SUCS entre GM, GC y GP-GC y clasificación AASHTO de A-2-4 (0) en una profundidad promedio de 1.20 m.

La estructura actual del pavimento ha sido conformada a nivel de lastrado. Actualmente su superficie de rodadura presenta baches, erosión de finos, disgregación, ahuellamientos. Debido a esto se ha optado por dar un mejoramiento a la vía seleccionándose un pavimento a nivel de carpeta asfáltica teniendo en consideración que el tramo se encuentra dentro del poblado de Alis, además de ofrecer mayor duración.

El método utilizado para el diseño ha sido el AASHTO 93, debido a que es el más aceptado por las Instituciones del Estado y adecuarse mejor a las condiciones del país. Se ha diseñado para un tiempo de duración de 20 años con refuerzo a nivel de carpeta asfáltica en el año 10, obteniéndose espesores de diseño de 7.5 cm de carpeta asfáltica y 15 cm de base granular, no requiere de subbase. El refuerzo de la carpeta asfáltica para la segunda etapa será de 7.5 cm.

RECOMENDACIONES

Para la ampliación de la plataforma es necesario realizar trabajos de corte y excavación, estos trabajos se realizarán tanto en el tramo de talud de roca como en el conglomerado. Debido a que la altura supera los 5 m, se recomienda utilizar banquetas de 3 m a fin de garantizar la estabilidad de los taludes de corte.

Debido a que los taludes de roca tienen tendencia a desprender material, se ha tomado, como medida correctiva, el colocar banquetas de 2 m al pie del talud a fin de que el material que se desprenda no termine en la vía.

El método de excavación en roca fija se hará mediante voladura controlada tipo precorte. Al encontrarnos en zona habitada y al mismo tiempo en reserva paisajística, es necesario tener especial cuidado al realizar estos trabajos a fin de mitigar los impactos ambientales.

En la ejecución de la conformación de las capas del pavimento, debe efectuarse los controles respectivos de acuerdo a las Especificaciones Técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN AYESA – ALPHA CONSULT; Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, MTC, Lima, 2005.

DU PONT; Manual para el uso de Explosivos, Compañía Editorial Continental S.A., México D.F., 1973.

GONZALES DE VALLEJO, LUIS; Ingeniería Geológica, Pearson Educación, Madrid, 2002.

INTERSUR CONCESIONES; Proyecto Corredor Vial Interoceánico Sur Tramo N° 4: Azángaro – Puente Inambari: Proyecto de Ingeniería de Detalle, MTC, Lima, 2007.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, Tarea Asociación Gráfica Educativa, Lima, 2008.

PALACIOS LEON, FLORIANO; Estudios de Preinversión a Nivel de Perfil para el Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, MTC, Lima, 2004.

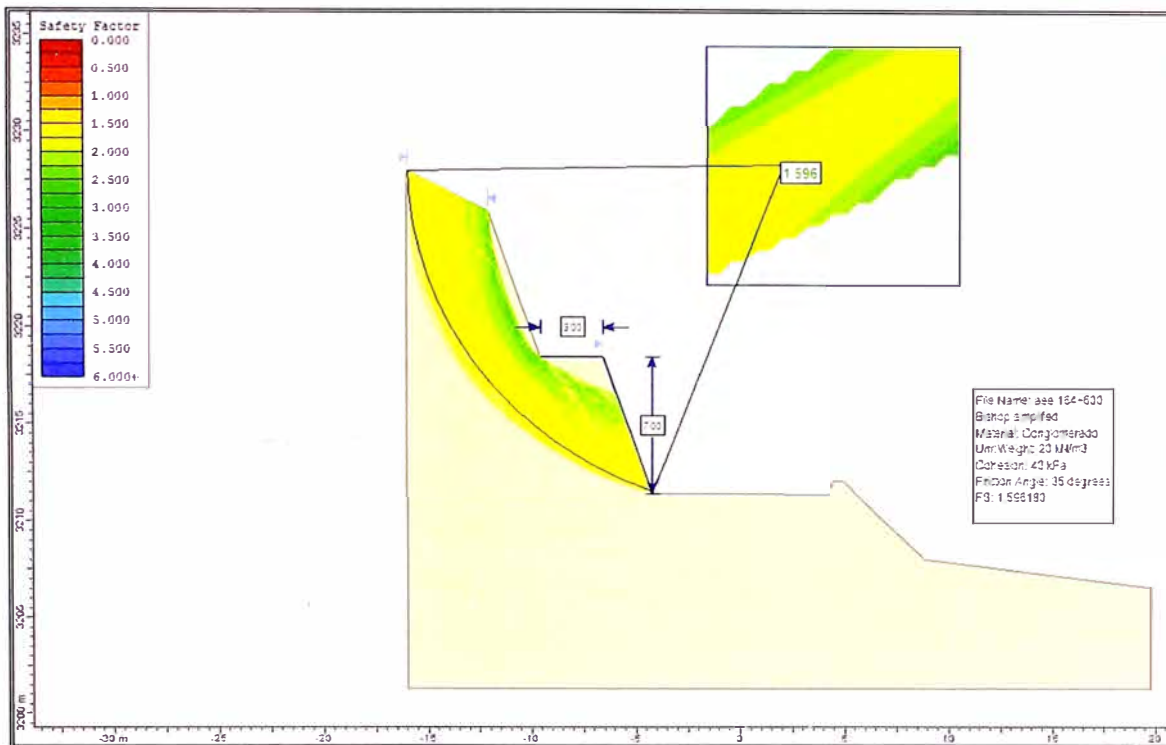
RICO RODRIGUEZ, ALFONSO; La Ingeniería de los Suelos en las Vías Terrestres, Editorial Limusa, México, 2008.

VIVAR ROMERO, GERMAN; Diseño y Construcción de Pavimentos, Colegio de Ingenieros del Perú – Capítulo de Ingeniería Civil, Lima, 1995.

ANEXOS

ANEXO 1
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y
ESTABILIDAD DE TALUDES

Anexo 1: Análisis de Estabilidad de Talud Km. 164+600



Conglomerado: Análisis de Estabilidad Estático. F.S. = 1.596

Document Name

File Name: aee 164+600

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular

Search Method: Grid Search

Radius increment: 10

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Minimum Elevation: Not Defined

Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Material: Conglomerado

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 40 kPa

Friction Angle: 35 degrees

Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.596180

Center: 2.015, 3228.280

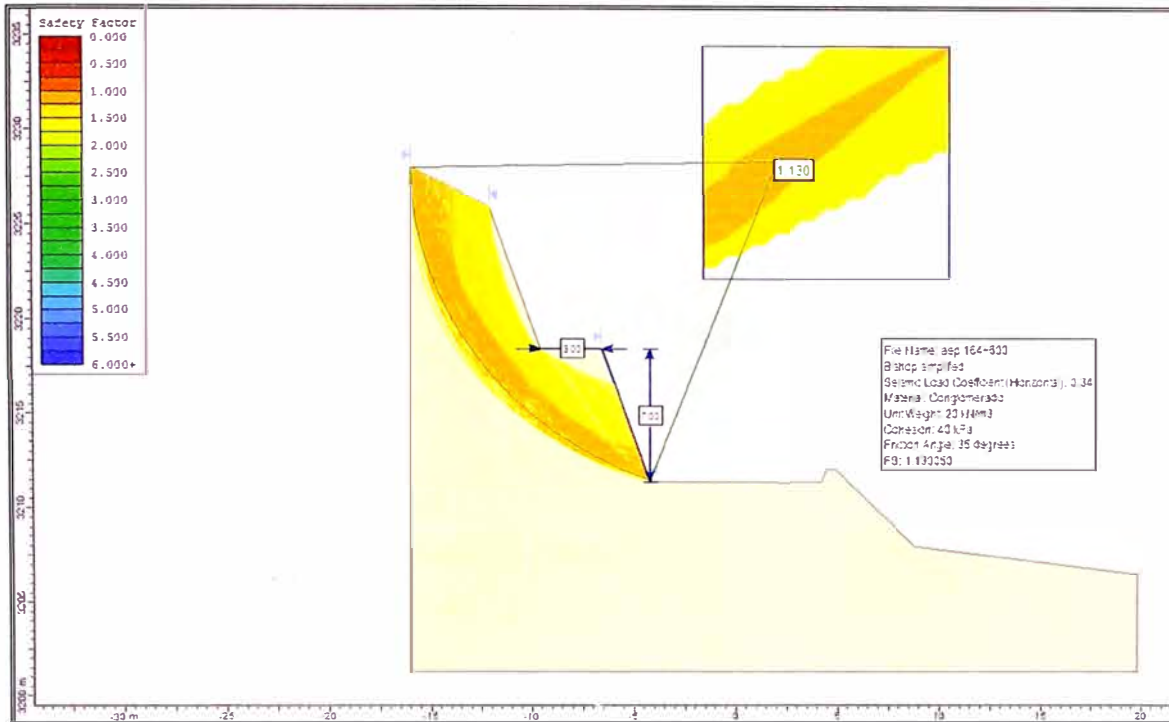
Radius: 17.953

Left Slip Surface Endpoint: -15.936, 3227.996

Right Slip Surface Endpoint: -4.242, 3211.453

Resisting Moment=25080.3 kN-m

Driving Moment=15712.7 kN-m



Conglomerado: Análisis de Estabilidad Pseudo - Estático. F.S. = 1.130

Document Name

File Name: aep 164+600

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified

Bishop simplified

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular

Search Method: Grid Search

Radius increment: 10

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Minimum Elevation: Not Defined

Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.34

Material Properties

Material: Conglomerado

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 40 kPa

Friction Angle: 35 degrees

Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.130050

Center: 2.015, 3228.280

Radius: 17.953

Left Slip Surface Endpoint: -15.936, 3227.996

Right Slip Surface Endpoint: -4.242, 3211.453

Resisting Moment=21952 kN-m

Driving Moment=19425.8 kN-m

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

PROYECTO:	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
TRAMO:	DEL KM 164+400 - 164+700
PROGRESIVA:	KM 164+400
TIPO DE ROCA:	ARENISCA

PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN

DATOS Y Puntuación

1	Resistencia de la matriz rocosa (Mpa)	Ensayo de Carga Puntual (Mpa)	> 10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	Compresión Simple (Mpa)			110 MPa
		Compresión Simple (Mpa)	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1	
		Puntuación	15	12	7	4	2	1	0	12
2		RQD	91% - 100%	76% - 90%	51% - 75%	25% - 50%	< 25%			50%
		Puntuación	20	17	13	6	3			6
3		Separación entre discontinuidades	> 2 m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2 m	< 0.06 m			0.25 m
		Puntuación	20	15	10	8	5			10
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m			2.00 m
		Puntuación	6	4	2	1	0			4
		Abertura	Ninguna	< 0.1 mm	0.1 - 1 mm	1 - 5 mm	> 5 mm			0.05 mm
		Puntuación	6	5	3	1	0			5
		Rugosidad	Muy Rugosa	Rugosa	Ligeramente Rugosa	Ondulada	Suave			Rugosa
		Puntuación	6	5	3	1	0			5
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm	Ninguno		
		Puntuación	6	4	2	2	0			6
		Alteración	Inalterada	Ligeramente Alterada	Moderadamente Alterada	Muy Alterada	Descompuesta			Ligeramente Alterada
Puntuación	6	5	3	1	0			5		
5	Agua Freática	Estado General	Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo			Seco
		Puntuación	15	10	7	4	0			15

CLASIFICACIÓN

CÍASE	I	II	III	IV	V	II
CALIDAD	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala	Buena
Puntuación	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20	68

CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO EN RELACIÓN AL ÍNDICE RMR

Clase	Calidad	Valoración RMR	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción
I	Muy buena	81 - 100	> 400	> 45°
II	Buena	61 - 80	300 - 400	35° - 45°
III	Media	41 - 60	200 - 300	25° - 35°
IV	Mala	21 - 40	100 - 200	15° - 25°
V	Muy mala	< 20	< 100	< 15°

PARÁMETROS FINALES DEL MACIZO ROCOSO

TIPO DE ROCA:	ARENISCA
RMR _{ro} :	68
CLASE:	II
CALIDAD:	Buena
COHESIÓN (Kpa):	340
ÁNGULO DE FRICCIÓN:	39

CLASIFICACION GEOMECANICA DE TALUDES

PROYECTO:	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO	Tipo de falla:	Volteo
TRAMO:	DEL KM 164+400 - 164+700	α_s (dirección del talud):	115°
PROGRESIVA:	KM 164+400	β_s (buzamiento del talud):	85°
TIPO DE ROCA:	ARENISCA	α_j (dirección de las juntas):	320°
		β_j (buzamiento de las juntas):	55°

FACTORES DE AJUSTE POR LA ORIENTACIÓN DE LAS JUNTAS (F1, F2 y F3)						Datos	
Caso		Muy favorable	Favorable	Normal	Desfavorable	Muy desfavorable	Favorable
PLANAR	$[\alpha_j - \alpha_s]$	> 30°	30° - 20°	20° - 10°	10° - 5°	< 5°	25
VOLTEO	$[\alpha_j - \alpha_s - 180°]$						
PLANAR/VOLTEO	F1	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00	0.40
PLANAR	$[\beta_j]$	< 20°	20° - 30°	30° - 35°	35° - 45°	> 45°	85°
	F2	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00	-
VOLTEO	F2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
PLANAR	$\beta_j - \beta_s$	> 10°	10° - 0°	0°	0 - (-10°)	< -10°	-
VOLTEO	$\beta_j + \beta_s$	< 110°	110° - 120°	> 120°	-	-	140°
PLANAR/VOLTEO	F3	0	-6	-25	-50	-60	-25

FACTOR DE AJUSTE POR EL MÉTODO DE EXCAVACIÓN (F4)						Datos
Método	Talud Natural	Precorte	Voladura suave	Voladura o excavación mecánica	Voladura deficiente	Voladura Suave
F4	+15	+10	+8	0	-8	8

DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL SMR				Datos
F1:	0.40	SMR = RMR + (F1 x F2 x F3) + F4	RMRs:	68
F2:	1.00		SMR:	66
F3:	-25.00			
F4:	8.00			

CLASES DE ESTABILIDAD						Datos
Clase	V	IV	III	II	I	II
SMR	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100	66
Descripción	Muy mala	Mala	Normal	Buena	Muy buena	Buena
Estabilidad	Totalmente Inestable	Inestable	Parcialmente Estable	Estable	Totalmente Estable	Estable
Roturas	Grandes roturas por planos continuos o por masa	Juntas o grandes cuñas	Algunas juntas o muchas cuñas	Algunos bloques	Ninguna	Algunos bloques
Tratamiento	Reexcavación	Corrección	Sistemático	Ocasional	Ninguno	Ocasional

CUADRO RESUMEN	
TIPO DE ROCA	ARENISCA
CLASE	II
SMR	66
DESCRIPCIÓN	Buena
ESTABILIDAD	Estable
ROTURAS	Algunos bloques
TRATAMIENTO	Ocasional

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
TRAMO: DEL KM 164+400 - 164+700
PROGRESIVA: KM 164+525
TIPO DE ROCA: ARENISCA

PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN

DATOS Y Puntuación

1	Resistencia de la matriz rocosa (Mpa)	Ensayo de Carga Puntual (Mpa)	> 10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	Compresión Simple (Mpa)			100 MPa	
		Compresión Simple (Mpa)	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1		
		Puntuación	15	12	7	4	2	1	0	7	
2	RQD		91% - 100%	76% - 90%	51% - 75%	25% - 50%	< 25%			45%	
	Puntuación		20	17	13	6	3			6	
3	Separación entre diaclasis		> 2 m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2 m	< 0.06 m			0.15 m	
	Puntuación		20	15	10	8	5			8	
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m			2.00 m	
		Puntuación		6	4	2	1	0			4
		Abertura	Ninguna	< 0.1 mm	0.1 - 1 mm	1 - 5 mm	> 5 mm			0.05 mm	
		Puntuación		6	5	3	1	0			5
		Rugosidad	Muy Rugosa	Rugosa	Ligeramente Rugosa	Ondulada	Suave			Ligeramente Rugosa	
		Puntuación		6	5	3	1	0			3
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm			Ninguno	
		Puntuación		6	4	2	2	0			6
Alteración	Inalterada	Ligeramente Alterada	Moderadamente Alterada	Muy Alterada	Descompuesta			Moderadamente Alterada			
	Puntuación		6	5	3	1	0			3	
5	Agua Freática	Estado General	Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo			Ligeramente Húmedo	
	Puntuación		15	10	7	4	0			10	

CLASIFICACIÓN

CLASE	I	II	III	IV	V	III
CALIDAD	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala	Media
Puntuación	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20	52

CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO EN RELACIÓN AL ÍNDICE RMR

Clase	Calidad	Valoración RMR	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción
I	Muy buena	81 - 100	> 400	> 45°
II	Buena	61 - 80	300 - 400	35° - 45°
III	Media	41 - 60	200 - 300	25° - 35°
IV	Mala	21 - 40	100 - 200	15° - 25°
V	Muy mala	< 20	< 100	< 15°

PARÁMETROS FINALES DEL MACIZO ROCOSO

TIPO DE ROCA:	ARENISCA
RMRs:	52
CLASE:	III
CALIDAD:	Media
COHESIÓN (Kpa):	260
ÁNGULO DE FRICCIÓN:	31

CLASIFICACION GEOMECANICA DE TALUDES

PROYECTO:	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO	Tipo de falla:	Volteo
TRAMO:	DEL KM 164+400 - 164+700	α_s (dirección del talud):	115°
PROGRESIVA:	KM 164+525	β_s (buzamiento del talud):	85°
TIPO DE ROCA:	ARENISCA	α_j (dirección de las juntas):	320°
		β_j (buzamiento de las juntas):	50°

FACTORES DE AJUSTE POR LA ORIENTACIÓN DE LAS JUNTAS (F1, F2 y F3)						Datos	
Caso		Muy favorable	Favorable	Normal	Desfavorable	Muy desfavorable	Favorable
PLANAR	$[\alpha_j - \alpha_s]$	> 30°	30° - 20°	20° - 10°	10° - 5°	< 5°	25
VOLTEO	$[\alpha_j - \alpha_s - 180°]$						
PLANAR/VOLTEO	F1	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00	0.40
PLANAR	$[\beta_j]$	< 20°	20° - 30°	30° - 35°	35° - 45°	> 45°	65°
	F2	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00	-
VOLTEO	F2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
PLANAR	$[\beta_j - \beta_s]$	> 10°	10° - 0°	0°	0 - (-10°)	< -10°	-
VOLTEO	$[\beta_j + \beta_s]$	< 110°	110° - 120°	> 120°	-	-	135°
PLANAR/VOLTEO	F3	0	-6	-25	-50	-60	-25

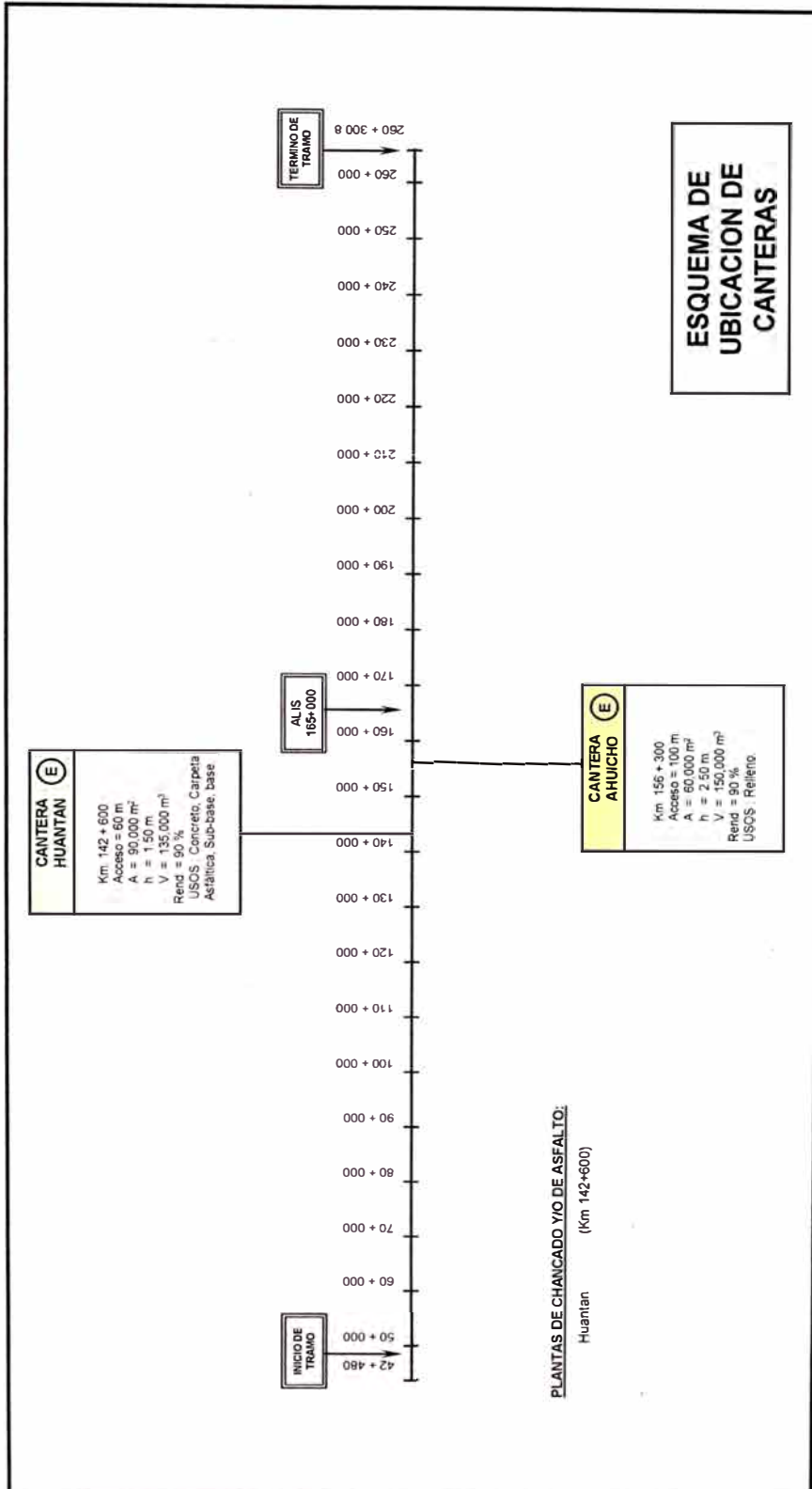
FACTOR DE AJUSTE POR EL MÉTODO DE EXCAVACIÓN (F4)						Datos
Método	Talud Natural	Precorte	Voladura suave	Voladura o excavación mecánica	Voladura deficiente	Voladura Suave
F4	+15	+10	+8	0	-8	8

DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL SMR				Datos
F1:	0.40	SMR = RMR + (F1 x F2 x F3) + F4	RMRs:	52
F2:	1.00			SMR:
F3:	-25.00			
F4:	8.00			

CLASES DE ESTABILIDAD						Datos
Clase	V	IV	III	II	I	III
SMR	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100	60
Descripción	Muy mala	Mala	Normal	Buena	Muy buena	Normal
Estabilidad	Totalmente inestable	Inestable	Parcialmente Estable	Estable	Totalmente Estable	Parcialmente Estable
Roturas	Grandes roturas por planos continuos o por masa	Juntas o grandes cuñas	Algunas juntas o muchas cuñas	Algunos bloques	Ninguna	Algunas juntas o muchas cuñas
Tratamiento	Reexcavación	Corrección	Sistemático	Ocasional	Ninguno	Sistemático

CUADRO RESUMEN	
TIPO DE ROCA	ARENISCA
CLASE	III
SMR	50
DESCRIPCIÓN	Normal
ESTABILIDAD	Parcialmente Estable
ROTURAS	Algunas juntas o muchas cuñas
TRATAMIENTO	Sistemático

ANEXO 2
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA



ANEXO 2 - ANALISIS DE CANTERAS
CUADRO N° 1 :RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN CANTERAS (Propiedades Indice)

CANTERA : HUANTAN
LOCALIZACION : HUANTAN
KM : 142 + 600

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO % QUE PASA				LIMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS	
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CHT - 1'	M - 1	0.00 - 3.00	26.9	18.1	8.3	5.0	-	NP	NP	GP - GM	A-1(a) (0)
CHT - 2'	M - 1	0.00 - 3.00	44.6	31.8	16.9	9.6	23.7	12.7	11.0	GW - GC	A-2-6 (0)
CHT - 1	M - 2	0.60 - 1.60	43.1	30.7	19.7	12.2	22.0	14.4	7.6	GC	A-2-4 (0)
CHT - 2'	M - 2	0.15 - 1.50	44.0	29.9	19.8	12.3	27.6	15.4	12.2	GC	A-2-6 (0)
CHT - 3	M - 2	0.20 - 1.50	30.7	15.5	9.6	5.5	30.7	19.8	10.9	GP - GC	A-2-6 (0)

CANTERA : AHUICHO
LOCALIZACION : HUANTAN
KM : 156 + 300

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO % QUE PASA				LIMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS	
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CA - 1	M - 1	0.00 - 3.00	37.1	21.0	12.2	8.3	30.0	19.1	10.9	GP - GC	A-2-6 (0)
CA - 2	M - 2	1.00 - 3.00	42.6	37.1	31.1	26.0	32.8	20.2	12.6	GC	A-2-6 (0)

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera
Ruta 22 Tramo: Lunahuaná - Yauyos - Chupaca

ANEXO 2 - ANALISIS DE CANTERAS
CUADRO N° 2: RESUMEN DE ENSAYOS DE RAZON DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

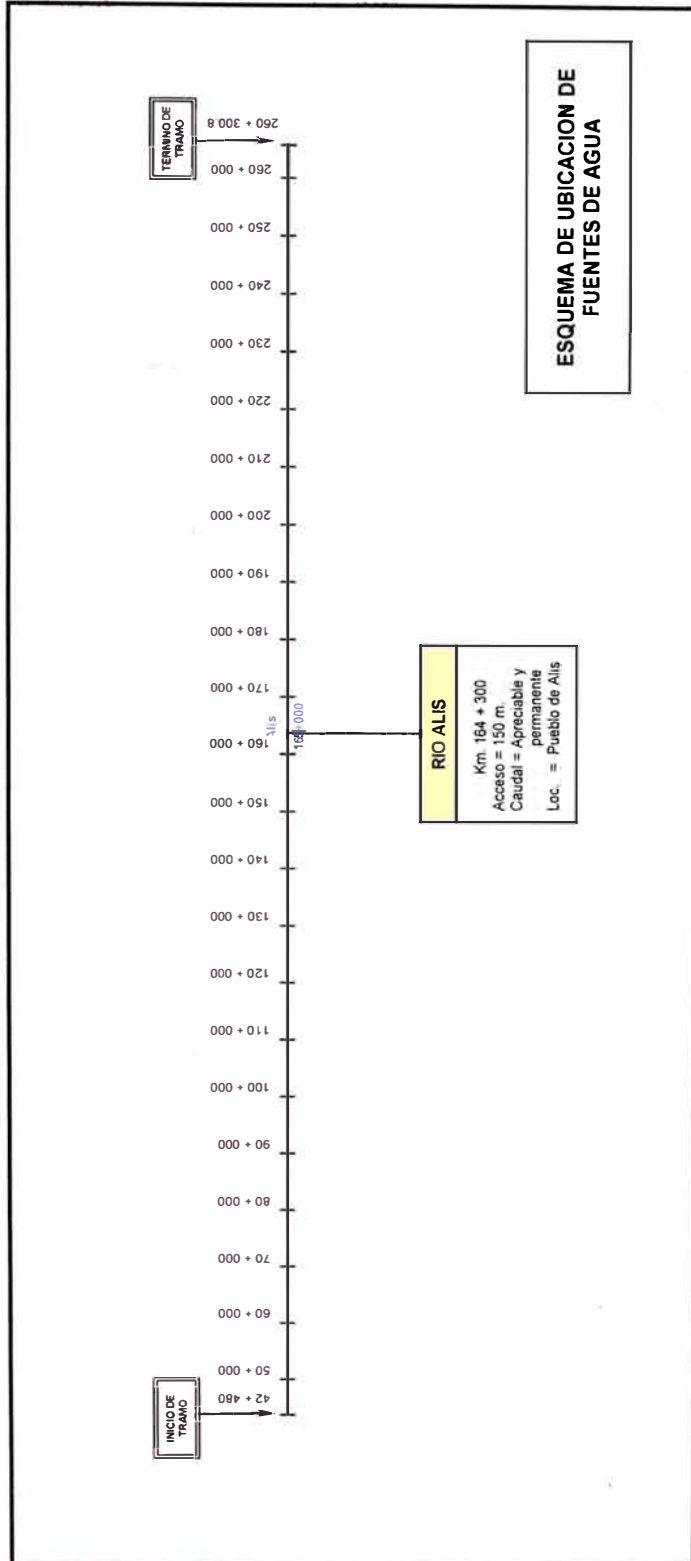
CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO				LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION DE SUELOS		PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. para 0.1"		EXPANSION Máx (%)
					% QUE PASA				%					M D S. (g/cm ³)	O C.H. (%)	95% de la M D S. (%)	100% de la M D S. (%)	
					N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	LL	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO					
HUANTAN	142 + 600	CHT - 1'	M - 1	0.00 - 3.00	26.9	18.1	8.3	5.0	-	NP	NP	GP - GM	A-1a (0)	2.172	8.5	65	92	0.0

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná - Yauyos - Chupaca

ANEXO 2 - ANALISIS DE CANTERAS
CUADRO N° 3: RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE CANTERAS

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)
AHUJCHO	156 + 300	CA - 2	M - 2	1.00 - 3.00	122.27	621.03	1,555.91

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera
Ruta 22 Tramo: Lunahuaná - Yauyos - Chupaca



ANEXO 2 - ANÁLISIS DE FUENTE DE AGUA
CUADRO N° 4 : RESUMEN DE ENSAYOS QUÍMICOS DE FUENTES DE AGUA

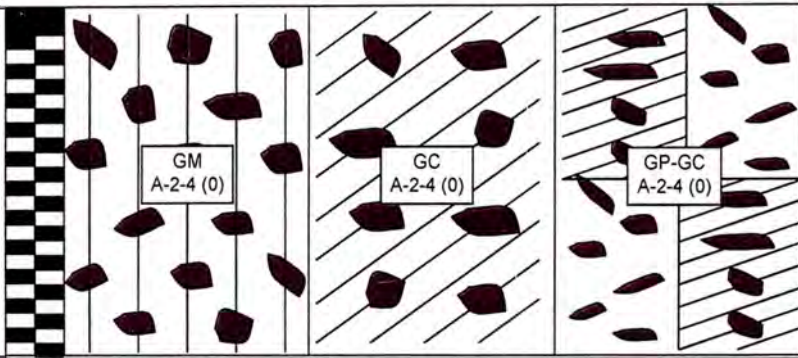
FUENTE DE AGUA	CALIZACION	PROGRESIVA (Km)	PH	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)	M. O. (%)
RIO ALIS	Alis	164+300	7.22	35.46	48.03	510.00	0.00

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera
Ruta 22 Tramo: Lunahuaná - Yauyos - Chupaca

ANEXO 3
DISEÑO DE PAVIMENTOS

SUELOS

ANEXO 3: SUELOS - RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO																									
PROYECTO		AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO																							
UBICACIÓN		ALIS - YAUYOS - LIMA																							
MATERIAL		EXISTENTE																							
PROGRESIVA		KM 164+400 - KM 164+700																							
CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE SUELOS																									
CALICATA	Km	LADO	MUESTRA	PROF. (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO PORCENTAJES QUE PASAN TAMIZ																	LIMITES < N° 40		CLASIFICACION	
					3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	N°4	N°10	N°20	N° 30	N° 40	N° 60	N° 100	N° 200	L.L.	I.P.	SUCS	ASSHTO	
N° 1	164+100-164+400	IZQUIERDO	M- 1	0.00 - 1.50	100.0	89.0	80.6	70.0	65.9	57.3	52.5	47.5	43.8	36.4	28.8	27.1	25.4	22.9	20.5	19.5	26	NP	GM	A-2-4(0)	
N° 2	164+605	IZQUIERDO	M- 1	0.00 - 1.50	100.0	1000	95.3	84.7	75.8	65.6	60.0	53.2	49.2	39.9	34.3	32.6	31.0	29.1	27.3	26.6	25	6	GC	A-2-4(0)	
N° 1	164+790	IZQUIERDO	M-1	0.00 - 1.50	1000	79.1	54.6	43.0	36.8	29.6	25.4	21.8	19.6	15.8	13.4	12.2	10.7	8.9	7.4	7.1	28	10	GP-GC	A-2-4(0)	

ANEXO 3 - SUELOS					
PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
PROYECTO		: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO			
UBICACIÓN		: ALIS - YAUYOS - LIMA			
MATERIAL		: EXISTENTE			
PROGRESIVA		: KM 164+400 - KM 164+700			
PERFIL ESTRATIGRAFICO	0.1		GM A-2-4 (0)	GC A-2-4 (0)	GP-GC A-2-4 (0)
	0.2				
	0.3				
	0.4				
	0.5				
	0.6				
	0.7				
	0.8				
	0.9				
	1.0				
	1.1				
	1.2				
	CALICATA N°				
CALICATAS UBICADAS LADO		IZQ			
		EJE			
		DER			
PROGRESIVA KM.		164+100-164+400	164+605	164+790	
TERRENO NATURAL	LIMITE LIQUIDO (%)	26	25	28	
	INDICE PLASTICO (%)	NP	10	6	
	HUMEDAD NATURAL (%)	-	-	-	
	% QUE PASA LA MALLA N° 200	19.50	26.60	7.10	
	CLASIFICACION SUCS	GM	GC	GP-GC	
	CLASIFICACION AASTHO	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos
Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09 -236

SOLICITANTE : BARZOLA DICK, RIVERA JDSE, RAMON HUMBERTO, VILA VICTOR ZAPATA JULIO
PROYECTO : TITULACION PROFECIONAL 2009-I
UBICACION : DISTRITO DE ALIS -PROVINCIA DE YAUYOS DEPTO DE LIMA
FECHA : 22 DE ABRIL DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
CALICATA C-2- M-2
GRUPO-2- AULA A
PRO. KM 164+605

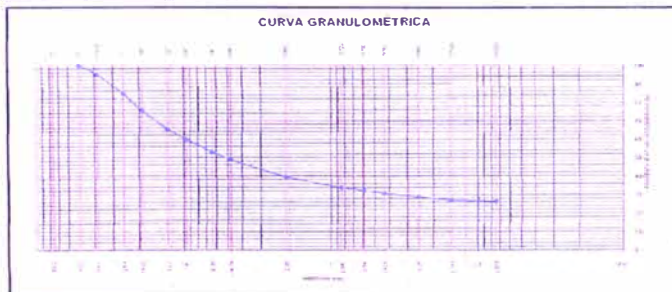
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Rete nido	Pasa
3"	76 200	-	-	100.0
2"	50 300	-	-	100.0
1 1/2"	38 100	4.7	4.7	95.3
1"	25 400	10.6	15.3	84.7
3/4"	19 050	8.9	24.2	75.8
1/2"	12 700	10.2	34.4	65.6
3/8"	9 525	5.6	40.0	80.0
1/4"	6 350	6.7	46.8	53.2
N°4	4 760	4.1	50.8	49.2
N°10	2 000	9.3	60.1	39.9
N°20	0 840	5.6	65.7	34.3
N°30	0 590	1.6	67.4	32.6
N°40	0 426	1.6	69.0	31.0
N°60	0 250	1.9	70.9	29.1
N°100	0 149	1.8	72.7	27.3
N°200	0 074	0.7	73.4	26.6
- N°200	-	-	-	-

% grava	50.8
% arena	22.6
% finos	26.6

LIMITES DE CONSISTENCIA	
ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	25.41
LIMITE PLASTICO (%)	20.90
INDICE PLASTICO (%)	4.51

CLASIFICACION SUCS-ASTM D-2487 : GC
CLASIFICACION AASHTO M-145 : A-2-4(0)



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
Ejecución: Terc. W. Diaz R.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09 -236

SOLICITANTE : BARZOLA DICK, RIVERA JOSE, RAMON HUMBERTO, VILA VICTOR ZAPATA JULIO
 PROYECTO : TITULACION PROFESIONAL 2009-I
 UBICACION : DISTRITO DE ALIS -PROVINCIA DE YAUYOS DEPTO DE LIMA
 FECHA : 22 DE ABRIL DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA C-2, M-1 Prof. 0,00-0,35

GRUPO-2- AULA A

PRO. KM 164+605

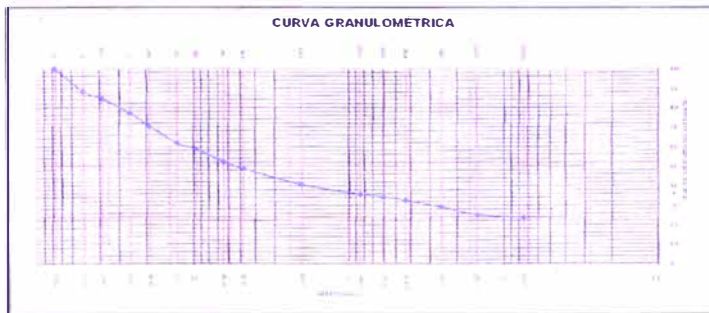
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	[%] Parcial Retenido	[%] Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	11.8	11.8	88.2
1 1/2"	38.100	3.6	15.4	84.6
1"	25.400	7.3	22.7	77.3
3/4"	19.050	6.8	29.5	70.5
1/2"	12.700	8.6	38.1	61.9
3/8"	9.525	3.1	41.2	58.8
1/4"	6.350	6.3	47.5	52.5
N°4	4.760	3.5	51.0	49.0
N°10	2.000	8.1	59.1	40.9
N°20	0.840	4.9	64.1	35.9
N°30	0.590	1.4	65.4	34.6
N°40	0.426	1.8	67.2	32.8
N°60	0.250	3.5	70.7	29.3
N°100	0.149	3.8	74.5	25.5
N°200	0.074	1.5	76.0	24.0
- N°200		24.0		

% grava	51.0
% arena	25.0
% finos	24.0

LIMITES DE CONSISTENCIA	ASTM
D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	24.60
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE PLASTICO (%)	NP

CLASIFICACION SUCS-ASTM D-2487 : GM
 CLASIFICACION AASHTO M-145 : A-2-4(0)



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución: Tec. IV. Daz R.



Jose Wilfredo Gutierrez Lazares
 JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESTUDIO DE TRÁFICO Y CARGAS

ANEXO 3: ESTUDIO DE TRAFICO Y CARGAS
CUADRO N° 1
AFORO VEHICULAR DE 24 HORAS

IMD E 4

Código de Estacion : E 4
 Estación : DV. YAUYOS
 Dia : 2008
 Ubicación : Km. 127+400 Salida de Magdalena
 Sentido : Ambos
 Fecha : abr-08

Hora	Auto	Station Wagon	Camta pik up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Camion 4 Ejes	Semitrayler			Trayler				Camion 7 Ejes	TOTAL	%
											2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2			
00:0-01:0			0		0	1		0.1	0										1	2.7%
01:0-02:0						1													1	1.6%
02:0-03:0		0	0			1		0.1											1	2.7%
03:0-04:0								0.1	0										0	0.8%
04:0-05:0			0					0.3	1										2	3.0%
05:0-08:0			0					0.1	0										1	1.1%
06:0-07:0	0		1					0.8	0										2	4.7%
07:0-08:0			1	0				0.4	0										2	3.4%
08:0-09:0	0		1	0		0		0.5	1										3	6.0%
09:0-10:0	0		0	0				1.0	0										2	3.5%
10:0-11:0	0		1	0				0.5	1										3	5.2%
11:0-12:0	0	0	1	0	0			0.5	0										3	5.6%
12:0-13:0		0	1	0		0		0.7	1										4	7.7%
13:0-14:0		0	1	0		1		1.0	0										4	7.1%
14:0-15:0			1	0		1		0.8	1										5	9.2%
15:0-18:0	0		1			1		0.3	1										3	6.2%
18:0-17:0	0	0	1	1		0		0.4	1										4	7.2%
17:0-18:0	0	0	1	0				0.4	0										2	4.7%
18:0-19:0	0	0	1	0				0.3	0										3	5.1%
19:0-20:0	0		1	0		0		0.1	1										2	4.4%
20:0-21:0			0						0										1	1.4%
21:0-22:0	0	0	1			0		0.1	0										2	4.2%
22:0-23:0			0			1		0.3	0										2	3.2%
23:0-24:0			0			0		0.1											0	0.8%
TOTAL	2	1	18	4	0	8		9	11										53	101.5%
%	1.9%	3.8%	34.6%	7.7%		15.4%		17.3%	21.2%										100.0%	

FUENTE : Conteos realizados por el Consultor (Consortio Gestión de Carreteras)

NOTA: Algunos ceros corresponden a decimales inferiores a 0.5, que son acumulados en la suma total, dando una cifra superior a la suma individual.

ANEXO 3 - ESTUDIO DE TRÁFICO Y CARGAS
CUADRO N° 2: DETERMINACION DE TRÁFICO DE DISEÑO
ESTACIÓN E4: DV. YAUYOS

TRAFICO TOTAL

Tipo de Vehículo	IMD 2008 (*)	Tasa de crecimiento i (%)	Tráfico Total						
			Tráfico Normal			Tráfico Generado (20 % Tráfico Normal)			Tráfico Total
			2009	2010	2011	2009	2010	2011	2011
Automovil	3	6.0	3	3	4	0	0	1	4
Camioneta	18	6.0	19	20	21	0	0	4	26
Camioneta Rural	4	6.0	4	4	5	0	0	1	6
Micro	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Omnibus 2E	8	6.0	8	9	10	0	0	2	12
Omnibus 3E	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E-L	9	6.0	10	10	11	0	0	2	13
Camión 2E-P	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	11	6.0	12	12	13	0	0	3	16
Camión 4E	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S2	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >= 3S3	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler >= 3T2	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			56	60	63	0	0	13	76

(*) Fuente: Conservación Vial Por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - DV. Yauyos - Ronchas

ANEXO 3 - ESTUDIO DE TRÁFICO Y CARGAS
CUADRO N° 3: DETERMINACION DE TRÁFICO DE DISEÑO
ESTACIÓN E4: DV. YAUYOS

TRAFICO NORMAL Y TRÁFICO GENERADO

Tipo de Vehículo	Tasa de crecimiento i (%)	Años																			
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Automovil	6.0	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	12	12	13
Camioneta	6.0	26	27	29	31	32	34	36	39	41	43	46	49	52	55	58	62	65	69	73	78
Camioneta Rural	6.0	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	12	12	13	14	15	15	16	17
Micro	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omnibus 2E	6.0	12	13	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	26	27	29	30	32	34	36
Omnibus 3E	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E-L	6.0	13	14	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	26	27	29	31	33	35	37	39
Camión 2E-P	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	6.0	16	17	18	19	20	21	22	24	25	27	28	30	32	34	36	38	40	42	45	48
Camión 4E	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S2	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >= 3S3	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler >= 3T2	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		76	81	86	91	96	102	108	115	122	129	137	145	154	163	173	183	194	205	218	231

(*) Fuente: Conservación Vial Por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - DV. Yauyos - Ronchas

ANEXO 3 - ESTUDIO DE TRÁFICO Y CARGAS

CUADRO N° 4

Nro. de repeticiones de Ejes Equivalentes Recomendados

Clase de vehículo	Eje equivalente (EE _{8.2 TN})
Bus (2 o 3 ejes)	1.850
Camión Ligero (2 ejes)	1.150
Camión Mediano (2 ejes)	2.750
Camión Pesado (3 ejes)	2.000
Camión articulado (> 3 ejes)	4.350
Auto o vehículo ligero	0.0001

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

ANEXO 3 - ESTUDIO DE TRÁFICO Y CARGAS

CUADRO N° 5: DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CARGA

Nro.	Tipo de vehículo	Presión de inflado (PSI)	Presión de contacto (PSI)	Factor por presión de llantas (F _{pll})	EE _{8.2 TN}	Factor de Carga
1	Omnibus 2E	85	76.5	1.166	1.850	2.158
2	Camión 2E-L	90	81	1.288	1.150	1.481
3	Camión 3E	90	81	1.288	2.000	2.576

ANEXO 3 - ESTUDIO DE TRÁFICO Y CARGAS
CUADRO N° 6: DETERMINACIÓN DEL EAL ACUMULADO

Nro.	Tipo de vehículo	Factor de Carga	IMD ₂₀₁₁	Tasa de crecimiento (i%)	Proyección			
					n (años)	EAL ₂₀₂₀	n (años)	EAL ₂₀₃₀
1	Omnibus 2E	2.158	12	6.0	10	124565	20	347641
2	Camión 2E-L	1.481	13	6.0	10	91650	20	255781
3	Camión 3E	2.576	16	6.0	10	194811	20	543688
TOTAL						4.11E+05		1.15E+06

DISEÑO DE ESPESORES

ANEXO 3 - DISEÑO DE PAVIMENTOS
METODO: AASHTO 93
CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) (10 años - 1ra etapa)

1. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE C.B.R. DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO

C.B.R. de diseño: **40.00** (valor estimado de acuerdo al tipo de suelo)

Fuente: El C.B.R. fue determinado en función al tipo de material encontrado mediante el registro de excavación realizado en campo, para un suelo tipo A-2-4 (0).

2. VALORES DE EAL Y DETERMINACIÓN DE MÓDULO RESILENTE (Mr)

EAL de diseño : 4.11E+05 (para un periodo de 10 años - 1ra etapa)

Modulo Resilente Mr: $Mr = 4326 \times Lr(CBR) + 241$

fórmula para suelos granulares

Por lo tanto se tiene:

Mr: **16199.09** psi

3. DETERMINACION NÚMERO EQUIVALENTE DE CARGAS PROYECTADO (W₁₈)

Se determina mediante la fórmula:

$$W_{18} = DD \times DL \times EAL$$

Donde: DD (factor de distribución direccional)
DL (factor carril)

Los factores DD (Factor de dirección) y DL (factor carril) se determinan por las siguientes condiciones:

Factor DD: al ser una vía de dos carriles, se considera 0.50

Factor DL: se determina por el siguiente cuadro

FACTOR CARRIL

NUMERO DE LINEAS EN CADA DIRECCION	PORCENTAJE PARA EJES DE 8.2 TN EN CADA DIRECCION
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: AASHTO

Para una línea en cada dirección DL es igual a 1.00

Finalmente el valor de W18 sera:

W₁₈: **2.06E+05**

4. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONFIABILIDAD (Zr)

CONFIABILIDAD

Clasificación General	Nivel de Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Autopista y carreteras interestatales	85 - 99.9	80 - 99.9
Otras arterias principales	80 - 89	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Teniendo en cuenta que nos encontramos en una zona rural y que el periodo de diseño es de 20 años (1ra etapa) , AASHTO recomienda utilizar un índice de confiabilidad de 95%

Finalmente tenemos:

R: 95%
Zr: **-1.645**

5. DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTANDAR (So)

Desviación Estándar Total (So)

0.30 - 0.45 Pavimentos Rígidos

0.40 - 0.45 Pavimentos Flexibles

Fuente: AASHTO

La determinación de la desviación estandar será en función del pavimento a diseñar, al ser nuestro pavimento flexible se toma el valor de 0.45

Finalmente tenemos:

So: **0.45**

6. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

De acuerdo a la capacidad del contratista de lograr un índice inicial satisfactorio y de las recomendaciones de AASHTO para el índice final

Tenemos:

PSI inicial: **4.0**

PSI final: **2.0**

Δ PSI: **2.0**

7. CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

El valor del Número Estructural (SN) se determina mediante la siguiente expresión:

$$\log W_{18} = Z_r \times S_o + 9.38 \times \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 \cdot 1.5} \right]}{1094} + 2.32 \times \log M_R - 8.07$$
$$0.40 + \frac{0.40}{(SN+1)^{5.19}}$$

Se tiene los siguientes parámetros:

Mr: **16199.09**

W₁₈: **2.06E+05**

Z_r: **-1.645**

So: **0.45**

Δ PSI: **2.0**

Resolviendo la ecuación se obtiene el valor de SN:

SN: **2.10**

**ANEXO 3 - DISEÑO DE PAVIMENTOS
METODO AASHTO 93
DETERMINACIÓN DE ESPESORES DEL PAVIMENTO (10 años - 1ra etapa)**

ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO

Para la estructuración del pavimento, el número estructural se transforma en capas granulares y carpeta de rodadura mediante la siguiente expresión:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Donde
 a_i : coeficiente de la capa i
 D_i : espesor de la capa i (pulgadas)
 m_i : coeficiente de drenaje de la capa i

DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES ESTRUCTURALES (a_i)

Para la carpeta asfáltica:

Los valores están en función del módulo elástico de cada material:

MATERIAL	CONDICION	MODULO	SN
Carpeta Asfáltica	Estabilidad > 850 Kg	E=450,000	0.440 pulg
Base Granular	$CBR_{100\%} \geq 100\%$	E= 30,600	0.140 pulg
Subbase Granular	$CBR_{100\%} \geq 40\%$	E= 16,800	0.120 pulg
Mejoramiento de Subrasante	$CBR_{2\%}^{20} \geq 12\%$	E= 10,600	0.075 pulg ²¹
Relleno Estructural ²²	$CBR_{90\%} \geq 9\%$	E= 9,800	0.066 pulg ²⁰

Finalmente determinamos los valores de a_i :

Carpeta asfáltica: 0.44
 Base: 0.14
 Sub base: 0.12

DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE (m_i)

En el cuadro siguiente se muestra los valores que recomienda la AASHTO para m_i ,

Calidad del drenaje	Valores de m_i Recomendados para Modificar los Coeficientes de Capas de Base y Subbase Granulares			
	% de Tiempo de Exposición de la Estructura del Pavimento a Nivel de Humedad Próximos a la Saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Aceptable	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Considerando que la exposición es entre 1 y 5% y que la condición del sistema de drenaje esperado será aceptable, se determina entonces los siguientes valores de m_i :

Base: 1.10
 Sub base: 1.10

DETERMINACIÓN DE LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO

Con los valores obtenidos se procede a determinar los valores de los espesores, estos deben cumplir con llegar al número estructural (SN) de diseño.

Así tenemos entonces:

D1 (carpeta asfáltica): 3.0 pulg.
 D2 (base granular) 6.0 pulg.
 D3 (sub base granular) 0.0 pulg.
 SN final: 2.244 > 2.1

Observación: Los valores obtenidos deben ser espesores constructivos y que cumplan con un mínimo recomendado

**ANEXO 3 -DISEÑO DE PAVIMENTOS
MÉTODO: AASHTO 93**

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN_{req}) (10 -20 años)

1. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE C.B.R. DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO

C.B.R. de diseño: **40.00** (valor estimado de acuerdo al tipo de suelo)

Fuente: El C.B.R. fue determinado en función al tipo de material encontrado mediante el registro de excavación realizado en campo, para un suelo tipo A-2-4 (0).

2. VALORES DE EAL Y DETERMINACIÓN DE MÓDULO RESILIENTE (Mr)

EAL de diseño : **7.36E+05** (para un periodo de 10 - 20 años)

Modulo Resiliente Mr: $Mr = 4326 \times Lr(CBR) + 241$

fórmula para suelos granulares

Por lo tanto se tiene:

Mr: **16199.09** psi

3. DETERMINACION NÚMERO EQUIVALENTE DE CARGAS PROYECTADO (W₁₈)

Se determina mediante la fórmula: $W_{18} = DD \times DL \times EAL$

Donde DD (factor de distribución direccional)
DL (factor carril)

Los factores DD (Factor de dirección) y DL (factor carril) se determinan por las siguientes condiciones:

Factor DD: al ser una vía de dos carriles, se considera 0.50

Factor DL: se determina por el siguiente cuadro

FACTOR CARRIL

NÚMERO DE LÍNEAS EN CADA DIRECCIÓN	PORCENTAJE PARA EJES DE 8.2 TN EN CADA DIRECCIÓN
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: AASHTO

Para una línea en cada dirección DL es igual a 1.00

Finalmente el valor de W18 sera:

W₁₈: **3.68E+05**

4. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONFIABILIDAD (Z_r)

CONFIABILIDAD

Clasificación General	Nivel de Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Autopista y carreteras interestatales	85 - 99,9	80 - 99,9
Otras arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Teniendo en cuenta que nos encontramos en una zona rural y que el periodo de diseño es de 20 años (2da etapa) , AASHTO recomienda utilizar un índice de confiabilidad de 95%

Finalmente tenemos:

R: 95%
Z_r: **-1.645**

5. DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTANDAR (So)

Desviación Estándar Total (So)

0.30 - 0.45 Pavimentos Rígidos
0.40 - 0.45 Pavimentos Flexibles

Fuente: AASHTO

La determinación de la desviación estandar será en función del pavimento a diseñar, al ser nuestro pavimento flexible se toma el valor de 0.45

Finalmente tenemos:

So: **0.45**

6. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

De acuerdo a la capacidad del contratista de lograr un índice inicial satisfactorio y de las recomendaciones de AASHTO para el índice final

Tenemos:

PSI inicial: **4.0**
PSI final: **2.0**
 Δ PSI: **2.0**

7. CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (Snreq)

El valor del Número Estructural (SN) se determina mediante la siguiente expresión:

$$\log W_{18} = Z_r + S_o + 9.36 \times \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{1.094} + 2.32 \times \log M_r - 8.07$$

Se tiene los siguientes parámetros:

Mr: **16199.09**
 W_{18} : **3.68E+05**
 Z_r : **-1.645**
So: **0.45**
 Δ PSI: **2.0**

Resolviendo la ecuación se obtiene el valor de SN:

SN: **2.31**

**ANEXO 3 - DISEÑO DE PAVIMENTOS
METODO: AASHTO 93
CÁLCULO DEL REFUERZO PARA LA 2DA ETAPA (10 - 20 años)**

1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO EQUIVALENTE DE CARGAS PROYECTADO W'_{18}

El valor del Número Equivalente de Carga Proyectado (W'_{18}) se determina mediante la expresión:

$$\log W_{18} = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{1094} + 2.32 \times \log M_R - 8.07$$

$$0.40 + \frac{\quad}{(SN+1)^{5.13}}$$

Se tiene los siguientes parámetros (10 años primera etapa):

Mr:	16199.09
SN:	2.10
Zr:	-1.645
So:	0.45
W_{18} :	2.06E+05

Para que la vía requiera la rehabilitación, este debe estar en límite de Serviciabilidad donde se produce la falla, por lo que se busca que el PSI final sea de 1.5
Entonces tenemos:

PSI inicial:	4.0
PSI final:	1.5
ΔPSI :	2.5

Resolviendo la ecuación se obtiene el valor de W'_{18} que produce la falla:

$$W'_{18}: \quad \mathbf{2.21E+05}$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE VIDA REMANENTE (RL)

El Factor de Vida Remanente se calcula con la siguiente ecuación:

$$RL = 100 \times \left(1 - \frac{W_{18}}{W'_{18}} \right)$$

Donde:	W_{18} :	2.06E+05 (1ra etapa)
	W'_{18} :	2.21E+05 (esperado para la falla)

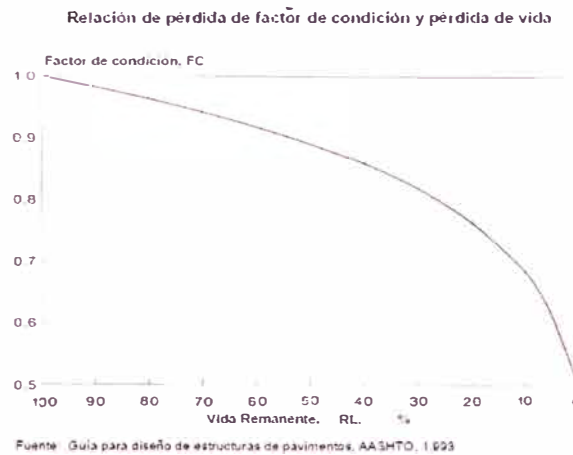
Finalmente:	RL:	7.2
-------------	-----	-----

3. CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN (FC)

Se obtiene del siguiente cuadro:

Con el valor obtenido:

RL: 7.2
FC: 0.65



4. CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REMANENTE (SNrem)

El valor del SN remanente se determina con el producto del corrección (FC) y del Número Estructural de la 1ra etapa (10 años)

$$SN \text{ rem} = FC \times SN (10 \text{ años})$$

Finalmente se tiene: SN rem: 1.37

5. DETERMINACIÓN DEL REFUERZO PARA LA 2DA ETAPA

El refuerzo que requerirá la vía para la 2da etapa (10 a 20 años) sólo será a nivel de la carpeta asfáltica, este refuerzo se determina con la siguiente expresión:

$$\text{Refuerzo} = SN \text{ ref} / a_i$$

El valor de SN de refuerzo es la diferencia entre el SN requerido y el SN remanente, por lo que tenemos:

SN ref: 0.95

El valor del coeficiente estructural a_i (carpeta asfáltica) se determinó anteriormente por lo que:

a_1 : 0.44

Finalmente se tiene: Refuerzo: 2.1 pulg

Espesor seleccionado: 3 pulg

ANEXO 4
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO N° 4: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

200. MOVIMIENTO DE TIERRAS

205. Excavación para Explanaciones

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes.

Corte en Material Suelto

Como material suelto o suelo se considera los materiales flojos inconsolidados. En general todos los materiales que pueden ser excavados manualmente.

Corte en Roca Suelta

Comprende el corte de materiales que son removidos por acción de un tractor o excavadora requiriendo en algunos casos el uso de explosivos.

Corte en Roca Fija

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que requieren el empleo sistemático de explosivos.

Materiales

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste. Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Supervisor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

Equipo

El Contratista propondrá los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensible los trabajos se harán manualmente.

Excavación

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de topografía, desbroce, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto. Todo sobre-excavación que haga el Contratista, por error o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm).

La compactación de la subrasante, se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de seis (6) determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una (1) cada 250 m² de plataforma terminada y compactada.

Las densidades individuales del lote (D_i) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo proctor modificado de referencia (D_e). $D_i > 0.95 D_e$.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Contratista proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Supervisor.

Toda excavación en roca se deberá profundizar ciento cincuenta milímetros (150 mm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar, conformar y compactar con material de préstamo.

Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Supervisor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes se deberán utilizar en ellos. El Contratista no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos del contrato, sin autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la remoción de capa vegetal deberán almacenarse para su uso posterior.

Los residuos y excedentes de las excavaciones que no hayan sido utilizados según estas disposiciones, se colocarán en los Depósitos de Deshechos del Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Excavación Complementaria

La construcción de zanjas de drenaje, zanjas deberán efectuarse de acuerdo con los alineamientos, secciones y cotas indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

Excavación en zonas de préstamo

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Supervisor, se obtendrán de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Supervisor.

Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra. Los cortes de gran altura se harán con autorización del Supervisor.

Si se utilizan materiales de las playas del río, el nivel de extracción debe estar sobre el nivel del curso de las aguas para que las maquinarias no remuevan material que afecte el ecosistema acuático.

Manejo del agua superficial

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

Aceptación de los trabajos

El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto, estas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

Pago

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del proyecto por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Supervisor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste. Se deberá considerar para este fin que los precios unitarios del Contratista definidos para cada partida del presupuesto, cubrirán el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras.

Cuadro N° A4 - 1: Ítem y unidad de pago para Excavación de Explanaciones

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Corte en Roca Suelta	Metro cúbico (m ³)
Corte en Roca Fija	Metro cúbico (m ³)
Corte de Material en Plataforma	Metro cúbico (m ³)

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

207.B Perfilado y compactado en zona de corte

Descripción

Se define como trabajo que se realizará en el área que soportará directa o indirectamente a la estructura del pavimento. Su ancho será el que muestren los planos o lo indique la Supervisión.

Origen de la zona a perfilar y compactar:

Como resultado de una excavación en material suelto.

Como resultado de una excavación de roca suelta.

Como resultado de una excavación en roca fija.

El Contratista suministrará y usará las plantillas que controlan las dimensiones de este trabajo. En el caso de que el área a perfilar y compactar soporte directamente al pavimento, las tolerancias de la subrasante, deberán ajustarse a la cota del perfil con una diferencia de un (1) centímetro en más o menos.

Requerimientos

Si la naturaleza del suelo de la subrasante, en excavación de material suelto, no permita obtener la estabilidad mínima previstas en el Proyecto y previa verificación de la Supervisión, los materiales inadecuados serán removidos y sustituidos por material que reúna las condiciones aceptables. Las profundidades a mejorar serán verificadas, aprobadas y ordenadas por la Supervisión.

Cuando la subrasante sea en excavación en roca fija o roca suelta, está tendrá una sobre excavación de 15 cm. como mínimo por debajo de la cota de la subrasante del proyecto, para contar con una capa compactada al 95% de la máxima densidad seca. El corte y relleno de esta sobre excavación será por cuenta del Contratista como método constructivo.

Medición

La preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactado en la zona de corte, será medida en metros cuadrados (m²), calculado por el método de los

anchos medios, el cual se obtendrá a partir de los anchos indicados en las secciones transversales y de la distancia longitudinal entre ellas.

De ser el caso, al metrado de los sobre-anchos, éstos se realizarán utilizando el radio interno de la curva

Pago

La superficie del perfilado y compactado de la subrasante en zona de corte, medidas en la forma descrita anteriormente y aprobadas por el Supervisor, será pagada conforme lo indicado en la partida "Perfilado y Compactado en la Zona de Corte", dicho precio y pago constituirá compensación total del uso de equipo, mano de obra, beneficios sociales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

No procede el pago doble de esta partida para el perfilado y compactado de superficies superpuestas, así como tampoco se pagará el perfilado y compactado de subrasante en zonas de rellenos, pues este trabajo está incluido dentro de la partida Conformación del Terraplén.

210. Conformación de Terraplenes

Descripción

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

Materiales

Todos los materiales que se empleen en la construcción de rellenos o terraplenes se hará con material propio, excedente de corte o transportado de cantera, debiendo ser de tipo granular clasificado como suelos tipo: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3, deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales.

Material Propio: Se denomina relleno con material propio al proveniente de los cortes de plataforma, el cual a medida que se vaya extrayendo, puede ser colocado como relleno de terraplén. El material de relleno será acarreado con cargador.

Material de Cantera: Se denomina relleno con material de cantera al proveniente de las canteras seleccionadas para este uso (rellenos).

Cuadro N° A4 - 3: Requisito de Materiales para la conformación de Terraplenes

Condición	Partes del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	--
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- * Desgaste de los Ángeles : 60% máx. (MTC E 207)
- * Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3

Equipo

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación. Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos.

Generalidades

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Supervisor y aprobados por éste. El procedimiento para determinar los espesores de compactación deberá incluir

pruebas aleatorias, longitudinales, transversales y con profundidad, verificando que se cumplan con los requisitos de compactación en toda la profundidad propuesta.

Preparación Del Terreno

Antes de iniciar la construcción del terraplén, el terreno base de éste deberá estar desbrozada y limpia. El Supervisor determinará los eventuales trabajos de remoción de capa vegetal y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base, necesarios para garantizar la estabilidad del terraplén.

Base y Cuerpo del Terraplén

El Supervisor sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado.

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas. Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí. Será responsabilidad del Contratista asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

Corona Del Terraplén

Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona de los terraplenes deberá tener un espesor compacto mínimo de veinte y cinco (25) centímetros construidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán utilizando suelos de corte propio, excedente de corte o de cantera, que cumplan con los requisitos de Materiales, se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente.

Acabado

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

Limitaciones en la Ejecución

Los trabajos de mejoramiento de subrasante sólo se efectuarán cuando las condiciones climáticas y de tráfico sean las más adecuadas.

Aceptación de los Trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

- Controles
- Calidad de Materiales
- Calidad del Producto terminado
- Deflectometría

Medición

La unidad de medida de conformación de terraplenes con material propio, excedente de corte y/o transportado de cantera se medirá en metros cúbicos (m³), de material efectivamente conformado y compactado en el terraplén y aceptado por el Supervisor en su posición final.

Pago

El trabajo de conformación de terraplenes con material propio, excedente de corte y de cantera se pagará al precio unitario del proyecto por metro cúbico (m³), ejecutada satisfactoriamente de acuerdo a la presente especificación y aceptada por el Supervisor.

Cuadro N° A4 - 4: Ítem y unidad de pago para conformación de terraplenes

Ítem de Pago.	Unidad de Pago
Conformación de Terraplenes	Metro cúbico (m ³)

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Cuadro N° A4 - 5: Ensayos y Frecuencias al material para terraplenes

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Terraplén	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 27	1 cada 1000 m ³	Cantera
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T 89	1 cada 1000 m ³	Cantera
	Contenido de Mat. Orgánica	MTC E 118			1 cada 3000 m ³	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	1 cada 3000 m ³	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	1 cada 1000 m ³	Pista
	Compactación	Base y Cuerpo	MTC E 117	D 1556	T 191	1 cada 500 m ²
Corona		MTC E 124	D 2922	T 238	1 cada 250 m ²	

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico – mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

300. BASE

Disposiciones Generales

Descripción

Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos sobre bases.

Materiales

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

Equipo

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia.

Explotación de materiales y elaboración de agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor.

Evaluar conjuntamente con el Supervisor las canteras establecidas, el volumen total a extraer de cada cantera, así mismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Planta de Trituración

La planta de trituración se debe instalar y ubicar en el lugar que cause el menor daño posible al medio ambiente y estar dotada de filtros, pozas de sedimentación y captadores de polvo u otros aditamentos necesarios a fin de evitar la contaminación de aguas, suelos, vegetación, poblaciones aledañas, etc. por causa de su funcionamiento.

La instalación de la planta de trituración requiere un terreno adecuado para ubicar los equipos, establecer patios de materias primas, así como las casetas para oficinas y administración; los cuales, podrían ser compartidos con los de la planta de asfalto.

Transporte de suelos y agregados

Los materiales se transportarán a la vía protegidos con lonas ú otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos y así minimizar los impactos a la atmósfera.

Acopio de los materiales

Los agregados para base granular se deberán acopiar cubriéndolos con plásticos o con una lona para evitar que el material particulado sea dispersado por el viento y contamine la atmósfera y cuerpos de agua cercanos. Además de evitar que el material se contamine con otros materiales o sufra alteraciones por factores climáticos o sufran daños o transformaciones perjudiciales.

Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los controles que verifiquen la correcta explotación y producción del material requerido.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Supervisor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva.

Pago

El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada.

305. Base Granular

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

Materiales

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica. Además deben cumplir con los siguientes requerimientos:

Granulometría: La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada

Cuadro N° A4 - 9: Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	—	—
25 mm (1")	—	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N° 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Deberá cumplir con las siguientes características físico – mecánicas

Cuadro N° A4 - 10: Requisitos físico – mecánicos para Base Granular

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico Ligero y Medio	Min 80%
	Tráfico Pesado	Min 100%

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Agregado Grueso: deberá cumplir con las siguientes características:

Cuadro N° A4 - 11: Requerimientos del agregado grueso para Base Granular

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min.	50% min.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx	40% max
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	--	12% máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	--	18% máx.

(1) La relación ha emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Agregado Fino: deberá cumplir con las siguientes características:

Cuadro N° A4 - 12: Requerimientos del agregado fino para Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m
Indice Plástico	MTC E 111	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín	45% mín
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55% máx	0,5% máx
Indice de durabilidad	MTC E 214	35% mín	35% mín

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Equipo

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias

El equipo será el más adecuado y apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Supervisor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Tramo de prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Acopio de los materiales

Los agregados para afirmados, subbase granular y base granular se deberán acopiar cubriéndolos con plásticos o con una lona para evitar que el material particulado sea dispersado por el viento y contamine la atmósfera y cuerpos de agua cercanos.

Extensión y mezcla del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

Compactación

Una vez que el material de la base tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación.

Conservación

Si después de aceptada la base granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su costo, todos los daños en la base y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los controles que verifiquen la calidad de los agregados y del trabajo efectuado para su aprobación.

Ensayo de deflectometría sobre la subbase terminada

Una vez terminada la construcción de la subbase granular, el Contratista, con la verificación de la Supervisión, efectuará una evaluación deflectométrica

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Supervisor, de

acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el Proyecto o las modificaciones ordenadas por el Supervisor.

Pago

El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo tanto con esta Sección como con la especificación respectiva y aceptada a satisfacción por el Supervisor. Debe incluir los gastos de explotación de cantera y tramo de prueba.

Cuadro N° A4 - 13: Ensayos y Frecuencias para la base granular

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Base Granular	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 88	7500 m ³	Cantera
	Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Desgaste Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m ³	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		2000 m ³	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2000 m ³	Cantera
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	D 5821		2000 m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	D 4791		2000 m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2000 m ³	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T 191 T 238	250 m ²	Pista

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

400. PAVIMENTO ASFÁLTICO

401.A Imprimación Asfáltica

Descripción

Bajo este ítem, el Contratista debe aplicar material bituminoso a la base del camino, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base, a fin de prepararla para recibir una capa de tratamiento superficial o carpeta asfáltica.

Materiales

El material asfáltico líquido puede ser: Asfalto Cut-back, grado MC-30 o MC-70, de acuerdo a los requisitos de calidad especificados por la ASTM D-2027 (AASHTO M-82) (tipo curado medio). La calidad o tipo de asfalto diluido a emplear, deberá ser indicada por el Supervisor, teniendo en cuenta para ello la naturaleza de la base granular.

Equipo

El equipo señalado será el mínimo requerido para este tipo de trabajo; el Contratista deberá proveer maquinaria adicional, si en opinión del Supervisor, la misma resulta necesaria para la culminación exitosa del trabajo. Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carrotanques irrigadores de agua y asfalto.

Dosificación y Aceptación de los trabajos

El tipo de material a utilizar deberá ser establecido en el Proyecto o según lo indique el Supervisor. El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características. La cantidad por m² de material bituminoso, debe estar comprendido entre 0,7 -1,5 lt/m² para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm por lo menos,

verificándose esto cada 25m. El Supervisor se abstendrá de aceptar áreas imprimadas donde la dosificación varíe de la aprobada por él en más de diez por ciento (10%).

Requisitos del Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra sea 10 °C en ascenso y cuando las condiciones climáticas, en opinión del Supervisor, sean favorables, es decir, no esté brumoso ni lluvioso.

La temperatura de la superficie del pavimento deberá ser superior a 15 °C. No se podrá colocar material asfáltico que no pueda curar durante las horas del día.

Preparación de la Superficie

La superficie de la base que debe ser imprimada, debe estar en conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas al pavimento, aprobados por la Supervisión. Todo material suelto o extraño debe ser retirado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario.

Aplicación de la capa de imprimación

El material asfáltico de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, mediante un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente.

Dependiendo del mantenimiento de tránsito previsto, el ancho de aplicación podrá ser en toda la plataforma o solamente en la mitad, queda a criterio de la Supervisión la metodología por emplear.

Protección de las Estructuras Adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o

manchas. En caso de que esas salpicaduras o manchas ocurran, el Contratista deberá, por cuenta propia, retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

Apertura al Tráfico y Mantenimiento

El área imprimada debe airearse sin ser arenada, por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío, o el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, podrá ser necesario un período más largo de tiempo.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

405.A Tratamiento Superficial Monocapa

Descripción

Este trabajo consiste en la ejecución de una capa de tratamiento asfáltico de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicadas en los planos y documentos del proyecto o determinados por el Supervisor.

Los distintos tratamientos superficiales asfálticos comprenden en el caso de un tratamiento simple la aplicación inicial de un revestimiento de imprimación, un revestimiento de liga y un revestimiento de agregado pétreo.

Materiales

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

(a) Agregados Pétreos

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad siguientes:

Cuadro N° A4 - 14: Ensayos y Frecuencias para agregados de tratamiento superficial

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con Una cara fracturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas Chatas y alargadas (MTC E-221)	15% máx
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (MTC E 519)	+95
Terrones de Arcilla y Partículas Friables (MTC E212)	3% máx.
Sales solubles Totales (MTC E 219)	0.5% máx

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, que se ajustará a alguna de las franjas granulométricas que se indican:

Cuadro N° A4 - 15: Granulometría para agregados de tratamiento superficial

Tamiz	Porcentaje que pasa			
	Tipo de Material			
	A	B	C	D
25,0 mm. (1")	100	-	-	-
19,0 mm. (3/4")	90 – 100	100	-	-
12,5 mm. (1/2")	10 – 45	90 – 100	100	-
9,5 mm. (3/8")	0 – 15	20 – 55	90 – 100	100
6,3 mm. (1/4")	-	0 – 15	10 – 40	90 – 100
4,75 mm. (N° 4)	0 – 5	-	0 – 15	20 – 55
2,36 mm. (N° 8)	-	0 – 5	0 – 5	0 – 15
1,18 mm. (N° 16)	-	-	-	0 – 5

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

(b) Material bituminoso o emulsión

El material bituminoso a ser aplicado es MC-30

Equipo

Para la ejecución del tratamiento superficial se requieren, básicamente, equipos para la explotación de agregados, una planta de trituración y clasificación de agregados, equipo para la limpieza de la superficie, distribuidor del material bituminoso, esparcidor de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.

Explotación y producción de agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Preparación de la superficie existente

La construcción del tratamiento no se iniciará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar, tenga la compactación y densidad adecuada, las cotas y dimensiones indicadas en los planos o definidos por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo a lo establecido en la Sección correspondiente al nivel o partida de obra sobre el que se aplicará el tratamiento.

Tramo de prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista emprenderá un tramo de prueba para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitud definida de acuerdo con el Supervisor, el método definitivo de preparación,

transporte, colocación y compactación del tratamiento superficial doble, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación.

Aplicación del ligante bituminoso

Antes de la aplicación del ligante bituminoso se marcará una línea guía en la calzada para controlar el paso del distribuidor y se señalará la longitud de la carretera que quedará cubierta, de acuerdo con la cantidad de material bituminoso disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.

Extensión y compactación del agregado pétreo

La extensión del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad aprobada por el Supervisor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir.

Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

Una vez terminada la compactación de la capa, se barrerá la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuarse aún después de que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito.

Apertura al tránsito

Siempre que sea posible, deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación.

Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución del tratamiento, tales como juntas irregulares, defectos transversales en la aplicación del ligante o el agregado, irregularidades del alineamiento, etc., así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Contratista.

Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los controles que verifiquen la calidad de los agregados y del trabajo efectuado para su aprobación.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del proyecto, por metro cuadrado (m²), para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

Cuadro N° A4 - 16: Item y unidad de pago para Tratamiento Superficial Monocapa

Item de Pago	Unidad de Pago
Tratamiento Superficial Monocapa	Metro cuadrado (m ²)

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

422.A Asfalto Diluido MC-30

Descripción

Esta especificación se refiere al suministro de un asfalto diluido del tipo y características apropiadas en el sitio de aplicación de riegos de imprimación y tratamientos superficiales, según lo indique el Proyecto o lo autorice el Supervisor.

Materiales

El material por suministrar será un asfalto diluido de curado medio o rápido, cuyo tipo y característica dependerán del trabajo en el cual vaya a ser aplicado

Equipos

Vehículos de transporte

El transporte del cemento asfáltico desde la planta de producción a la planta mezcladora, deberá efectuarse en caliente y a granel, en carros termotanques con adecuados sistemas de calefacción y termómetros ubicados en sitios visibles.

Deberán estar dotados, además, de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento.

Antes de cargar los termotanques se debe examinar el contenido y remover todo el remanente de transportes anteriores que puedan contaminar el material. Las válvulas de abastecimiento deben llevar un precinto de seguridad del proveedor.

Depósitos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera el cemento asfáltico, antes de su uso, se realizará en tanques con dispositivos de calentamiento que permitan mantener la temperatura necesaria del asfalto para su mezcla con los agregados. Los tanques de almacenamiento deben ser destinados para un determinado tipo de producto asfáltico, que debe estar identificado con una inscripción en el tanque que así lo indique.

Requerimientos

El empleo del cemento asfáltico en la elaboración de mezclas asfálticas se hará conforme lo establece la Sección correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte.

Aceptación de los trabajos

Para la aceptación de los trabajos deben realizarse los controles respectivos a cargo de la Supervisión.

Medición

La unidad de medida del cemento asfáltico será el kilogramo (kg), aproximado al kilogramo completo, incorporado en la mezcla en caliente, debidamente aceptada por el Supervisor. La misma unidad se adoptará para el caso de riegos de liga y tratamientos superficiales de utilizarse este material

Pago

El pago se hará al precio unitario del contrato, por el cemento asfáltico efectivamente incorporado en las mezclas en caliente en su posición final, riegos de liga y tratamientos superficiales recibidos a satisfacción por el Supervisor.

410.A Pavimento de Concreto Asfáltico

Descripción

Este trabajo consistirá en la colocación de una o más capas de mezcla asfáltica fabricada en caliente y construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con las presentes Especificaciones.

Composición General de las Mezclas

Las mezclas bituminosas se compondrán básicamente de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material asfáltico. Los distintos constituyentes minerales se separarán por tamaño, serán graduados uniformemente y combinados en proporciones tales, que la mezcla resultante llene las exigencias de graduación para el tipo específico contratado. A los agregados mezclados y así compuestos, considerados por peso en un 100% se deberá agregar asfalto, dentro de los límites porcentuales fijados en las especificaciones para el tipo específico de material.

Materiales

Agregados Minerales Gruesos

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de mezcla bituminosa deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa de material asfáltico, está no

se desprenda por la acción del agua y del tránsito, en caso de que esta circunstancia se produzca, será necesario añadir algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una buena adhesividad.

Cuadro N° A4 - 17: Ensayos y Frecuencias para Agregados en Concreto Asfáltico

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		18 máx.	15% máx.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	40% máx..	35% máx.
Indice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	Según cuadro N°A4 - 18	
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1.00%	Según Diseño
Adherencia	MTC E 519	+95	

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Cuadro N° A4 - 18: Requerimiento para caras fracturadas

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65/40	50/30
> 3 – 30	85/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Agregados Minerales Finos

Los agregados finos deben cumplir con las siguientes ensayos:

Cuadro N° A4 - 19: Ensayos y Frecuencias para Minerales Finos en Concreto Asfáltico

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 209	Según cuadro N° A4 - 20	
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	Según cuadro N° A4 - 21	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% mín.	6% mín.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.50%	Según Diseño

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Cuadro N° A4 - 20: Requerimiento para equivalente de arena

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 – 30	50
> 30	55

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Cuadro N° A4 - 21: Requerimiento para angularidad del agregado fino

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	30 mín.	30 mín.
> 3 – 30	40 mín.	40 mín.
> 30	40 mín.	40 mín.

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Gradación

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente serán establecidos por el Contratista y aprobado por el Supervisor.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino, el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el uno por ciento (1%) de partículas deleznablees según ensayo. MTC E 212. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

Mezcla Asfáltica Normal (MAC)

La gradación de la mezcla asfáltica normal (MAC) deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos.

Cuadro N° A4 - 22: Gradación de Mezcla Asfáltica

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80 - 100	100	-
12,5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (N° 4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2,00 mm (N° 10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N° 40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 mm (N° 80)	8 - 17	8 - 17	9 - 19
75 mm (N° 200)	04 - 8	04 - 8	05 - 10

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Filler o Polvo Mineral

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada o polvo de roca.

Cemento Asfáltico

El material por suministrar será cemento asfáltico por grado de penetración o por viscosidad de acuerdo con las características del proyecto. Los materiales por suministrar generan emisiones debido al proceso de calentamiento, por lo que se

recomienda ubicar los tanques que contienen dichos elementos en zonas alejadas de centros urbanos o asentamientos humanos con el propósito de que dichas emisiones no afecten la salud de las personas. En caso de que los materiales sean vertidos accidentalmente, deberán recogerse incluyendo el suelo contaminado y colocarlos en las áreas de disposición de desechos que hayan sido autorizados por la autoridad correspondiente o donde el Supervisor estime conveniente.

Fuentes de Provisión o Canteras

El Supervisor deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

Equipo

Equipo para la elaboración de los agregados triturados

La planta de trituración constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera.

Planta mezcladora

La mezcla de concreto asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire.

Equipo para el transporte

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello.

Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión y terminación de las mezclas densas en caliente se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados.

Equipo de compactación

Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, triciclos o tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por el Supervisor, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Para Vías de Primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipo tandem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos tándem, mas no restringe exclusivamente a éste.

Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

Mezcla de Agregados

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican

Cuadro N° A4 - 22: Requisitos para la mezcla con material bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)	8 kN (815 Kg)	5,34 kN (544 Kg)	4,45 kN (453 Kg)
1.Estabilidad (min)	8 – 14	8 – 16	8 – 2
2.Flujo 0.25 mm	3 – 5	03 - 5	

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
3. Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)			03 – 5
4. Vacíos en el agregado mineral	Ver Cuadro N° A4 - 23		
5. Compactación, núm. de golpes en cada capa de testigo	75	50	50
c. Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín)	70	70	70
d. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (mín) (MTC E 521)	70	70	70
e. Relación Polvo – Asfalto	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3
f. Relación Est./flujo	1700 – 2500		

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Cuadro N° A4 - 23: Vacíos Mínimos en el agregado mineral

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %
	Marshall
2,36 mm. (N° 8)	21
4,75 mm. (N° 4)	18
9,5 mm. (3/8")	16
12,5 mm. (1/2")	15
19 mm. (3/4")	14
25 mm. (1")	13
7,5 mm. (1 1/2")	12
50 mm. (2")	11.5

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Fórmula para la mezcla en obra

Antes de iniciar el acopio de los materiales, el Contratista deberá suministrar para verificación del Supervisor muestras de ellos, del producto bituminoso por emplear y de los eventuales aditivos, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el tratamiento o

mezcla. El Supervisor después de las comprobaciones que considere conveniente y de su aprobación a los materiales, solicitará al Contratista definir una "FORMULA DE TRABAJO" que obligatoriamente deberá cumplir las exigencias establecidas en las especificaciones correspondientes. En dicha fórmula se consignará la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en ellos que deben mezclarse, junto con el polvo mineral para obtener la gradación aprobada.

Deberán indicarse, además, el porcentaje de ligante bituminoso en relación con el peso de la mezcla y el porcentaje de los agregados y de ser el caso de aditivo cuando su incorporación resulte necesaria.

También deberán señalarse:

- Los tiempos requeridos para la mezcla de agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el ligante bituminoso.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de los agregados y el ligante. En ningún caso se introducirán en el mezclador agregados pétreos a una temperatura que sea superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15 °C).
- Porcentaje de filler respecto al peso de la mezcla, en caso sea necesario su utilización.
- Las temperaturas máximas y mínimas al salir del mezclador.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al inicio y terminación de la compactación.

La aprobación definitiva de la fórmula de trabajo por parte del Supervisor no exime al Contratista de su plena responsabilidad de alcanzar, con base a ella, la calidad exigida por la respectiva especificación.

Limitaciones climáticas

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C en ascenso y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista emprenderá un tramo de prueba para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitud definidas de acuerdo con el Supervisor, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de la mezcla o tratamiento, de manera que se cumplan los requisitos de la respectiva especificación.

Aceptación de los trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

- Controles
- Condiciones específicas para el recibo y tolerancia

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada y compactada en obra a satisfacción del Supervisor, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos u ordenados por el Supervisor.

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

420.C Cemento Asfáltico

Descripción

Con esta partida se pagarán los galones material empleado en la mezcla asfáltica (cemento asfáltico Pen 120 - 150) en caliente.

Medición

Se medirá en galones americanos (3.785 lt) con la densidad medida a 15.6 °C, calculados de acuerdo a los resultados diarios de los ensayos de laboratorio (lavado asfáltico) y aprobados por el Supervisor aplicados al volumen de pavimento de concreto asfáltico puesta en obra.

Pago

Se pagará con la partida cemento asfáltico Pen 120 - 150 al precio unitario del Contrato, constituyendo compensación total por el cemento asfáltico puesto en obra.

423.A Filler

Descripción

Esta especificación está referida a la utilización de un relleno mineral en las mezclas asfálticas preparadas y distribuidas en caliente.

Materiales

El relleno mineral que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante de la mezcla asfáltica o como mejorador de adherencia será de preferencia la cal hidratada que deberá cumplir los requisitos que se especifican en la norma AASHTO-M303.

Equipo

Empaque

Para su traslado al sitio de las obras, el filler mineral podrá empacarse en bolsas o a granel.

Vehículos de transporte

Si el suministro se hace en bolsas, el transporte podrá efectuarse en cualquier camión convencional. El vehículo deberá disponer de lonas o cobertores adecuados, debidamente asegurados a su carrocería, que protejan al aditivo durante su transporte.

Si el suministro se realiza a granel, deberán emplearse camiones adecuados para tal fin, dotados de dispositivos mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento.

En todos los casos, los vehículos deberán cumplir las disposiciones legales vigentes en relación con pesos, dimensiones y control de contaminación ambiental.

Depósitos de almacenamiento

El depósito para el filler mineral suministrado en bolsas deberá ser ventilado y cubierto y disponer de los elementos que aseguren la protección del producto contra los agentes atmosféricos, particularmente la humedad proveniente tanto del suelo como de las paredes del almacén.

Los silos de almacenamiento de filler suministrados a granel deberán estar completamente aislados contra la humedad y dispondrán de sistemas apropiados para su rápido llenado y vaciado.

Requerimientos

La incorporación del filler mineral a las mezclas asfálticas en caliente se hará en la proporción definida en el diseño de éstos y en la fórmula de trabajo establecida.

El abastecimiento se hará en la misma planta de asfalto utilizando tolvas

especiales para el material y sistemas que impidan la pérdida. La dosificación debe ser uniforme y constante durante todo el proceso de elaboración de la mezcla.

Aceptación de los trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

- Controles
- Condiciones específicas para el recibo y tolerancia

Medición

La unidad de medición será el kilogramo.

Pago

El peso determinado en la forma descrita anteriormente, se pagará por kilogramo (Kg.), con el precio unitario del contrato. Este precio será compensación total por la adquisición, carguío, transporte a obra, descarga, acopio, almacenaje y desperdicio del material.

ANEXO 5
METRADOS

ANEXO 5: METRADOS

RESUMEN DE METRADOS

Nº	DESCRIPCION	UND	METRADO
200	<i>MOVIMIENTO DE TIERRAS</i>		
205.A	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	972.66
205.B	CORTE EN ROCA FIJA	M3	853.32
205.C	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	4,467.81
207.B	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	M2	1,023.00
210	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	M3	972.66
300	<i>BASES Y SUBBASES</i>		
305	BASE GRANULAR	M3	436.29
400	<i>PAVIMENTOS</i>		
401.A	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	2,391.59
410.A	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	M3	154.39
405.A	TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA PARA BERMAS	M2	300.00
420.C	CEMENTO ASFÁLTICO	KG	21,861.62
422.A	ASFALTO DILUÍDO TIPO MC-30	GLN	2,751.86
423.A	FILLER MINERAL	KG	7,410.72

ANEXO 5: METRADOS

MOVIMIENTO DE TIERRAS: METRADOS DE EXPLANACIONES

Progresiva	Distancia (m)	Area (m2)		Volumen (m3)		Volumen de Relleno (m3)	Volumen de Corte (m3)		
		Relleno	Corte	Relleno	Corte		Material Suelto	Roca Suelta	Roca Fija
164+400	10.00	0.00	65.07	0.00	774.42	0.00	38.72	38.72	696.98
164+410	10.00	0.00	26.45	0.00	457.61	0.00	22.88	22.88	411.84
164+420	10.00	2.00	0.77	5.00	136.13	5.00	13.61	13.61	108.90
164+430	10.00	6.71	0.00	43.55	1.93	43.55	0.19	0.19	1.55
164+440	10.00	4.99	2.08	58.50	5.20	58.50	0.52	0.52	4.16
164+460	20.00	6.37	6.47	113.58	85.46	113.58	8.55	8.55	68.37
164+470	10.00	5.21	52.81	57.89	296.39	57.89	29.64	29.64	237.11
164+480	10.00	5.51	117.60	53.61	852.05	53.61	85.21	85.21	681.64
164+490	10.00	1.10	88.52	33.08	1,030.60	33.08	103.06	103.06	824.48
164+500	10.00	0.00	82.88	2.76	857.00	2.76	0.00	85.70	771.30
164+520	20.00	3.44	51.37	17.20	1,342.50	17.20	0.00	134.25	1,208.25
164+540	20.00	4.30	18.72	77.34	700.90	77.34	0.00	70.09	630.81
164+560	20.00	13.89	10.45	181.86	291.70	181.86	291.70	0.00	0.00
164+580	20.00	6.07	38.74	199.59	491.90	199.59	491.90	0.00	0.00
164+600	20.00	0.00	65.35	30.34	1,040.90	30.34	832.72	104.09	104.09
164+620	20.00	0.00	75.95	0.00	1,413.00	0.00	1,413.00	0.00	0.00
164+640	20.00	0.00	21.98	0.00	979.30	0.00	979.30	0.00	0.00
164+660	20.00	1.78	38.17	8.90	601.50	8.90	60.15	60.15	481.20
164+670	10.00	1.45	33.66	16.16	359.15	16.16	35.92	35.92	287.32
164+680	10.00	0.62	50.92	10.38	422.90	10.38	42.29	42.29	338.32
164+700	20.00	5.67	6.26	62.95	571.81	62.95	57.18	57.18	457.45
Km. 164+400 al Km. 164+700				972.66	11,937.92	972.66	4,467.81	853.32	6,616.78

ANEXO 5: METRADOS

MOVIMIENTO DE TIERRAS: PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE

Progresiva Inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Ancho de la plataforma actual (m)	Longitud
164+390	0.00	0.00	0.00
164+400	10.00	9.86	24.65
164+410	10.00	9.86	49.30
164+420	10.00	3.65	33.78
164+430	10.00	0.00	9.13
164+440	10.00	1.00	2.50
164+460	20.00	3.23	21.15
164+470	10.00	8.15	28.45
164+480	10.00	7.15	38.25
164+490	10.00	7.18	35.83
164+500	10.00	9.83	42.53
164+520	20.00	5.61	77.20
164+540	20.00	7.88	67.45
164+560	20.00	4.93	64.05
164+580	20.00	8.99	69.60
164+600	20.00	8.46	87.25
164+620	20.00	8.46	84.60
164+640	20.00	8.64	85.50
164+660	20.00	6.57	76.05
164+670	10.00	6.78	33.38
164+680	10.00	6.43	33.03
164+700	20.00	2.72	45.75
164+720	20.00	0.00	13.60
TOTAL			1,023.00

ANEXO 5: METRADOS

BASES: METRADOS DE SUB BASE Y BASE GRANULAR

Progresiva		Ancho (m)		Espesor (m)			Sobreancho (m)			Volumen (m3)				
		Sub base	Base	Sub base	Base caizada	Base bermas	Sub base	Base caizada	Base bermas	Sub base	Base caizada	Base bermas		
Inicio	Fin													
164+400	164+700	0.00	7.62	0.000	0.150	0.200	222.59	376.29	60.00	0.00	376.29	60.00		
							TOTAL			0.00	376.29	60.00		

ANEXO 5: METRADOS

PAVIMENTOS: METRADOS DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

DATOS GENERALES

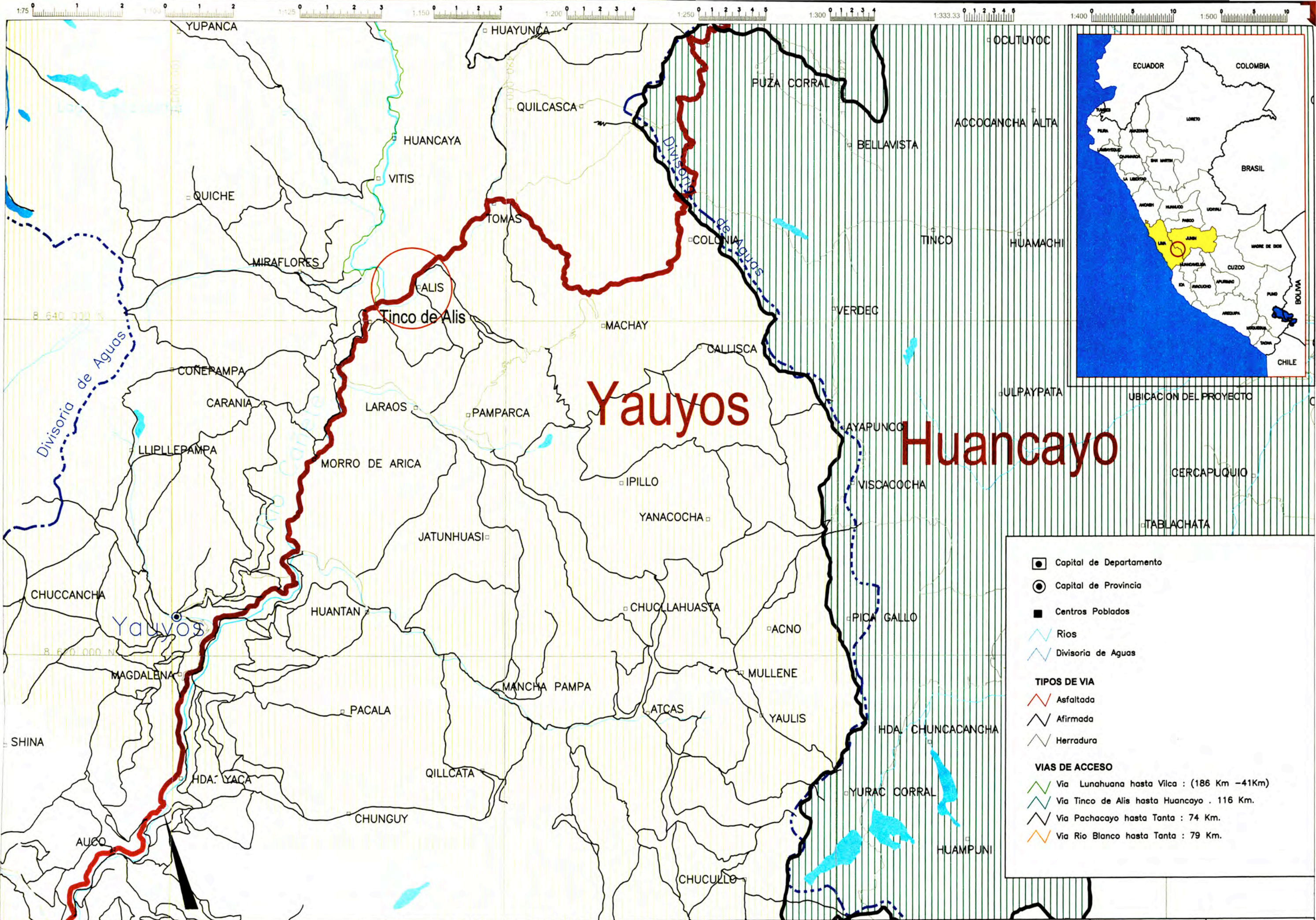
Ancho de Calzada:	6.00	m
Ancho de Berma:	0.50	m
Espesor de Carpeta Asfáltica:	0.075	m
Cálculo de Bases:	6.23	m
Cálculo de Bases Medias:	6.12	m

DOSIFICACIONES UTILIZADAS:

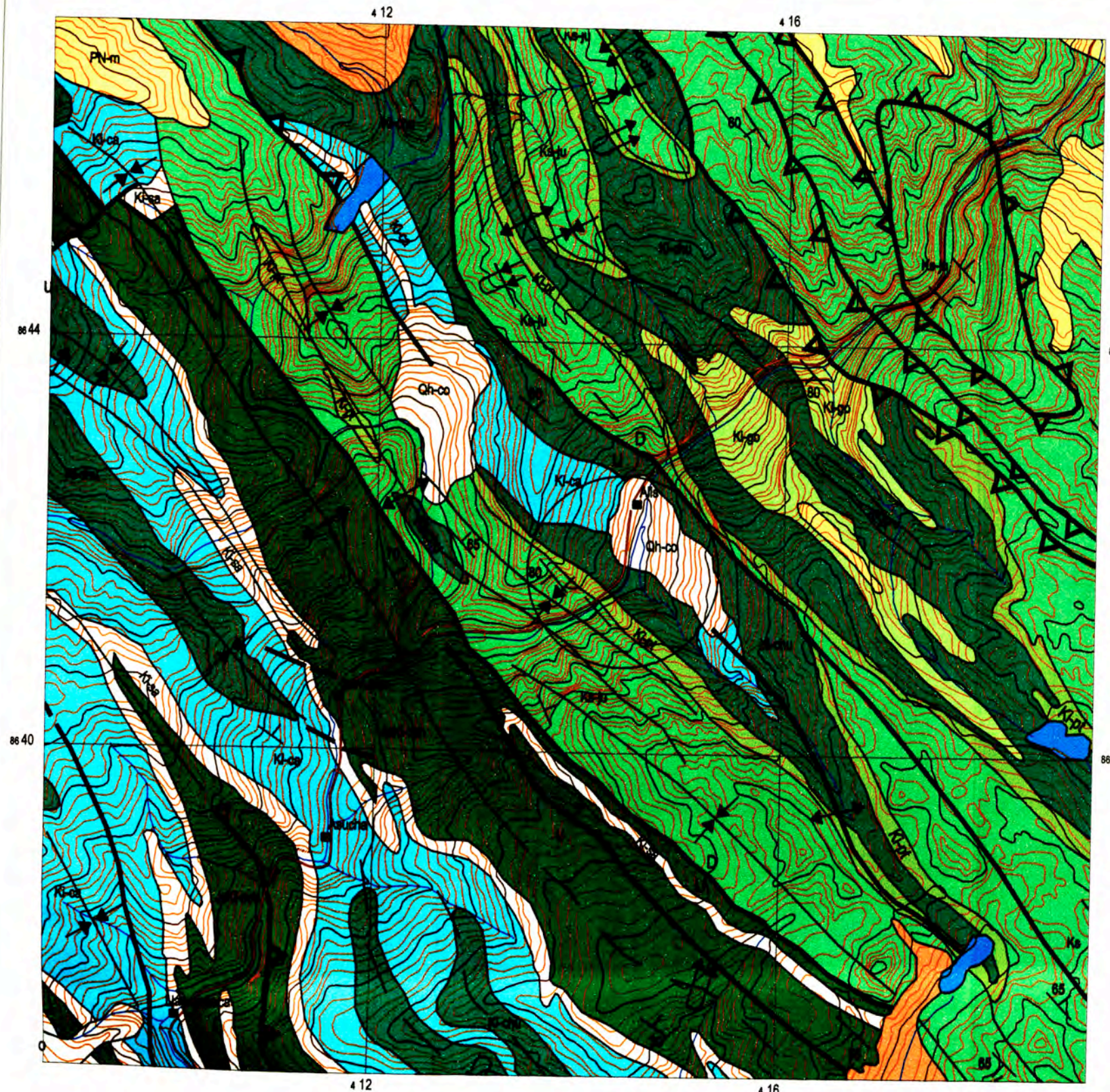
MC - 30		1.15	lt/m2
Peso de Mezcla		2400.00	kg/m3
PEN 120/150 (5.9%)		141.60	kg/m3
Filler (2.0%)		48.00	kg/m3

Progresivas		Longitud Total (m)	S/A	Imprimación	Pavimento de Concreto Asfáltico			T.S.M.	
Inicio	Final			Area (m2)	Carpeta Asfáltica (m3)	Cemento Asfáltico PEN 120/150 (Kg)	Filler o Relleno Mineral (Kg)	Imprimación para T.S.M. (m2)	Asfalto Diluido MC - 30 (Gln)
164+400	164+700	300.00	222.59	2,091.59	154.39	21,861.62	7,410.72	300.00	2,751.86
TOTAL				2,091.59	154.39	21,861.62	7,410.72	300.00	2,751.86

ANEXO 6
PLANOS



- ◻ Capital de Departamento
 - ◉ Capital de Provincia
 - Centros Poblados
 - ~ Rios
 - - - Divisoria de Aguas
- TIPOS DE VIA**
- Asfaltada
 - Afirmada
 - Herradura
- VIAS DE ACCESO**
- Via Lunahuana hasta Vilca : (186 Km -41Km)
 - Via Tingo de Alis hasta Huancayo . 116 Km.
 - Via Pachacayo hasta Tanta : 74 Km.
 - Via Rio Blanco hasta Tanta : 79 Km.

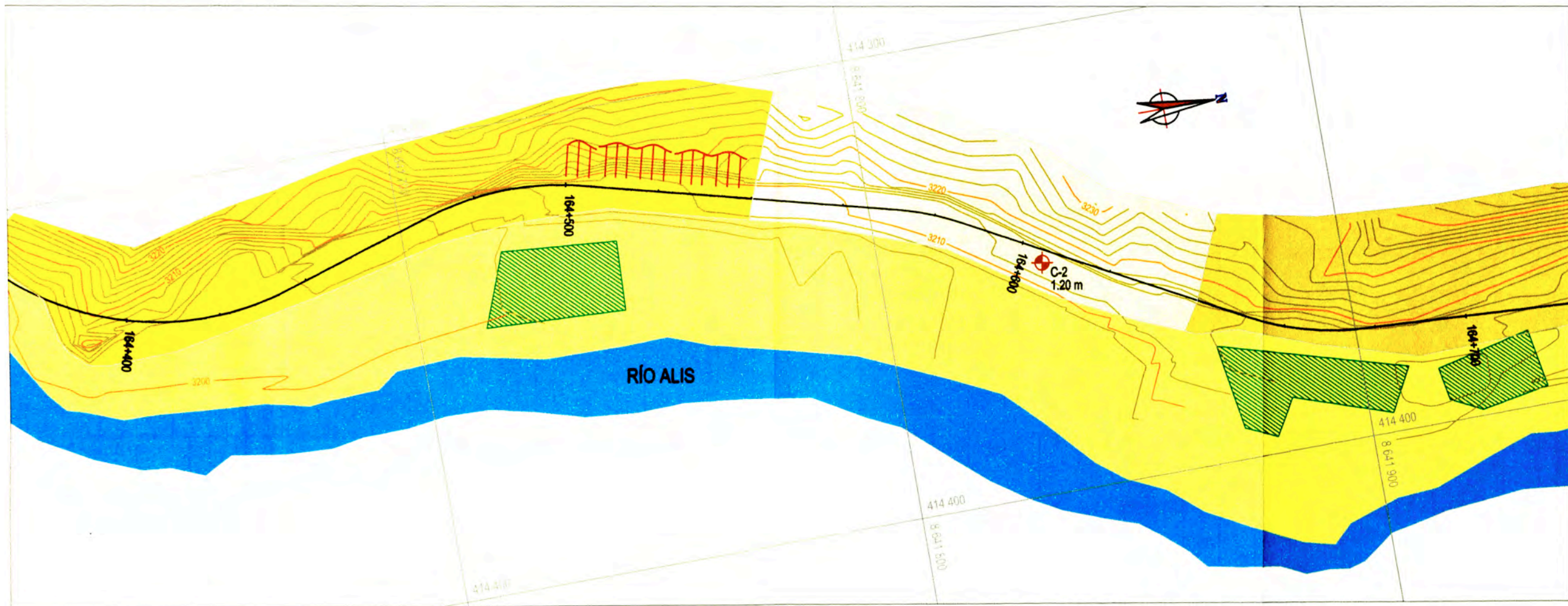


ERATERNA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO		Qh-co	Depósitos Coluviales
MESOZOICA	CRETÁCEO	Superior	Ki-ju	Calizas micríticas gris pardas a beige, en capas medias a gruesas, intercaladas con calizas nodulares
			Ki-pt	Calizas grises bituminosas con olor fétido, margas fosilíferas
				Calizas arenosas, areniscas calcáreas en capas medianas, coloraciones parduzcas a beige
		Inferior	Grupo Goyllarisquizga	Ki-ca
			Ki-sa	Calizas gris oscuras con venillas de calcita con lentes de lutitas grises
				Areniscas cuarzosas gris blanquecinas de grano medio a fino

- Rumbo y buzamiento de estratos
- Contacto geológico
- Lineamiento
- Lineamiento inferido
- Falla inversa inferida
- Falla normal
- Eje anticlinal
- Eje sinclinal

BASE GEOLÓGICA: F. Megard y J. Caldas V. (1996)
 REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN: L. Quispesivana Q. y P. Navarro C. (2002)

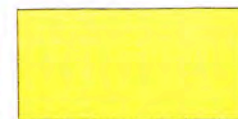




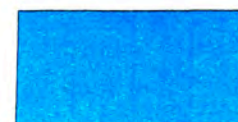
ROCA ARENISCA DE RESISTENCIA 100 MPa
 COLOR PARDO AMARILLENTO, CUBIERTO POR SUELO RESIDUAL
 Y VEGETACIÓN
 CLASE II Y III PARA EXCAVACIÓN CON VOLADURA CONTROLADA



CONGLOMERADO DE MATRIZ LIMO - ARCILLOSA DE COLOR BEIGE
 CLARO A OSCURO, CON FRAGMENTOS SUBREDONDEADOS
 DE TAMAÑOS ENTRE 0.03 A 0.05 M., EN ALGUNOS PUNTOS PRESENTA
 BLOQUES DE TAMAÑO ENTRE 0.60 A 1.00 M.



CONGLOMERADO DE TERRAZA ALUVIAL



RÍO ALIS



EROSIÓN EN TALUD (DESPRENDIMIENTO DE ROCA)



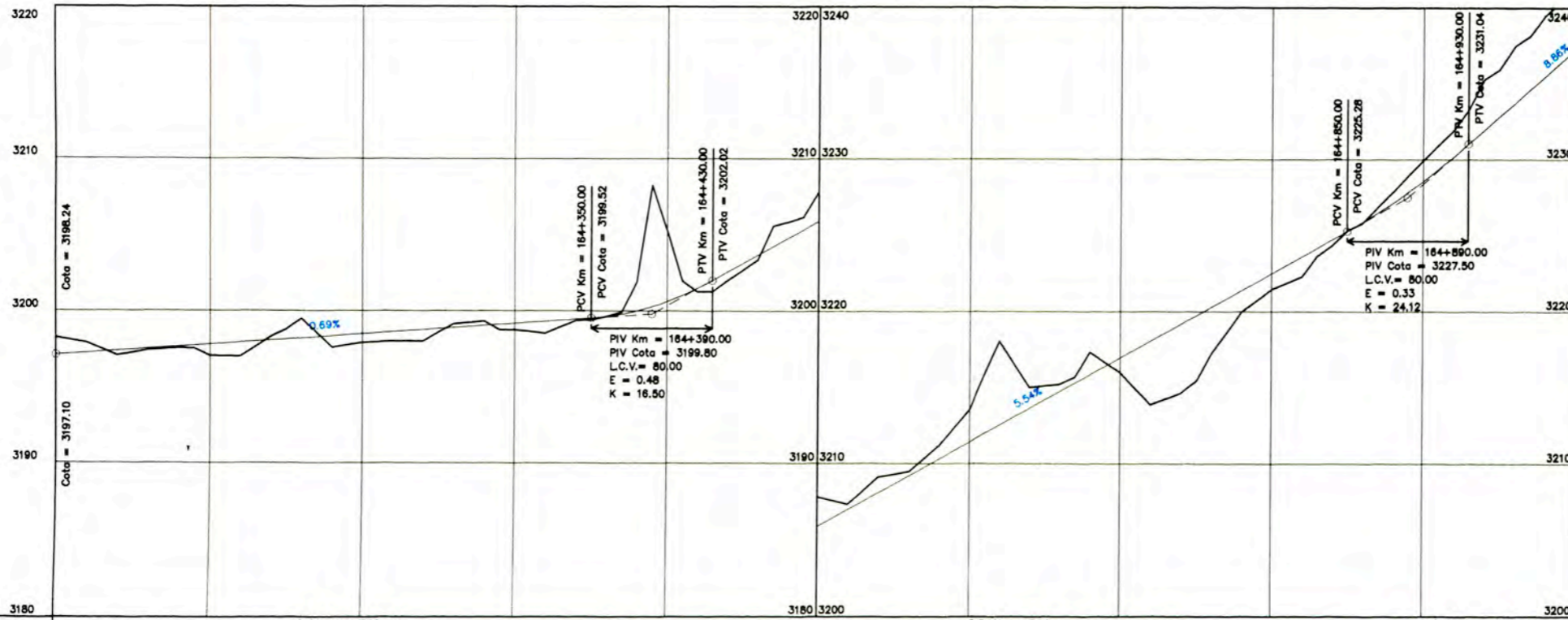
CALICATA

ESCALA
H : 1/2000



ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES										Código de Proyecto :		
C.No	S	AD.	R	T.G	LC.	SC ó PC	PI	CS ó PT	S.A.	P %	NORTE	ESTE
DATOS ORIGINALES												
4	I	81°33'11"	60	51.748	85.402	164+349.747	164+401.484	164+435.149	1.4	8.0	8641624.200	414342.692
5	D	31°40'55"	60	17.025	33.177	164+469.847	164+486.871	164+503.024	1.4	8.0	8641723.034	414312.067
6	D	13°47'57"	60	7.260	14.451	164+571.456	164+578.717	164+585.907	1.4	8.0	8641812.812	414335.228
7	I	24°47'33"	60	13.188	25.963	164+651.524	164+664.711	164+677.486	1.4	8.0	8641888.615	414375.984
8	D	23°57'7"	60	12.727	25.083	164+736.001	164+748.728	164+761.084	1.4	8.0	8641972.690	414381.098

ESCALA
H : 1/2000
V : 1/200



LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
EJE DE CARRETERA PROYECTADA	—
CARRETERA AFIRMADA EXISTENTE	- - - - -
CANAL	====
ACEQUIA	~~~~
ALCANTARILLA) - - - (
BADEN, PAVIMENTO RIGIDO	[- - -]
RIO	~~~~~
QUEBRADA	~~~~~
CUNETA	—
CURVAS PRINCIPALES	Ⓢ
CURVAS SECUNDARIAS	Ⓢ

PENDIENTE	0.69% en 390 m		5.54% en 500 m		8.86% en 110 m	
COTA DE SUBRASANTE	3198.24	3197.17	3197.24	3197.31	3197.38	3197.45
COTA DE TERRENO	3198.07	3197.24	3197.47	3197.51	3197.56	3197.65
ALINEAMIENTO	CN-19	CN-21	CN-39	CN-41	CN-5D	CN-6D
DRENAJE	CU	CU	CU	CU	ZC	CU
OBRAS DE ARTE						
KILOMETRAJE	164+000	164+100	164+200	164+300	164+400	164+500



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CONSULTOR :

APROBO:

DISEÑO: C.Z.C
REVISÓ: R.L.A.A

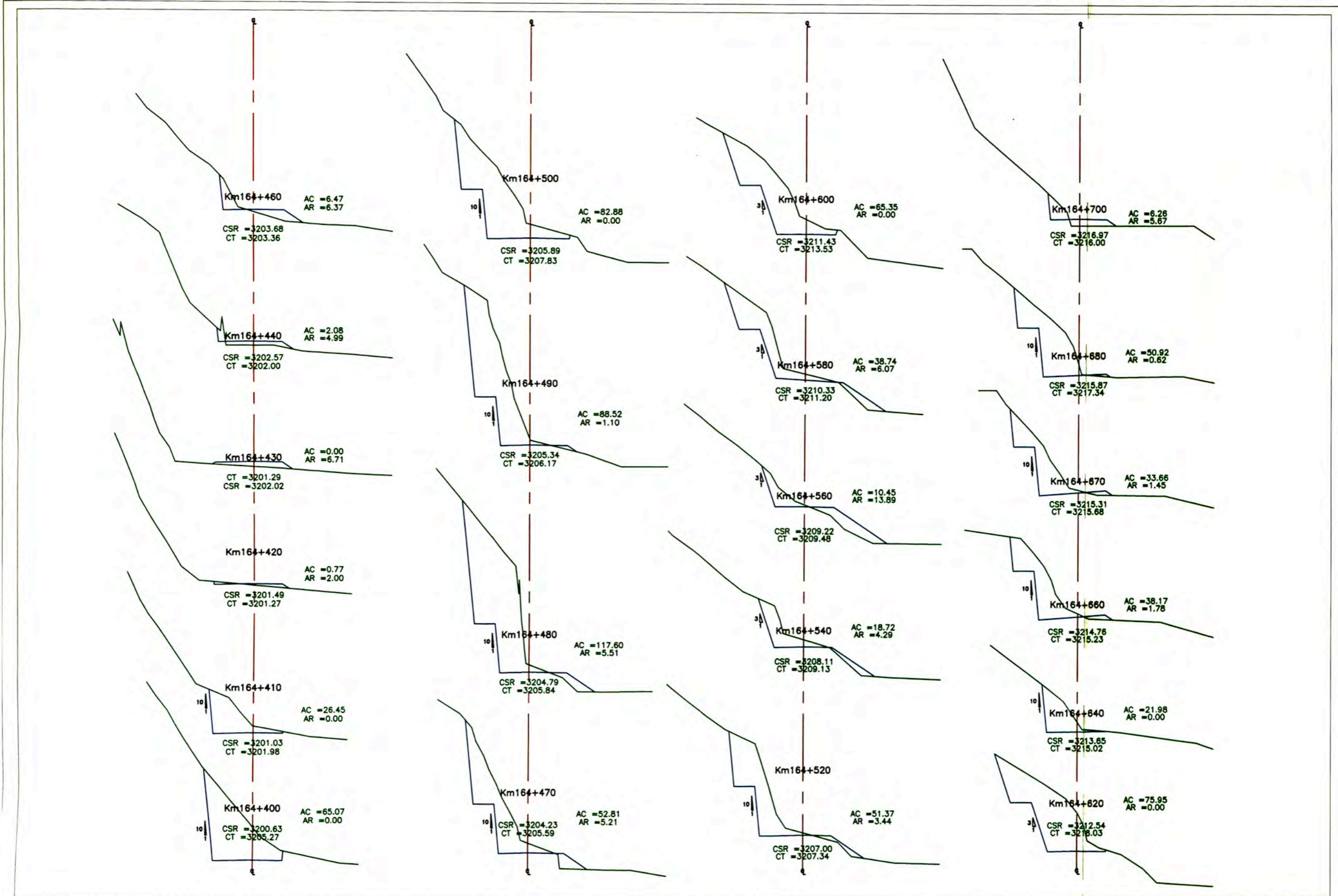
PROYECTO : AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM. 164+400 AL 164+700.

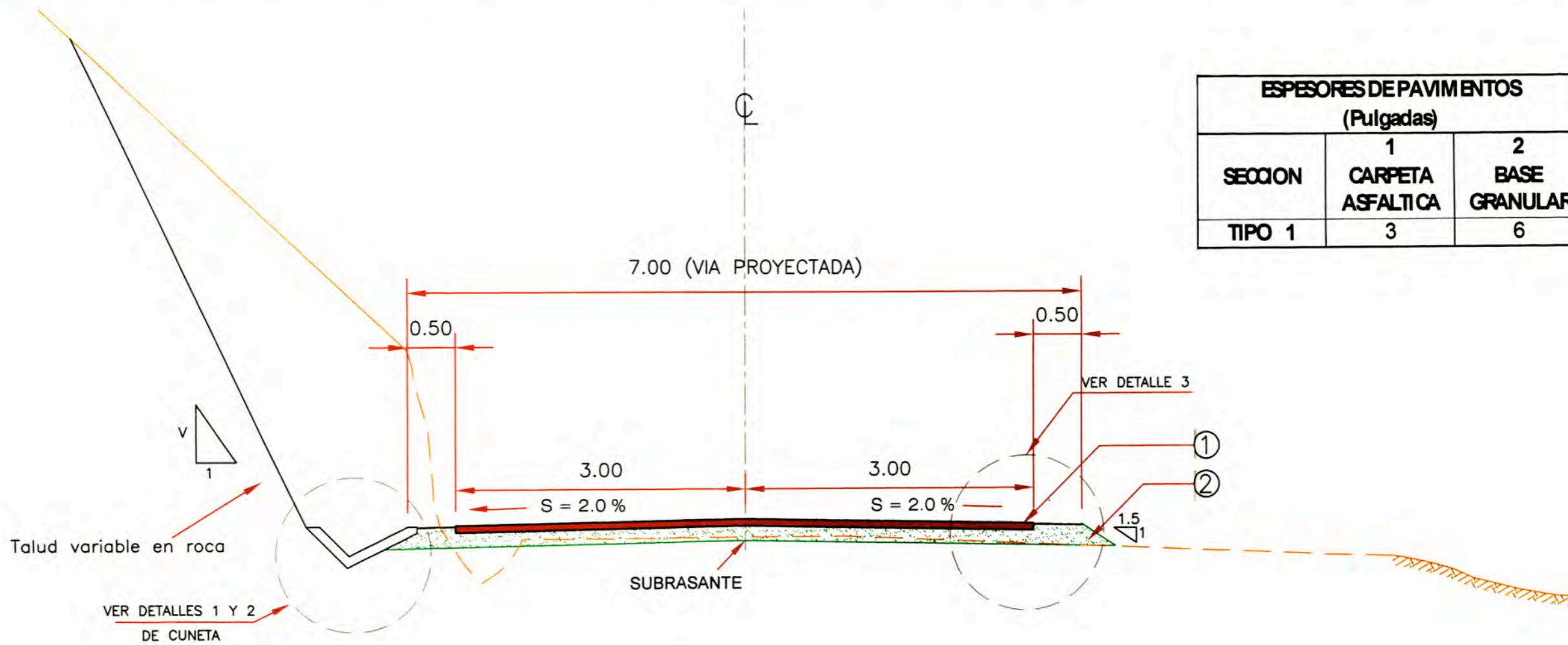
PLANO : PLANTA Y PERFIL
KM 164+000 - KM 165+000

ESCALA: 1/2,000
FECHA: Junio, 2009

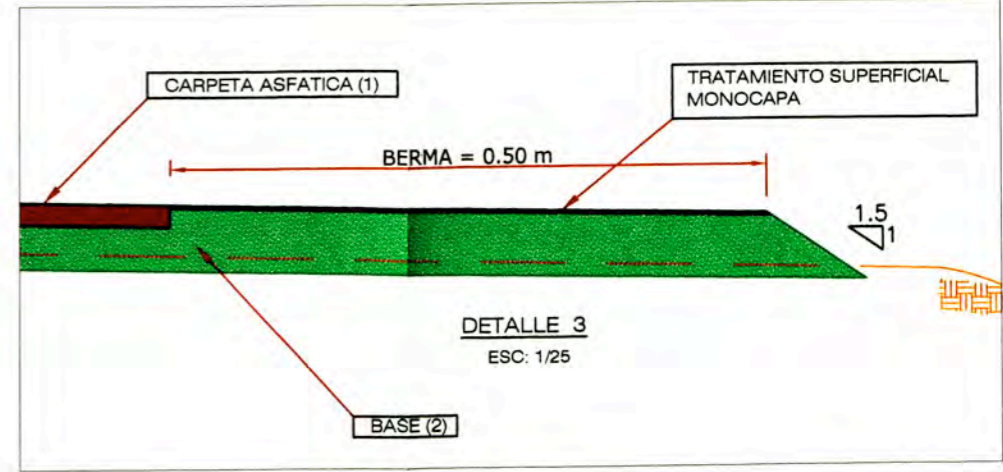
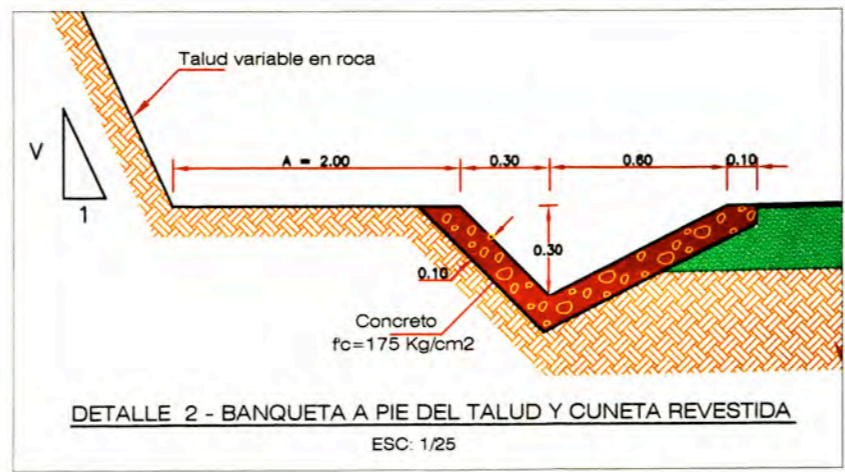
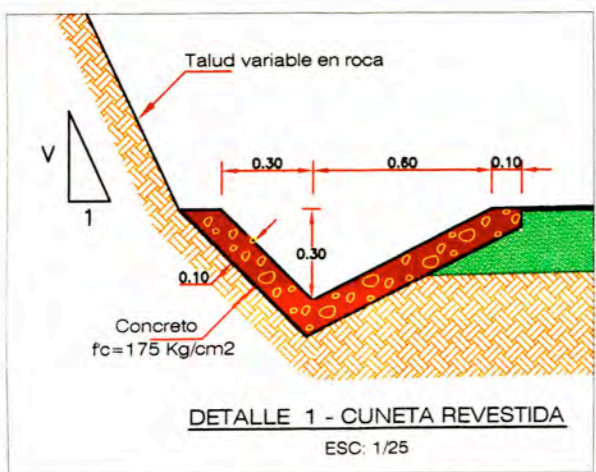
LAMINA: PP-01

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	HECHO POR	REV. POR	APROB. POR





ESPESORES DE PAVIMENTOS (Pulgadas)		
SECCION	1 CARPETA ASFALTICA	2 BASE GRANULAR
TIPO 1	3	6



PROGRESIVAS		TALUD	DETALLE
INICIO	FIN	V	
164+400	164+500	10	1
164+500	164+540	10	2
164+540	164+640	3	1
164+640	164+700	10	1

