

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



**AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-  
YAUYOS – HUANCAYO DEL Km. 165+600 AL Km. 165+900**

**SUELOS, GEOTÉCNIA Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**ANGEL LUCIO MONTES VALDERRAMA**

**Lima- Perú**

**2009**

## **DEDICATORIA**

**Dedico este trabajo a todas las personas que más quiero en mi vida: mis padres y mis hermanas.**

## **AGRADECIMIENTO**

**Dios, quien da su sabiduría y derrama su gracia para que podamos cumplir los anhelos de nuestro corazón. A mis padres por su apoyo incondicional.**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO I: RESUMEN DEL PROYECTO A NIVEL DE PERFIL.....</b>	<b>8</b>
1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO .....	8
1.2 UBICACIÓN.....	8
1.3 ESTUDIO DE LA INGENIERIA DEL PROYECTO .....	9
<b>CAPITULO II: ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS .....</b>	<b>26</b>
2.1 METODOLOGÍA .....	26
2.2 TRABAJO DE CAMPO .....	26
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS BANCOS DE MATERIALES .....	27
2.4 FUENTES DE AGUA.....	31
2.5 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	32
2.6 LABORES DE GABINETE.....	32
<b>CAPITULO III: ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS.....</b>	<b>36</b>
3.1 ANTECEDENTES .....	36
3.2 OBJETIVO.....	37
3.3 METODOLOGÍA EMPLEADA.....	37
3.4 GEOLOGÍA GENERAL .....	38
3.5 ESTRATIGRAFÍA.....	39
3.6 CARACTERÍSTICA GEOLÓGICA ESTRUCTURADO.....	40
3.7 GEODINÁMICA EXTERNA .....	40
3.8 ESTABILIDAD DE TALUDES .....	42
<b>CAPITULO IV: DISEÑO DE PAVIMENTO.....</b>	<b>46</b>
4.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	46
4.2 ESTUDIO DE TRÁFICO .....	48
4.3 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES .....	52
4.4 MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 1993.....	54

4.5	CÁLCULO DE DISEÑO DE PAVIMENTO .....	57
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>75</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>78</b>
	ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO .....	79
	ANEXO 2: PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CANTERAS.....	80
	ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TECNICAS BASE GRANULAR, IMPRIMANTE, CARPETA ASFALTICA.....	88
	ANEXO 4: METRADOS Y PRESUPUESTOS DE ALTERNATIVA PROPUESTA.....	107
	ANEXO 5: DISEÑO GEOMETRICO .....	118
	ANEXO 6: DIMENSIONES DEL MURO DE SOSTENIMIENTO.....	121
	ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO .....	123

## RESUMEN

El presente informe es el resultado de la aplicación práctica de los temas desarrollados durante el periodo de estudio en el Curso de Actualización de conocimientos del Proyecto de Ingeniería de Vialidad Interurbana. Cuyo lugar de estudio práctico desarrollado fue La Carretera "Cañete - Yauyos - Huancayo". Para este informe el tramo específico de estudio desarrollado corresponde a la progresiva Km. 165+600 al Km 165+900 donde se encuentra el Centro Poblado de Alis.

La primera parte del informe desarrollado, es un Resumen del Estudio realizado a Nivel de Perfil de La Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, en el que se mencionarán los alcances generales de la carretera en estudio, se ha definido el problema central y se ha propuesto alternativas de solución con la finalidad de atender el problema identificado. En la etapa de formulación, se realizó el análisis de la demanda y oferta, el calculo de los montos de inversión y mantenimientos a precios sociales y finalmente se determinaron los costos incrementales por cada una de las alternativas propuestas. En la etapa de evaluación, se definieron los beneficios incrementales por cada alternativa para realizar la evaluación socioeconómica bajo la metodología de Costo – Beneficio con la finalidad de elegir la alternativa más rentable.

La segunda parte del informe desarrollado, corresponde al estudio de suelo, a nivel de terreno natural o como suelo de fundación de la carretera, para poder recibir una carpeta pavimentada, para un tramo específico de 300m que corresponde a la progresiva 165+600 al 165+900. Donde se evalúa los resultados de los ensayos respectivos de laboratorio.

La tercera parte del informe desarrollado, corresponde al estudio geológico y geotécnico, donde se mencionan las características más resaltantes contenidas del tramo en estudio.

El cuarto y último capítulo está referido al tema específico del presente informe Diseño de Pavimento, el cual está desarrollado desde los términos generales de referencia del MTC hasta los cálculos realizados por el método AASHTO 1993.

## LISTA DE CUADROS

CUADRO 1: RESUMEN DE TRAMOS .....	11
CUADRO 2: ZONAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	15
CUADRO 3: DEMANDA DE TRÁFICO .....	18
CUADRO 4: DETALLES DE ANALISIS DE OFERTA.....	20
CUADRO 5: ALTERNATIVAS PLANTEADAS DE OFERTA Y DEMANDA.....	21
CUADRO 6: RESUMEN DE COSTOS.....	22
CUADRO 7: RESUMEN DE BENEFICIOS POR AHORRO.....	23
CUADRO 8: RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA.....	24
CUADRO 9: RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD .....	25
CUADRO 10: CANTERAS SELECCIONADAS .....	28
CUADRO 11: BOTADEROS SELECCIONADOS.....	30
CUADRO 12: UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LA FUENTE DE AGUA .....	31
CUADRO 13: ENSAYOS A REALIZAR EN LABORATORIO.....	32
CUADRO 14: CLASIFICACION DEL SUELO SEGÚN EL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS.....	33
CUADRO 15: CLASIFICACION DE SUELOS .....	34
CUADRO 16: CUADRO DE INDICE DE PLASTICIDAD .....	34
CUADRO 17: CLASIFICACIÓN DE LA SUBRASANTE EN FUNCIÓN DEL CBR .....	35
CUADRO 18: CLASIFICACION GEOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	39
CUADRO 19: TALUDES DE CORTE RECOMENDADO.....	44
CUADRO 20: TALUDES DE RELLENO RECOMENDADO .....	44
CUADRO 21: TIPO DE EJE Y PESO MÁXIMO .....	49
CUADRO 22: IMD POR TIPO DE VEHICULO 2005.....	50
CUADRO 23: TASA DE CRECIMIENTO POR TIPO DE VEHICULO .....	50
CUADRO 24: TRÁFICO POR TIPO DE VEHICULO 2009 .....	51
CUADRO 25: DE CORRESPONDENCIA COV Y MTC .....	51
CUADRO 26: PERIODO DE ANALISIS RECOMENDADOS .....	52
CUADRO 27: TABLAS DE PESOS Y MEDIDAS .....	53
CUADRO 28: FACTOR CAMION POR TIPO DE VEHICULO .....	53
CUADRO 29: EJES EQUIVALENTES DE CARGA.....	54
CUADRO 30: PARAMETRO DE DISEÑO DEL METODO AASHTO1993.....	55
CUADRO 31: PARAMETROS DEL FACTOR DE DISTRIBUCION DE CARRIL .....	56
CUADRO 32: CÁLCULO DEL PARÁMETRO $W_{18}$ .....	57
CUADRO 33: NIVELES DE CONFIABILIDAD RECOMENDADOS POR AASHTO .....	59
CUADRO 34: CONFIABILIDAD (R%).....	60
CUADRO 35: COEFICIENTES DE DRENAJE RECOMENDADOS POR AASHTO.....	63
CUADRO 36: ESPESORES MÍNIMOS SUGERIDOS POR AASHTO .....	66
CUADRO 37: NÚMERO ESTRUCTURAL PERIODO 10 AÑOS.....	68
CUADRO 38: ALTERNATIVAS ESPESORES DE PAVIMENTO .....	69
CUADRO 39: RESULTADOS DE NÚMEROS ESTRUCTURALES .....	69
CUADRO 40: NÚMERO ESTRUCTURAL PERIODO 10 a 20 AÑOS .....	69
CUADRO 41: RESUMEN DE SN.....	70
CUADRO 42: CONSIDERACION DEL $\Delta$ PSI.....	70
CUADRO 43: RESUMEN DE ESPESOR DE LA ESTRUCTURA Y REFUERZO71 .....	

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	8
FIGURA 2: MARCO DE REFERENCIA DE LA CARRETERA.....	10
FIGURA 3: ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS.....	12
FIGURA 4: ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES.....	13
FIGURA 5: ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	17
FIGURA 6: UBICACIÓN DE LAS CANTERAS Y LUGAR DE DEPÓSITOS.....	29
FIGURA 7: MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	41
FIGURA 8: ACCIÓN DE CARGAS PAVIMENTO FLEXIBLE.....	47
FIGURA 9: COMPONENTES DEL PROCESO DE DISEÑO AASHTO 93.....	57
FIGURA 10: ABACO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE $a_1$ .....	61
FIGURA 11: ABACO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE $a_2$ .....	62
FIGURA 12: ABACO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE $a_3$ .....	62
FIGURA 13: CARTA DE DISEÑO AASHTO 1993.....	65
FIGURA 14: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.....	67
FIGURA 15: ESPESORES DE LA ESTRUCTURA.....	69
FIGURA 16: DETALLE DE LA SECCION DE LA VIA DEL TRAMO EN ESTUDIO .....	72

## LISTA DE SÍMBOLOS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation
Officials	
MTC	Ministerios de Transportes y Comunicaciones
TSB	Tratamiento Superficial Bicapa
IMDA	Índice Medio Diario Anual
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
B/C	Beneficio/Costo
EE	Eje Equivalente
R	Confiability
PSI	Índice de Serviciabilidad Presente
$M_R$	modulo Resiliente
CBR	California Bearing Ratio
SN	Numero Estructural
W18	Numero estimado de ejes simples equivalente a 8.2 Ton
$S_o$	Error estándar
EAL	Numero de ejes equivalentes a 8.2 ton en el periodo de diseño.
$\Delta PSI$	Índice de serviciabilidad presente
$a_i$	Coefficientes de aporte estructurales de capas
$D_i$	Espesor de la capa i
$m_i$	coeficiente de drenaje de la capa gradual i

## INTRODUCCIÓN

La Carretera Central es una arteria importante como vía de comunicación de la Región Central del país y para mejorar la conectividad como medio de comunicación terrestre entre la Región Lima y Región Junín y poder atenuar la demanda actual de tráfico se plantea una alternativa de desarrollo vial en la carretera Ruta 022.

Para impulsar el desarrollo de todos los pueblos que comprende y por constituir una vía alterna a la Carretera Central, que será una de las consecuencias positivas tanto en el desarrollo agrario, socio económico y turismo, se ha determinado proponer el mejoramiento, ampliación y la conservación de la carretera, tanto en el trazo geométrico, estabilidad de taludes, como en el espesor del pavimento y como consecuencia las obras de arte, de señalización y otros para permitir un aumento significativo en volumen de tráfico

El desarrollo del transporte de vehículos que se genera a lo largo de la carretera, se convierte en uno de los principales factores para considerar la transitabilidad de la vía, la cual presenta inconvenientes y limitaciones generadas por las malas condiciones de la carpeta de rodadura, limitaciones del diseño geométrico, reducido mantenimiento y condiciones de serviciabilidad, forzando a los vehículos pesados a desplazarse con un mínimo de velocidad.

El desarrollo del estudio responde a una propuesta de mejora y ampliación en la sección del tramo Km.165+600 al Km.165+900 de la carretera en mención, caracterizado por las condiciones geométricas y las condiciones de la carpeta de rodadura, esencialmente a las particularidades que presenta la carpeta de rodadura y a las pocas condiciones de mantenimiento, serviciabilidad en que se encuentran la carretera muy característicos de la zona.

Frente a la programación de un objeto vial, se utilizará la teoría de capacidad de soporte CBR, métodos de diseño de pavimentos, diseño geométrico, estudio geológico y geotécnico, estabilidad de taludes para fundamentar el suelo de cimentación de la carretera.

Como parte del Estudio de Suelos y el Diseño de Pavimentos de la carretera, se realizaron ensayos respectivos con las muestras obtenidas de los suelos de fundación en el tramo Km.165+600 al Km.165+900 de la Carretera.

## CAPÍTULO I: RESUMEN DEL PROYECTO A NIVEL DE PERFIL

### 1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

Optimizar la integración económica de los centros poblados del valle del Río Cañete con los corredores económicos dinámicos de Lima – Cañete y de Huancayo – Lima y procurar así la disminución de costos de transporte de los productos agrícolas del valle del Río Cañete hacia los mercados de consumo.

El objetivo central es dotar de un adecuado nivel de transitabilidad continuo de la vía y optimizar los costos de transportes en toda la zona de influencia del proyecto.

### 1.2 UBICACIÓN

La ruta de estudio se encuentra ubicada en las provincias de Cañete y Yauyos en la Región Lima y Chupaca en la Región Junín.



FIGURA 1: UBICACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

## 1.3 ESTUDIO DE LA INGENIERIA DEL PROYECTO

### 1.3.1 IDENTIFICACION

#### **Participación de las entidades involucradas y de los beneficiarios**

La participación de la entidad de PROVIAS NACIONAL del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene a su cargo las actividades de preparación, gestión, administración y ejecución de proyectos de infraestructura de transporte relacionada a la red vial nacional, así como la planificación, gestión y control de actividades y recursos económicos que se emplea para el mantenimiento y seguridad de las carreteras y puentes de la Red Vial Nacional. Asimismo, los representantes de los poblados por donde atraviesa la carretera en la Región Lima: Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, Calachota, Magdalena, Yauyos, Alis, Tomas, Tingo de Yauricocha y de la Región Junín, de las localidades de San José de Quero, Chaquicocha, Collpa, Ronchas, Huarisca, Chupaca y zonas aledañas; son los participes de la ejecución del proyecto; los cuales son las más interesadas en el que el proyecto se ejecute y concluya.

Los beneficiarios principales serán justamente los poblados antes mencionados

#### **Marco de Referencia**

La carretera existente (Cañete - Lunahuaná – Yauyos – Chupaca) , ha sido construida por el Ministerio de Transportes y comunicaciones, en base a los lineamientos de política sectorial de los cuales actualmente se encuentra asfaltado 40.75 Km. desde Cañete a Lunahuaná y 240.70 Km. en trocha Lunahuaná a Chupaca. 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, dentro de un marco de eficiencia económica y preservación del medio ambiente.



**FIGURA 2: MARCO DE REFERENCIA DE LA CARRETERA**

### **Diagnóstico de la Situación Actual**

El tramo Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, pertenece a la red vial nacional identificada con código de ruta R22 de 240.70 km de longitud.

Para efectos del estudio se ha dividido el proyecto en 5 tramos, determinados principalmente por el tránsito que soportan y la topografía característica. Los tramos a considerar para el presente estudio son:

**Tramo 1:** Tramo de Lunahuaná – Pacarán, este tramo tiene una longitud de  $L=12.50$  Km, el cual tiene una superficie de rodadura a nivel de trocha y una topografía ondulada. Su IMD de este tramo es de 323.

**Tramo 2:** Tramo Pacarán - Zúñiga, este tramo tiene una longitud de  $L=4.20$  km, el cual tiene una superficie de rodadura a nivel de trocha y una topografía ondulada. Su IMD de este tramo es de 266.

**Tramo 3:** Tramo Zúñiga – Dv. Yauyos, este tramo tiene una longitud de  $L=72.60$  km, el cual tiene una superficie de rodadura a nivel trocha y una topografía ondulada. Su IMD de este tramo es de 35.

**Tramo 4:** Tramo Dv. Yauyos – Ronchas, este tramo tiene una longitud de  $L=135.13$  km, el cual tiene una superficie de rodadura a nivel de trocha y una topografía accidentada. Su IMD de este tramo es de 21.

**Tramo 5:** Tramo Ronchas - Chupaca, este tramo tiene una longitud de  $L=16.61$  km, el cual tiene una superficie de rodadura a nivel de trocha y una topografía ondulada. Su IMD de este tramo es de 344.

CUADRO 1: RESUMEN DE TRAMOS

Tramo	Rutinario	Longitud (Km)	Región	Superficie	Topografía	Condición	I.M.D. 2006
I	Lunahuaná - Pacarán	15.27	Costa	Trocha	Ondulada	Regular	323
II	Pacarán - Zúñiga	4.15	Costa	Trocha	Ondulada	Regular	266
III	Zúñiga - Dv. Yauyos	72.60	Sierra	Trocha	Ondulada	Regular	35
IV	Dv. Yauyos - Ronchas	135.13	Sierra	Trocha	Accidentada	Regular	21
V	Ronchas - Chupaca	16.61	Sierra	Trocha	Ondulada	Regular	344

### Descripción del Problema y sus Causas

El planteamiento del proyecto se basa en considerar que los problemas actuales son: el bajo nivel de transitabilidad del camino e inadecuadas características técnicas del mismo.

Actualmente, el tramo Cañete – Lunahuaná se encuentra en un nivel de conservación regular, encontrándose este tramo dentro de la costa de Lima y hallándose a nivel de asfaltado con una longitud total aproximada de L=45.00 km, presenta una topografía ondulada, y un estado de la carretera y estructuras viales bastante bueno.

El tramo Lunahuana – Pacarán – Zúñiga -Yauyos – Ronchas – Chupaca se encuentra en un nivel de conservación regular; en el diagrama de la Figura 3 Árbol de Causas y Efectos se menciona los problemas directos e indirectos mas resaltantes que presenta la carretera en el tramo de estudio, identificando el problema central para luego determinar los efectos Directos e Indirectos.

Para lograr el objetivo del proyecto que es optimizar la integración económica de los centros poblados del valle del Río Cañete con los corredores económicos dinámicos de Lima – Cañete y de Huancayo – Lima y procurar así la disminución de costos de transporte de los productos agrícolas del valle del Río Cañete hacia los mercados de consumo, en el diagrama de la Figura 4 Árbol de Medios y Fines, se mencionan los medios fundamentales que conlleva al objetivo Central y en consecuencia los fines directos e indirectos como el Fin Ultimo de estudio.

El objetivo central es permitir la transitabilidad continua de la vía y optimizar los costos de transportes en toda la zona de influencia del proyecto.

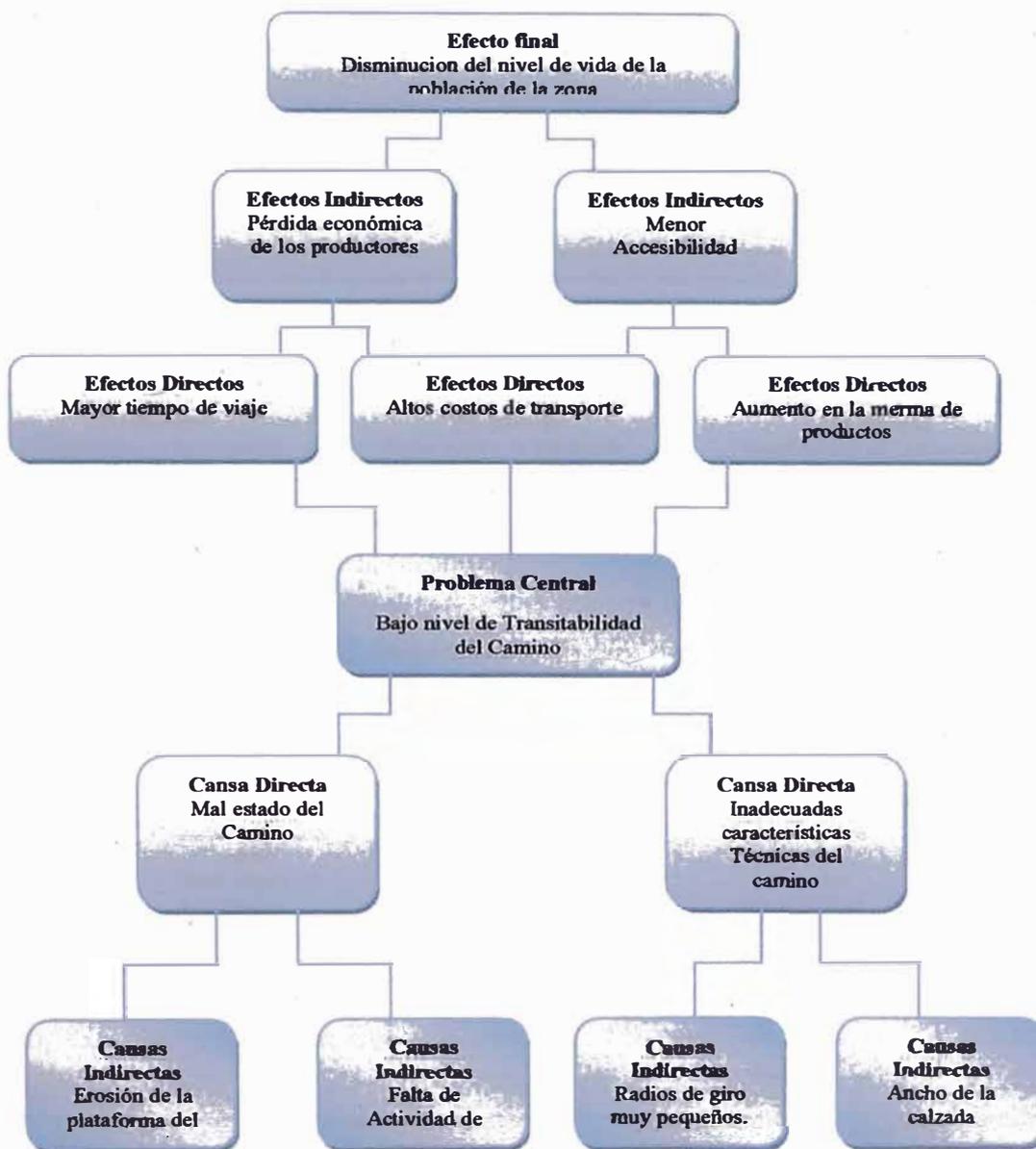


FIGURA 3: ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS

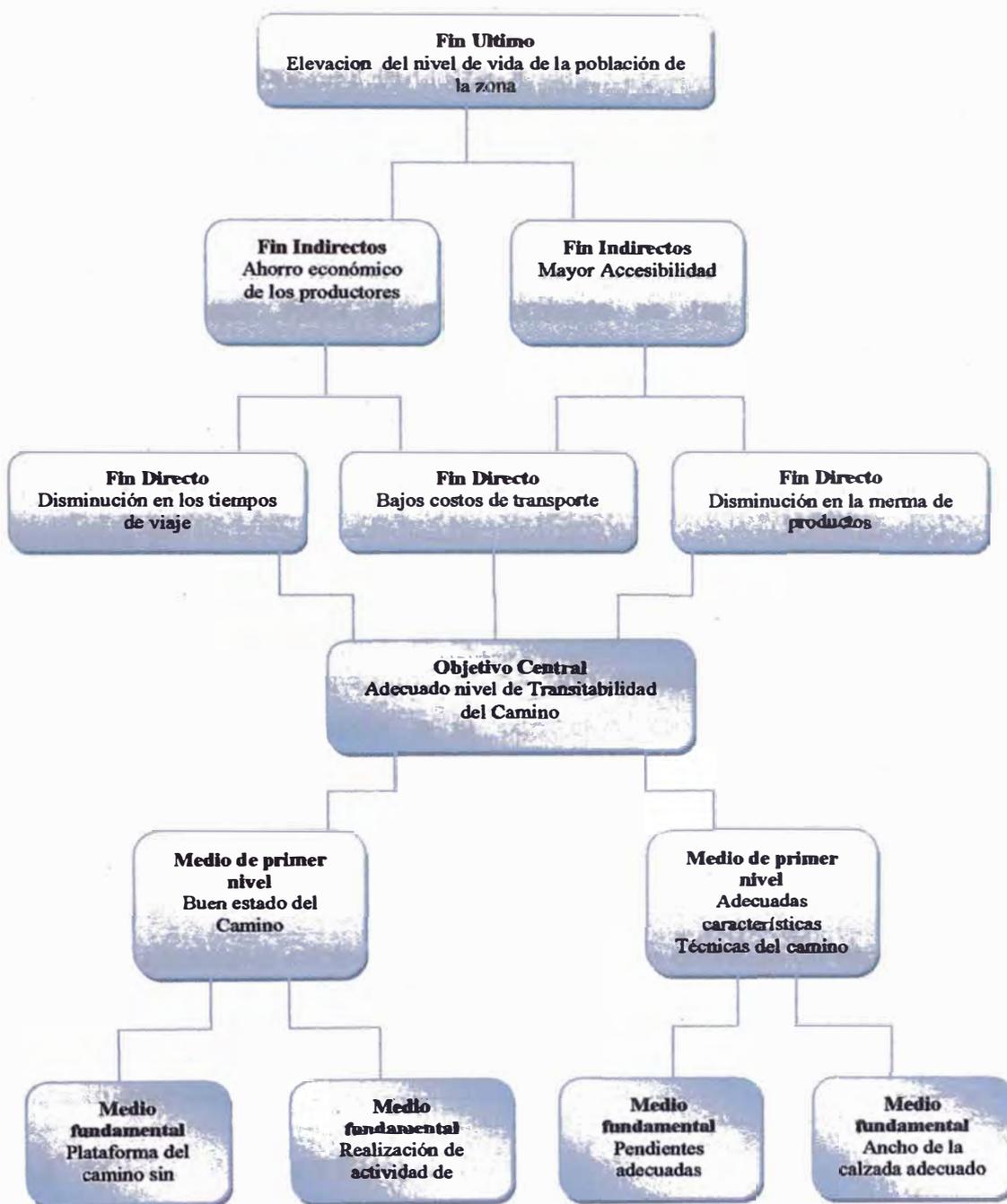


FIGURA 4: ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES

### **Alternativas de Solución**

Las posibles alternativas que se plantean para el mejoramiento de la carretera Cañete - Huancayo son:

#### **Alternativa 1:**

Esta alternativa propone dejar a nivel de carpeta asfaltada de 2.5" de espesor, con una base granular de 0.15m de espesor y con una sub base granular de 0.20m de espesor. Para el mantenimiento se ha adoptado actividades programadas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico en el año 10.

#### **Alternativa 2:**

Esta alternativa propone dejar a nivel de tratamiento superficial bicapa de 1" de espesor, con una base granular de 0.15m de espesor y una sub base granular de 0.20m de espesor. El mantenimiento ha sido delineado adoptando actividades programadas y en repuesta a la condición, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico cada 4 años.

#### **Alternativa 3:**

Esta última alternativa contempla la construcción de afirmado de espesor de 0.20 m. El mantenimiento ha sido delineado adoptando actividades programadas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto.

### **1.3.2 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN**

#### **Horizonte del Proyecto**

Este Horizonte se asume de acuerdo a la vida útil (promedio) del proyecto. En este caso el horizonte será de 20 años, por tanto para la evaluación se realizara una estimación de flujos de costo y beneficios para el periodo 2009 – 2028.

#### **Área de Influencia del Proyecto.**

El área de influencia del proyecto está conformada por el área del proyecto y el área de análisis de los impactos, es decir, el área que queda servida, influida o

modificada con la implementación del proyecto. La población directamente beneficiada por el proyecto se estima en 57,566.00 habitantes que se ubican en un área de influencia directa dentro de los distritos mencionados a continuación (Ver cuadro N° 2).

Esta área considerada comprende no solo todas las poblaciones que se encuentran al borde de la carretera, sino que también comprenden aquellas que se encuentran influenciadas por el desarrollo de la misma. En el caso del presente proyecto se a considerado a aquellos poblados cuyo acceso está conectado directa o indirectamente con la carretera en estudios y cuyos poblados son los siguientes:

**CUADRO 2: ZONAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	
LIMA	CAÑETE	LUNAHUANA	CATAPALLA	
		PACARAN	JACAYITA	
			ANTAHUALLA	
			PATA	
			ROMANI	
			HUANACO	
			JACAYA	
			PUENTE	
			PACARAN	
		ZUÑIGA	HUAGIL	
			SAN MARCOS	
			ZUÑIGA	
			RINCONADA	
			SAN JUAN	
			APOTARA	
			PAMPA GRANDE	
			CAMPANA	
		SAN JUANITO		
		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
LIMA	CAÑETE	ZUÑIGA	CASCAJAL	
			MACHURANGA	
			EL PALTO	
	YAUYOS	ALIS	HUACUYPACHA	
			CUSHUROPATA	
			UCRUCANCHA	
			PACCHA	
			ALIS	
			TINCO ALIS	
		AYAUCA	ESPUY	
			PUENTE PUTINZA	
			CAPILLUCAZ	
			CALACHOTA	
			PACALAY	
			PATA	
			UCALLAY	
			CHICCHICAY	
			CARANIA	HUAYÑIA
				AVINCHO

			TAYNUTA
		CATAHUASI	CANCHAN
			TAMBO
			PAMPA GRANDE
			CAYPAN GRANDE
			MONTE NEGRO (MONTE)
			REPARTICION
			CATAHUASI
			CATAHUASI
		CHOCOS	HUANCA PUQUIO
			SICAS
			HUAYABO
		COLONIA	QUIURIN
			PONSER
			HUAYO
			CHUSPICHACA
			HUANCHAC
			CACUSIRE
		LARAOS	ASUCHA
			TINTIN
		TOMAS	HUANCACHI
			TOMAS
			SIRIA
			CAPILLAYOC
		YAUYOS	VICHCA
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>CENTRO POBLADO</b>
<b>LIMA</b>	<b>YAUYOS</b>	<b>YAUYOS</b>	ZAÑIN
			TARMA
			SANTA ROSA
			YACA
			MAGDALENA
<b>JUNIN</b>	<b>CONCEPCION</b>	<b>CHAMBARA</b>	COILLOR
			UCHAPATA
			SANTA ROSA CHICO
			RONCHAS
			ANGASMAYO
		<b>SAN JOSE DE QUERO</b>	SAN BLAS
			CHORRILLOS
			INDEPENDENCIA
			SAN JOSE DE QUERO
			CHAQUICOCHA
	<b>CHUPACA</b>	<b>AHUAC</b>	PORVENIR
			SAN JUAN PAMPA
			ISCOHUATIANA
			COCHANGARA
			COPCA
		<b>HUACHAC</b>	ANTACUSI
			HUARISCA
		<b>CHUPACA</b>	HUACHAC
			CALLAVAUARI
			CHUPACA
			LA PERLA
			LA UNION
			CHUPACA

Fuente: Elaboración Grupo de Trabajo GEP Provias Nacional.

Para la ubicación y delimitación del Área de Influencia se ha elaborado el siguiente grafico donde se muestran las zonas consideradas. Cabe destacar que todas las poblaciones están agrupadas a lo largo de la Cuenca del Río Cañete principalmente

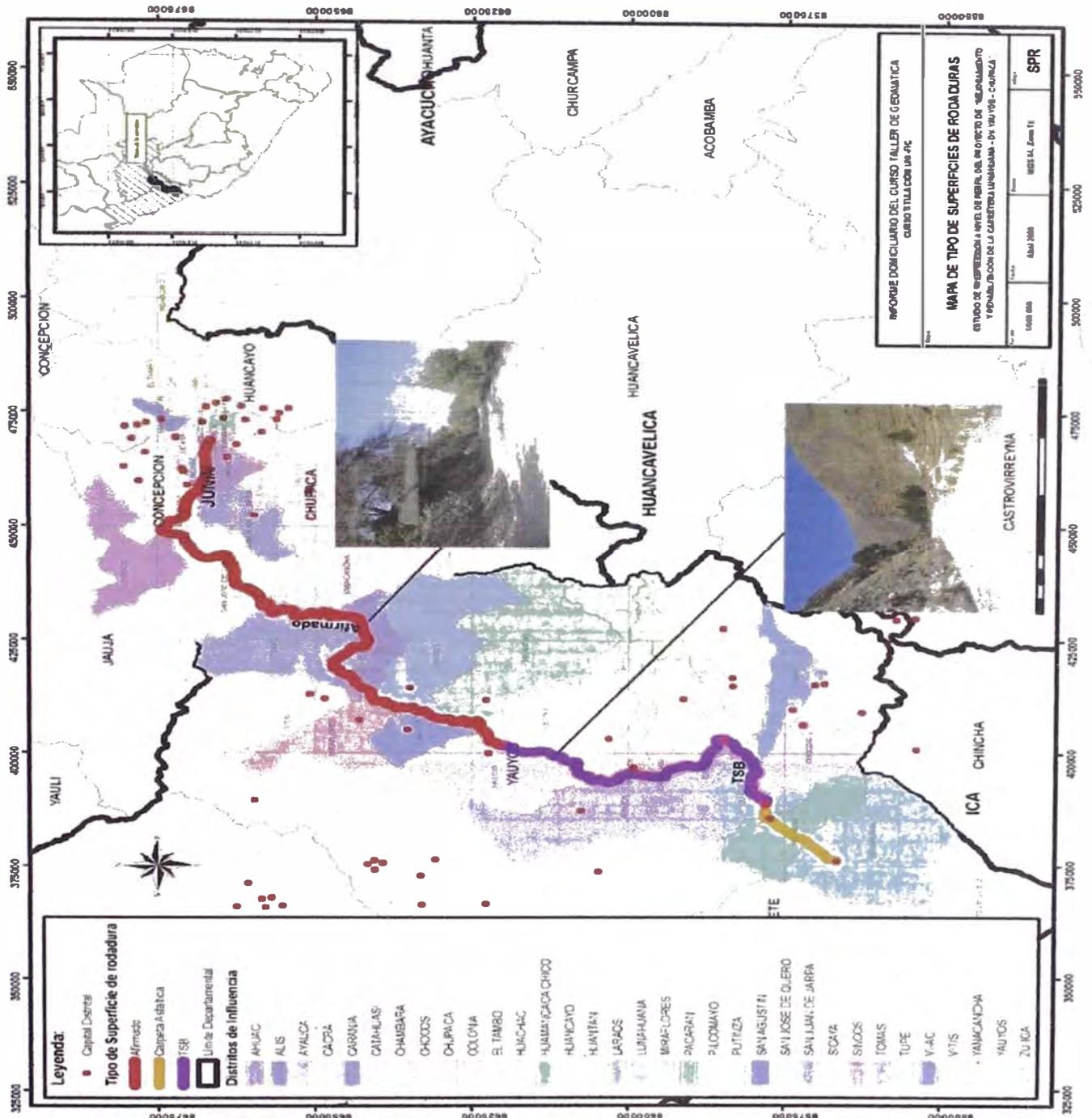


FIGURA 5: ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

## Análisis de la Demanda

### Demanda Actual

La demanda actual es el flujo de tráfico existente en la actualidad. El tráfico actual refleja los resultados expresados del levantamiento de información realizadas en la zona y obtenido a través de trabajos de campo (estudio de tráfico) el cual se desarrolló en el año 2005 por la dirección de desarrollo vial – DGC. Los resultados obtenidos son en términos de Índice Medio Diario (IMD) y que se han identificado por el nivel de tráfico existente en los cinco tramos diferenciados, los cuales se muestra en los cuadro adjunto.

**CUADRO 3: DEMANDA DE TRÁFICO**

IMD ANUAL : TRAMO LUNAHUANA - PACARAN															
Sentido	Auto móvil	Camión neto	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión				Semitrailers			TOTAL	
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	3S2		><3S3
Lunahuana - Pacarán	42	28	55	3	11	0	9	12	1	0	0	0	0	1	162
Pacarán - Lunahuana	39	28	55	4	9	0	10	14	1	0	1	1	0	1	161
Ambas	81	54	110	7	20	0	19	26	2	0	1	1	0	2	323
%	25	17	34	2	6	0	6	8	1	0	0	0	0	1	100
ELABORACION : Dir. Desarrollo Vial - DGC 2005															
IMD ANUAL : TRAMO PACARAN - ZUÑIGA															
Sentido	Auto móvil	Camión neto	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión				Semitrailers			TOTAL	
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	><3S3		
Pacarán - Zúñiga	27	21	47	4	9	0	14	6	1	0	1	1	1	132	
Zúñiga - Pacarán	30	20	47	4	9	0	13	6	2	0	1	1	1	134	
Ambos	57	41	94	8	18	0	27	12	3	0	2	2	2	266	
%	21	15	35	3	7	0	10	5	1	0	1	1	1	100	
ELABORACION : Dir. Desarrollo Vial - DGC 2005															
IMD ANUAL : TRAMO ZUÑIGA - DV. YAUAYOS															
Auto móvil	Auto móvil	Camión neto	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión				Semitrailers			TOTAL	
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	><3S3		
Zúñiga - Dv. Yauayos	0	4	1	0	7	0	2	2	3	0	1	0	0	0	20
Dv. Yauayos - Zúñiga	1	3	0	0	6	0	2	1	2	0	0	0	0	0	15
Ambos	1	7	1	0	13	0	4	3	5	0	1	0	0	0	35
%	3	20	3	0	37	0	11	9	14	0	3	0	0	0	100
ELABORACION : Dir. Desarrollo Vial - DGC 2005															
IMD ANUAL : TRAMO DV. YAUAYOS - RONCHAS															
Auto móvil	Auto móvil	Camión neto	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión				Semitrailers			TOTAL	
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	><3S3		
Dv. Yauayos - Chupeca	3	4	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	11
Chupeca - Dv. Yauayos	3	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
Ambos	6	9	1	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	21
%	29	43	5	0	10	0	10	0	5	0	0	0	0	0	100
ELABORACION : Dir. Desarrollo Vial - DGC 2005															
IMD ANUAL : TRAMO RONCHAS CHUPACA															
Auto móvil	Auto móvil	Camión neto	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión				Semitrailers			TOTAL	
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	3S1		><3S3
Dv. Yauayos - Chupeca	123	11	9	0	3	0	9	3	1	0	0	3	1	17	136
Chupeca - Dv. Yauayos	118	10	5	0	2	0	10	2	1	1	1	3	1	11	165
Ambos	241	21	13	0	5	0	19	5	2	1	1	6	2	28	344
%	70	8	4	0	1	0	6	1	1	0	0	2	1	9	100
ELABORACION : Dir. Desarrollo Vial - DGC 2005															

### Demanda proyectada con Tráfico Normal

El crecimiento del tráfico vehicular esta dado por la tasa de Crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento para vehículos de carga será el PBI agropecuario departamental. La carretera en estudio pertenece a los departamentos de Lima y Junín, se considera para el presente proyecto que la

tasa de crecimientos de tráfico de vehículos de pasajeros y de carga sea el que corresponde al departamento de Lima, esto se asume por ser el escenario más real de flujo de tráfico.

La demanda del proyecto estará dada por el flujo vehicular existente en la actualidad (año 2009), la misma que se muestra a través del cálculo del IMD (Índice Medio Diario), la cual ha sido calculada en base la información del año 2005 mostrada con anterioridad y proyectada con las tasas de crecimiento respectivamente.

Las tasas finalmente consideradas para la proyección de la demanda vehicular, fueron resultado de analizar los datos del "Estudio del MEF de 1999", obteniendo un valor promedio del Producto Bruto Interno (PBI) Agropecuario de Lima de 3.49% para los vehículos pesados y un valor promedio de la Tasa de Crecimiento de la Población de Lima de 1.54% para los vehículos livianos, pero considerando un escenario algo más optimista, se consideró finalmente el utilizar como tasas de crecimiento 4% y 2% para vehículos pesados y livianos respectivamente.

#### **Demanda Proyectada con tráfico Generado**

El tráfico proyectado en la situación con proyecto está dado por el tráfico generado, que es el 80% del IMD en la situación de tráfico sin proyecto (asumiendo el escenario de carga comercial); el crecimiento del tráfico generado será proyectada en el horizonte de evaluación según las tasas de crecimiento por tipo de vehículo del tráfico normal. A continuación se presenta los tráficos generados proyectados.

#### **Demanda Proyectada con tráfico Desviado**

Una vez calculada el tráfico desviado en el primer año de operación del proyecto, esta será proyectada en el horizonte de evaluación según las tasas de crecimiento por tipo de vehículo del tráfico normal.

El tráfico tráfico desviado es el tráfico que surge por el uso de esta vía como alternativa a una ruta que conecta los mismos destinos y que tiene similares o mejores características que la ruta empleada anteriormente. Para este proyecto se ha considerado el tráfico desviado considerado en el Estudio de Factibilidad del año 2005 realizado para esta carretera, que considera el siguiente registro de tráfico desde la Oroya por la ruta de Lima – La Oroya – Huancayo y que considera un 15% del total del tráfico que usaría como alternativa la nueva carretera rehabilitada.

## Análisis de Oferta

La oferta vial existente se detalla a continuación:

**CUADRO 4: DETALLES DE ANALISIS DE OFERTA  
TRAMO I : LUNAHUANA - PACARAN**

LONGITUD (KM)	12.5
ANCHO DE CALZADA (M)	6
ANCHO DE BERMAS (M)	-
NUMERO EFECTIVO DE CARRILES	2
SUBIDA MAS BAJAS (MKM)	21.3
CURVATURAS(GRADOS/KM)	233.3
RUGOSIDAD (IRI)	12
SUPERICIE DE RODADURA	TROCHA REGULAR ESTADO

**TRAMO II : PACARAN - ZUÑIGA**

LONGITUD (KM)	4.2
ANCHO DE CALZADA (M)	6
ANCHO DE BERMAS (M)	-
NUMERO EFECTIVO DE CARRILES	2
SUBIDA MAS BAJAS (MKM)	24.6
CURVATURAS(GRADOS/KM)	288.2
RUGOSIDAD (IRI)	12
SUPERICIE DE RODADURA	TROCHA REGULAR ESTADO

**TRAMO III : ZUÑIGA - DV.YAUYOS**

LONGITUD (KM)	72.6
ANCHO DE CALZADA (M)	4.5
ANCHO DE BERMAS (M)	-
NUMERO EFECTIVO DE CARRILES	1
SUBIDA MAS BAJAS (MKM)	30.4
CURVATURAS(GRADOS/KM)	388.6
RUGOSIDAD (IRI)	13
SUPERICIE DE RODADURA	TROCHA REGULAR ESTADO

**TRAMO IV : DV.YAUYOS - RONCHAS**

LONGITUD (KM)	135.1
ANCHO DE CALZADA (M)	4.5
ANCHO DE BERMAS (M)	-
NUMERO EFECTIVO DE CARRILES	1
SUBIDA MAS BAJAS (MKM)	36.6
CURVATURAS(GRADOS/KM)	518.9
RUGOSIDAD (IRI)	14
SUPERICIE DE RODADURA	TROCHA REGULAR ESTADO

**TRAMO V : RONCHAS - CHUPACA**

LONGITUD (KM)	16.3
ANCHO DE CALZADA (M)	6
ANCHO DE BERMAS (M)	-
NUMERO EFECTIVO DE CARRILES	1
SUBIDA MAS BAJAS (M/KM)	16.8
CURVATURAS(GRADOS/KM)	289.1
RUGOSIDAD (IRI)	15
SUPERICIE DE RODADURA	TROCHA REGULAR ESTADO

## Balance Oferta-Demanda

Frente a la demanda descrita y la oferta vial existente, se plantea mejorar la carretera en base a las siguientes características principales de proyecto:

**CUADRO 5: ALTERNATIVAS PLANTEADAS DE OFERTA Y DEMANDA**

ALTERNATIVA N°01					
	TRAMO I : LUNAHUANA - PACARAN	TRAMO II : PACARAN - ZUÑIGA	TRAMO III : ZUÑIGA - DV.YAUYOS	TRAMO IV : DV.YAUYOS - RONCHAS	TRAMO V : RONCHAS - CHUPACA
LONGITUD (KM)	12.5	4.2	72.6	135.1	16.3
ANCHO DE CALZADA (M)	6.6	6.4	6.4	6.4	6.4
ANCHO DE BERMAS (M)	-	-	-	-	-
NUMERO EFECTIVO DE CARRILES	2	2	2	2	2
SUBIDA MAS BAJAS (MKM)	21.3	24.6	30.4	36.6	16.8
CURVATURAS(GRADOS/KM)	233.3	288.2	388.6	518.9	289.1
RUGOSIDAD (IRI)	15	15	15	14	16
SUPERICIE DE RODADURA	ASFALTADA BUEN ESTADO	ASFALTADA BUEN ESTADO	ASFALTADA BUEN ESTADO	ASFALTADA BUEN ESTADO	ASFALTADA BUEN ESTADO

ALTERNATIVA N°02					
	TRAMO I : LUNAHUANA - PACARAN	TRAMO II : PACARAN - ZUÑIGA	TRAMO III : ZUÑIGA - DV.YAUYOS	TRAMO IV : DV.YAUYOS - RONCHAS	TRAMO V : RONCHAS - CHUPACA
LONGITUD (KM)	12.5	4.2	72.6	135.1	16.3
ANCHO DE CALZADA (M)	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
ANCHO DE BERMAS (M)	-	-	-	-	-
NUMERO EFECTIVO DE CARRILES	2	2	2	2	2
SUBIDA MAS BAJAS (MKM)	21.3	24.6	30.4	36.6	16.8
CURVATURAS(GRADOS/KM)	233.3	288.2	388.6	518.9	289.1
RUGOSIDAD (IRI)	15	15	15	14	16
SUPERICIE DE RODADURA	ASFALTADA BUEN ESTADO	ASFALTADA BUEN ESTADO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO SUPERFICIAL

ALTERNATIVA N°03					
	TRAMO I : LUNAHUANA - PACARAN	TRAMO II : PACARAN - ZUÑIGA	TRAMO III : ZUÑIGA - DV.YAUYOS	TRAMO IV : DV.YAUYOS - RONCHAS	TRAMO V : RONCHAS - CHUPACA
LONGITUD (KM)	12.5	4.2	72.6	135.1	16.3
ANCHO DE CALZADA (M)	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
ANCHO DE BERMAS (M)	-	-	-	-	-
NUMERO EFECTIVO DE CARRILES	2	2	2	2	2
SUBIDA MAS BAJAS (MKM)	21.3	24.6	30.4	36.6	16.8
CURVATURAS(GRADOS/KM)	233.3	288.2	388.6	518.9	289.1
RUGOSIDAD (IRI)	15	15	15	14	16
SUPERICIE DE RODADURA	ASFALTADA BUEN ESTADO	ASFALTADA BUEN ESTADO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO SUPERFICIAL

## Costos

Para el presente perfil los Costos Operativos Vehiculares se han basado en los costos modulares elaborados por la Oficina General de Presupuesto y Planificación del MTC. Para el mantenimiento, los costos se han considerado que no varían con el incremento de tráfico; teniendo en cuenta el nivel de análisis en que se encuentra el estudio y los niveles de tráfico de los tramos de este proyecto.

Los Costos de inversión se han hallado en base a referencias encontradas en el Estudio de Factibilidad de PROVIAS 2005 de la carretera Cañete – Yauyos -

Huancayo, que se halla en función de un presupuesto dependiendo del tipo de tratamiento que se sugiere para el tramo en estudio.

Para la conversión de precios de mercado a precios económicos se han utilizado los factores de 0.75 para los costos de mantenimiento y 0.79 para los de inversión.

Se plantea que la inversión se ejecuta en dos años, con el 50% de avance en el primer año 2009 y 50% en el segundo el 2010.

De acuerdo a estas consideraciones presentamos un Cuadro de Resumen de los costos de inversión con los cuales se trabajará basados en el Estudio de Factibilidad de PROVIAS del año 2005.

**CUADRO 6: RESUMEN DE COSTOS**

<b>COSTO DE INVERSION (\$/KM)</b>	<b>APROXIMADO</b>
AFIRMADO	384,477
T.S.B.	454,087
C.A.C.	482,141
FUENTE: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD -PROVIAS 2005	
ELABORACION: PROPIA	

### **Beneficios**

Los beneficios a ser calculados son los aquellos directamente relacionados con la ejecución del proyecto, que para este caso principalmente son: Reducción de Costos Operativos vehiculares y Reducción de costos de mantenimiento. Para el cálculo de estos beneficios y el proceso de evaluación, análisis que sigue, se ha empleado una hoja de cálculo Excel, permitiendo un mejor manejo del modelo tanto en los datos de ingreso como en los resultados procesados. El supuesto principal que ha simplificado este modelo es que considera un nivel constante de servicio de la carretera, es decir, no incluye ecuaciones de deterioro, y que se espera tengan políticas de mantenimiento periódicas y rutinarias adecuadas.

#### **Beneficios por ahorro en costos de operación vehicular**

Para el perfil se utilizarán las tablas de Costos Operativos Vehiculares típicos de la OPP-MTC (COV); tráfico normal como generado y el tráfico normal desviado.

#### **Beneficios por ahorro en costos de mantenimiento.**

Los costos de mantenimiento se consideran como costos necesarios para mantener la vía en un estado óptimo durante su vida útil, para tal caso se establece un Plan de mantenimiento dependiendo del grado de intervención al

que se desea llegar, partiendo por la alternativa del mantenimiento rutinario, que es el mantenimiento constante de la vía ante sucesos ocurridos superficialmente, luego se establece el mantenimiento periódico que está diseñado para resolver posible problemas de la estructura del pavimento, como deformaciones, ahuellamiento, etc.; que ameritan una mayor intervención y por tanto una mayor inversión. Para considerar los costos de mantenimiento se ha considerado el siguiente plan de mantenimiento rutinario y periódico dependiendo del tipo de alternativa de solución que se está proponiendo.

### Beneficios por ahorro debido al Tráfico Desviado.

Los beneficios generados por el trafico desviado se calculan a partir de considerar a esta carretera como alternativa a utilizar la ruta Lima – La Oroya – Huancayo. Este procedimiento se realiza considerando que un porcentaje del tráfico que circula por la ruta de la carretera central vía la Oroya y Huancayo, usaría como alternativa esta vía, en nuestro caso el 15% del tráfico, según El Estudio de Factibilidad realizado por PROVIAS en el año 2005 para esta carretera.

**CUADRO 7: RESUMEN DE BENEFICIOS POR AHORRO**

<b>RESUMEN DE AHORROS DEBIDO A COV - TRAMO 1 AL 5</b>			
AÑOS	ALTERN 1	ALTERN 2	ALTERN 3
2009 AL 2028	127,102,127.00	89,112,357.00	32,617,306.00
<b>RESUMEN DE AHORROS DEBIDO A COV - TRAMO 1 AL 5</b>			
AÑOS	ALTERN 1	ALTERN 2	ALTERN 3
2009 AL 2028	127,102,127.00	89,112,357.00	32,617,306.00
<b>RESUMEN DE AHORROS POR COSTO DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>TRAMO 1 AL 5</b>			
AÑOS	Ahorro por	Ahorro por	Ahorro por
	Ctos Manten.	Ctos Manten.	Ctos Manten.
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
2009 AL 2028	45,077,118.00	40,690,356.00	12,997,800.00
<b>RESUMEN DE AHORRO POR TRAFICO DESVIADO</b>			
AÑOS	Ahorro para	Ahorro para	
	alternativa de	alternativa de	
	CARPETA ASFALTICA	TSB	
2009 AL 2028	13,537,143.00	33,393,449.00	

### Evaluación Social

Tomando en consideración las características y naturaleza del proyecto, se realiza la evaluación comparando los beneficios y costos incrementales, considerando precios de mercado y precios sociales.

Para determinar la rentabilidad social del proyecto se utilizaran los indicadores básicos: valor actual neto (VAN) y tasa interna de retomo (TIR), para cada alternativa.

Los criterios utilizados para la evaluación económica son:

- Periodo de Ejecución : 2009
- Precios : Precios Sociales
- Tasa de Descuento : 11%
- Indicadores de Rentabilidad : VAN, TIR

La evaluación económica se hizo convirtiendo los precios de mercado de la inversión en obras civiles, impacto ambiental y los costos de mantenimiento a precios sociales por medio de los factores de conversión sociales. Todos los precios se presentan a precios constantes.

**CUADRO 8: RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA**

TRAMOS DE ESTUDIO		CAC	TSE	AFIRMADO	PROPUESTA DE INVERSION
Tramo 1: Tramo de Cañete – Pacaran	VAN 1	1,329,052	534,119	-1,000,896	CAC
	TIR 1	14.63%	12.60%	7.13%	
Tramo 2: Tramo Pacaran - Zuñiga	VAN 2	239,164	7,943	-472,246	CAC
	TIR 2	12.99%	11.07%	5.42%	
Tramo 3: Tramo Zuñiga – Dv. Yauyos	VAN 3	-14,048,395	-16,214,364	-17,220,721	CAC
	TIR 3	2.98%	0.66%	-2.71%	
Tramo 4: Dv. Yauyos – Ronchas	VAN 4	-14,229,278	-17,498,114	-31,061,468	CAC
	TIR 4	6.98%	5.61%	-2.10%	
Tramo 5: Tramo Ronchas - Chupaca	VAN 5	4,288,623	821,276	-875,310	CAC
	TIR 5	19.44%	12.89%	8.47%	
Total	VAN TOTAL	-17,982,867	-21,003,592	-50,630,641	
	TIR TOTAL	8.21%	7.50%	-0.66%	

Según estos resultados, podemos concluir que la alternativa más conveniente analizando tanto por tramos como en global, resulta ser la de considerar una Carpeta Asfáltica, ya que a pesar que su VAN y el TIR no cumplen con las condiciones de que deben ser positiva y mayores que 11% respectivamente, debemos elegir en esta oportunidad la que sea menos negativo, es decir la que tiene un VAN de -17'982,867 y un TIR de 8.21%.

### Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se ha efectuado teniendo en cuenta que los factores claves en el resultado económico del proyecto son: los costos de la agencia

(básicamente los costos de construcción) y los beneficios de los usuarios (función directa del tráfico usuario). La variabilidad de estos factores se ha establecido en +/- 20%, obteniéndose como resumen los siguientes resultados.

**CUADRO 9: RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

ALTERNATIVAS	INICIAL	INVERSION (+10%)	INVERSION (+20%)	BENEFICIOS (-10%)	BENEFICIOS (-20%)	INVERSION (+20%) BENEFICIOS (-20%)
<b>ALTERNATIVA 1 - ASFALTADO</b>						
VAN	-17,982,867	-26,806,955	-35,631,043	-25,008,668	-32,034,470	-53,233,020
TIR	8.21%	7.13%	6.18%	7.02%	5.75%	3.26%
<b>ALTERNATIVA 2 - TSB</b>						
VAN	-21,003,592	-29,314,242	-37,624,891	-27,213,882	-33,424,172	-59,121,909
TIR	7.50%	6.45%	5.53%	6.34%	5.10%	1.49%
<b>ALTERNATIVA 3 - AFIRMADO</b>						
VAN	-50,630,641	-57,667,296	-64,703,950	-52,604,232	-54,577,822	-68,651,132
TIR	-0.66%	-1.36%	-1.99%	-1.43%	-2.28%	

### Análisis de Sostenibilidad

El mantenimiento del corredor vial en estudio, actualmente está dentro de los planes de desarrollo vial de las regiones de Lima y Junín.

Con el mejoramiento de la vía vendría un incremento de circulación vehicular, lo que provocaría un vínculo económico entre las regiones de Lima, Junín e Ica (de manera indirecta); gobiernos que estarán dispuestos a darle la debida importancia a la realización del proyecto.

Asimismo ya que la presente vía formara parte del Plan Intermodal de Transporte, el gobierno central como instituciones privadas, estarán a la expectativa de crecimientos de IMD, para desarrollar el presente corredor, y optar por dispositivos capital por el uso de la misma.

## CAPITULO II: ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS

Se denomina suelo de fundación a la capa del suelo bajo la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el pavimento. Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma sobre la que se asienta el pavimento.

### 2.1 METODOLOGÍA

La metodología a seguir para la caracterización del suelo de fundación comprende básicamente una investigación de campo a lo largo de la vía, mediante la ejecución de pozos exploratorios (calicatas), con obtención de muestras representativas para su posterior análisis de ensayos en laboratorio y, finalmente, con los datos obtenidos en ambas fases se pasa a la fase de gabinete, para consignar en forma escrita los resultados obtenidos.

Las tres (3) etapas o fases descritas líneas arriba (campo, laboratorio y gabinete) son secuenciales e igualmente importantes, por lo que a continuación se procede a describir el plan de trabajo desarrollado en cada una de las etapas indicadas.

### 2.2 TRABAJO DE CAMPO

Con el objetivo de determinar las características físico-mecánicas de los materiales del terreno se realizaron los trabajos de investigación en campo, consistieron en la evaluación de los suelos de la sub rasante o nivel natural del terreno (suelo de fundación), en las diferentes capas o estratos que la conforman mediante pozos exploratorios hasta 1.20m de profundidad (respecto el nivel de subrasante); profundidad donde se llegó a encontrar roca fija o fragmentos rocosos; de los cuales se realizaron los siguientes trabajos:

**Calicata o pozo exploratorio:** la que se distribuyeron de tal manera que la información obtenida sea representativa, los resultados se detallan en los certificados de laboratorio adjuntos a este medio; la norma establece un mínimo de 3 calicatas por kilómetro siendo el tramo de estudio de 300m por lo que es necesario el análisis de un pozo de excavación.

Durante la ejecución de la investigación en campo se llevo un registro en el que se acoto el espesor de cada una de las capas del subsuelo, variando según la profundidad, los primeros 0.40m se encontró material granular sub angulosa tipo afirmado, conformado por gravas con tamaños máximos de 1" de formas sub angulosas, enmarcados en una matriz limosa, de compactación alta, mediana plasticidad y baja humedad; de 0.40 a 1.20 se encontró suelo granulares con finos y con presencia de gravas con tamaños máximos de 2 1/2" de forma sub angulosas, enmarcados en una matriz limosa, de compactación alta, medianamente plásticos y humedad baja.

A la profundidad estudiada no se registro presencia de nivel freático.

**Toma de muestras representativa:** De los materiales representativos obtenidos de la calicata se obtuvo un registro visual insitu del espesor de cada una de los estratos del suelo de fundación, lo que fueron descritos e identificados mediante una tarjeta indicando, numero de muestra y profundidad, luego fue colocada en bolsa de polietileno para su traslado al laboratorio (clasificados en el sistema SUCS como GC).

### **2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS BANCOS DE MATERIALES (CANTERAS)**

La búsqueda de materiales es una labor fundamental dentro el diseño de pavimentos por lo tanto demanda mucha rigurosidad.

Para poder identificar lugares de materiales apropiados para la construcción se debe tener presente lo siguiente:

- Reconocimiento en planos topográficos con el propósito de orientar la búsqueda
- Prospecciones que aseguren los volúmenes requeridos
- Ensayos de calidad de materiales

En 1998 se realizó un estudio, el cual fue ejecutado por AYESA-ALPHA CONSULT S.A., en dicho estudio se han ejecutado dos calicatas por kilómetro de vía y de 4 a 8 calicatas por cantera de préstamo y es en base a este estudio que se realizarán las consideraciones pertinentes para la evaluación de la subrasante, canteras y fuentes de agua.

Como canteras fueron considerados los depósitos de los materiales de préstamo, que se encuentran a lo largo de la carretera en estudio que son materiales granulares así como en el cauce del río Cañete de origen Aluvial.

En las 22 canteras se efectuaron 108 calicatas con 97 muestras.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de las canteras disponibles.

**CUADRO 10: CANTERAS SELECCIONADAS  
PARA LA CARRETERA LUNAHUANA - HUANCAYO  
KM 42 + 480 - KM 260 + 500**

CANTERA	PROGRESIVA Km	AREA (m <sup>2</sup> )	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	UTILIDAD
1.- Jacaya	53 + 500	220,000	1.80	396,000	R, SB
2.- Huagil	58 + 170	240,000	2.00	480,000	R, SB
3.- Cascajal	64 + 000	500,000	2.50	1'250,000	R, SB, B, CA, C
4.- Montenegro	80 + 200	75,000	2.00	150,000	R, SB
5.- Río Cañete	81 + 850	10,000	1.50	15,000	R, SB, B, CA, C
6.- Piedra Prado	81 + 800	15,000	8.00	120,000	R, SB, B
7.- Espuy	88 + 500	150,000	2.50	375,000	R
8.- Cuncubay I	102 + 500	125,000	2.50	312,500	R
9.- Cuncubay II	103 + 200	110,000	1.50	165,000	R, SB
10.- Taumata	115 + 200	40,000	1.50	60,000	R, SB
11.- Rumichaca I	136 + 200	52,500	2.00	105,000	R, SB
12.- Rumichaca II	136 + 800	52,000	1.80	93,600	R, SB
13.- Huantan	138 + 800	90,000	1.50	135,000	R, SB, B
14.- Ahuicho	152 + 500	60,000	2.50	150,000	R
15.- Paccha	174 + 500	35,000	2.00	70,000	R, SB
16.- Opcional	177 + 400	60,000	2.00	120,000	R, SB
17.- Chaucha	187 + 000	60,000	2.50	150,000	R, SB
18.- Shicuy	207 + 000	180,000	3.00	540,000	R, SB, B
19.- Huamin Loma	224 + 000	150,000	2.50	375,000	R, SB
20.- San Blas	234 + 500	180,000	3.00	540,000	R, SB, B, CA, C
21.- Malapampa	248 + 500	35,000	5.00	175,000	R, SB
22.- Chupaca	250 + 800	50,000	2.00	10,000	R, SB
				5'877,100 m <sup>3</sup>	

Fuente: Estudio a nivel de Factibilidad 2005 MTC

Se han ubicado a lo largo de la carretera varias fuentes de materiales, los cuales presentan las siguientes características, analizaremos para nuestra zona cantera cercana al lugar del proyecto:

### CANTERA PACCHA

Esta cantera se encuentra en la progresiva 174+500 siguiendo el trazo de la carretera actual (el cual no es el trazo del proyecto), por tanto ha quedado un tanto alejado del trazo del proyecto.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y poco material fino -menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad con clasificación GP-GC, GC, GC-GM (SUCS) ó A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0) (AASHTO). Este material podrá emplearse para Sub-Base y Relleno.

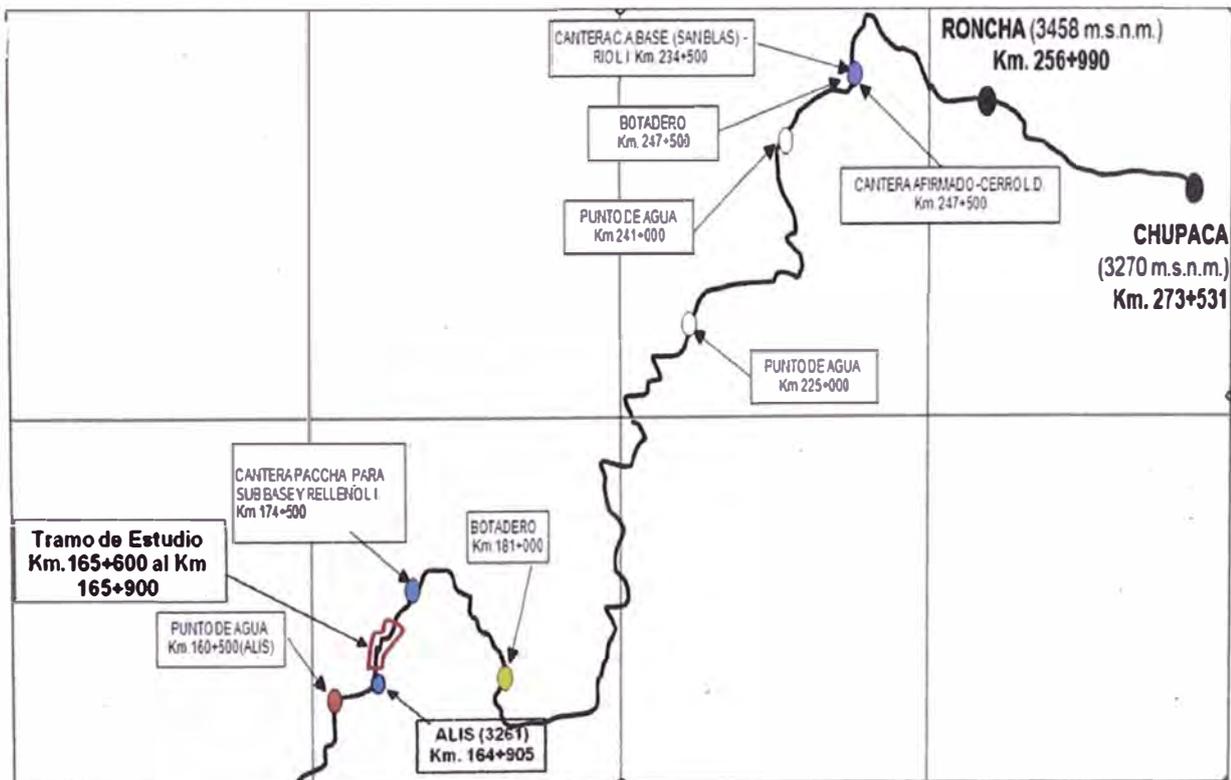
La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 70,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA SAN BLAS

Esta cantera se encuentra en la progresiva 234+500, lado izquierdo.

El material de ésta cantera está compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas y bajo porcentaje de finos –material menor de la malla # 200, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación GW-GM, GM, GC, GC-GM, SC ó A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0) (AASHTO), con ensayos especiales satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto de Cemento, Base, Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 540,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento del 90%.



**FIGURA 6: UBICACIÓN DE LAS CANTERAS Y LUGAR DE DEPÓSITOS**

## BOTADEROS

Se han determinado (29) zonas, dentro del tramo vial, como lugares donde se podrían depositar los materiales excedentes del proyecto. La relación de éstos botaderos se detalla a continuación:

**CUADRO 11: BOTADEROS SELECCIONADOS**

Ubicación Km	Lado	Dimensiones			Volumen m <sup>3</sup>
		Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	
1) 41 + 500	I	1,000	200	1.20	240,000
2) 52 + 000	I	1,500	200	1.20	360,000
3) 58 + 500	D	1,000	300	1.20	360,000
4) 60 + 500	D	500	100	1.20	60,000
5) 63 + 500	D	500	300	1.20	180,000
6) 67 + 000	D	500	200	1.20	120,000
7) 70 + 500	D	500	100	1.20	60,000
8) 76 + 700	I	500	100	1.20	60,000
9) 77 + 200	I	1,000	100	1.20	120,000
10) 78 + 700	I	500	100	1.20	60,000
11) 96 + 500	D	1,500	100	1.50	225,000
12) 98 + 300	D	700	100	1.50	105,000
13) 105 + 000	I	400	100	1.50	60,000
14) 119 + 500	I	800	150	1.50	180,000
15) 121 + 500	D	1,200	500	1.50	900,000
16) 122 + 000	I	2,000	100	1.50	300,000
17) 123 + 000	D	600	100	1.50	90,000
<b>18) 181 + 000</b>	<b>D</b>	<b>1,500</b>	<b>200</b>	<b>1.20</b>	<b>360,000</b>
19) 189 + 000	D	1,500	300	1.20	540,000
20) 193 + 000	D	1,500	1,000	1.20	1'800,000
21) 194 + 700	D	800	200	1.20	192,000
22) 200 + 500	I	700	300	1.20	252,000
23) 212 + 000	D	1,000	800	1.20	960,000
24) 212 + 500	I	1,000	500	1.20	600,000
25) 218 + 600	I	500	500	1.20	300,000
26) 227 + 000	D	1,000	500	1.20	600,000
27) 230 + 400	D	1,000	800	1.20	960,000
28) 253 + 000	I	1,500	300	1.00	450,000
29) 258 + 700	D	2,000	200	1.00	400,000
					10'894,000

Fuente: Estudio a nivel de Factibilidad 2005 MTC

El botadero seleccionado para nuestro tramo de estudio es el ítem (18).

## CLIMA

El clima que presenta la carretera a lo largo de su longitud del tramo en estudio 165+600 al Km 165+900 y dependiendo de la altura (entre los 3,000 m.s.n.m. y 4,000 m.s.n.m), es como sigue: El clima de la zona es templado frío-subhúmedo, presenta una temperatura media anual que fluctúa entre los 6°C y 12°C. Las temperaturas medias mensuales no difieren más de 2°C de la media anual. Las temperaturas medias diarias tampoco difieren significativamente respecto a la temperatura media mensual, se mantienen más o menos uniformes durante las cuatro estaciones del año.

La precipitación máxima anual es de 58.6 mm y el mínimo 16.6 mm.

## 2.4 FUENTES DE AGUA

Con la finalidad de identificar las fuentes de agua para ser empleado en las diferentes obras de construcción, ampliación y mejoramiento de la vía, se ubicaron fuentes de régimen permanente.

Como fuente de agua para el tramo o zona de estudio se han considerado lo proveniente del Río Alis, que recorre toda la carretera en forma longitudinal, la empresa que realizo el estudio analizó esta fuente de agua y otras (el proyecto le demandaba mayores fuentes de agua), presentando el resumen de los resultados químicos en el siguiente cuadro:

**CUADRO 12: UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LA FUENTE DE AGUA**

FUENTE	PROGRESIVA	LOCALIDAD	TIPO DE CAUDAL	LADO	OBSERVACIONES
1.- Río Cañete	46 + 500	Pte. Capallana	Apreciable	I	Acceso 150 m
2.- Río Cañete	74 + 000	San Jerónimo	Apreciable	I	Acceso 200 m
3.- Río Cañete	105 + 200	Calachota	Apreciable	D	Acceso 150 m
<b>4.- Río Alis</b>	<b>160 + 500</b>	<b>Alis</b>	<b>Apreciable</b>	<b>D</b>	<b>Acceso 250 m</b>
5.- Río Cunus	249 + 000	Malapampa	Apreciable	I	Acceso 100 m
6.- Río Cunus	256 + 800	Pilcomayo	Apreciable	D	Acceso 200 m

FUENTE DE AGUA	LOCALIZACION	PROGRESIVA	PH	CL (ppm)	SO4(ppm)	S.S.T (ppm)	M.O (%)
RIO CAÑETE	Pte Capellana	46+500	7,40	49,64	24,02	360,20	0,02
RIO CAÑETE	Pte San Jeronimo	74+000	7,00	49,64	14,41	390,10	0,00
<b>RÍO ALIS</b>	<b>Pueblo de Alis</b>	<b>160+500</b>	<b>7,22</b>	<b>36,46</b>	<b>48,03</b>	<b>510,00</b>	<b>0,00</b>
RIO CUNAS		249+000	7,10	28,37	96,06	420,00	0,00
RIO CUNAS	Chupaca	256+800	7,90	21,28	96,06	380,00	0,10

Fuente: Estudio a nivel de Factibilidad 2005 MTC

Donde:- SO4(ppm): Contenido de Sulfato ASTM D-1557

- CL (ppm): Contenido de Cloruros D-512
- S.S.T (ppm): Sales Solubles totales D-1889
- P.H. D-129
- Materia Orgánica en suspensión

El uso que se le dará al agua serán utilizadas para la preparación de Concreto, compactación de la base granular, rellenos, mitigación de polvos, mantenimiento, etc.

## 2.5 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras de suelo fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento descrito en el manual ASTM "Practica recomendada por la descripción del suelo".

Las muestras extraídas del suelo, mediante la ejecución de las calicatas, fueron transportadas al laboratorio, para efectuar los ensayos estándar y los ensayos especiales.

**CUADRO 13: ENSAYOS A REALIZAR EN LABORATORIO**

ENSAYOS PROPIEDADES ESTANDAR	ENSAYOS ESPECIALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-1843</li> <li>• LIMITE LIQUIDO ASTM D-424</li> <li>• LIMITE PLASTICO ASTM D-424</li> <li>• INDICE DE PLASTICIDAD</li> <li>• CLASIFICACION DE SUELOS SUCS</li> <li>• CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557</li> <li>• CBR(Razon de Soporte California) ASTM D-1883</li> </ul>

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a la metodología para construcción de vías, las mismas que corresponden en los resultados de los ensayos de laboratorio (ver anexo 1).

## 2.6 LABORES DE GABINETE

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de los suelos empleando los sistemas SUCS y AASHTO, para luego correlacionarlos de acuerdo a las características litológicas similares, la cual se consigna en el perfil estratigráfico correspondiente.

Con respecto a la granulometría obtenida en el laboratorio (anexo 1) de la muestra representativa de campo, de acuerdo al porcentaje de las partículas retenidas con tamaños en el rango de 75mm a 0.005mm según el cuadro N° 12 adjunto se pueden clasificar.

Gravas	58.1%
Arenas	20.1%
Fino	21.8%

**CUADRO 14: CLASIFICACION DEL SUELO SEGÚN EL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS**

Tipo de material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.05 mm
Limo	0.05 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

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

**Clasificación Unificada de Suelos (SUCS):** Este Sistema clasifica a los suelos en dos grandes grupos; Suelos “granulares” (primer grupo) y suelos “finos” (segundo grupo).

Para la muestra obtenida de campo, se obtuvo una clasificación contenida en el primer grupo cuya clasificación SUCS es GC.

Cuyas siglas representan:

G=Grava o suelo gravoso

C=Arcilla inorgánica.

Entonces se puede interpretar de la siguiente manera Suelo gravoso con cierto contenido de arcilla inorgánica.

**Clasificación AASHTO:** Esta Clasificación divide los suelos en dos clases: una formada por los suelos granulares y otra constituida por los suelos de granulometría fina.

Suelos Granulares: Son aquellas que tienen 35% o menos, del material fino que pasa el tamiz N° 200. Estos suelos forman los grupos A-1, A-2 y A-3

Suelos finos: Contienen más del 35% del material fino que pasa el tamiz N° 200

Según la clasificación de suelos AASHTO el Grupo A-2 se subdivide en subgrupos: A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 que depende de las características del material que pasa el tamiz N° 40: Limite Líquido y Índice de Plasticidad.

Como terreno de fundación la clasificación es excelente a bueno para los dos primeros sub grupos A-2-4, A-2-5 y Regular para los sub grupos A-2-6 y A-2-7.

Para la muestra obtenida de campo, se obtuvo una clasificación AASHTO (A-2-6.).

Se presenta un cuadro de correlación entre los dos tipos de Clasificación de Suelos las cuales se detallan a continuación:

**CUADRO 15: CLASIFICACION DE SUELOS**

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos ASTM (SUCS)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

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

Mediante el ensayo de laboratorio, de los límites de Atterberg el Índice Plástico obtenido es 12.17%; según el cuadro adjunto se encuentran en el rango de 0 a 20 se se puede clasificar el suelo con contenido de arcilla.

**CUADRO 16: CUADRO DE INDICE DE PLASTICIDAD**

Índice de plasticidad	Característica
IP > 20	Suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	Suelos arcillosos
10 > IP > 4	Suelos poco arcillosos
IP = 0	Suelos exentos de arcilla

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

**California Bering Ratio – Relación de Soporte California (CBR) :**

Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte de los suelos compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables.

El ensayo mide la resistencia al corte (punzonamiento) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener (%) de la relación de soporte.

Los valores del CBR oscilan entre 0 y 100. Cuanto mayor es su valor, mejor la capacidad portante del suelo. Valores por debajo de 6, deben descartarse.

La subrasante correspondiente al fondo de las excavaciones en terreno natural o de la última capa del terraplén, será clasificada en función al CBR representativo para el diseño, en una de las cinco categorías siguientes:

**CUADRO 17: CLASIFICACIÓN DE LA SUBRASANTE EN FUNCIÓN DEL CBR**

Clasificación	CBR <sub>medido</sub>
S <sub>0</sub> : Subrasante muy pobre	< 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante pobre	3% - 5%
S <sub>2</sub> : Subrasante regular	6 - 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante buena	11 - 19%
S <sub>4</sub> : Subrasante muy buena	> 20%

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

Para la muestra extraída de campo, de los ensayos realizados en laboratorio se obtuvo como resultado los siguientes valores:

C.B.R al 100% de M.D.S (%) 0.1": 14.70
C.B.R al 95% de M.D.S (%) 0.1": 9.4

Como el valor del C.B.R al 95% de M.D.S (valor considerado para determinar el Modulo Resiliente) se encuentra dentro del intervalo de referencia <6% -10%> del cuadro 17 se clasifica el suelo de fundación como Subrasante Regular.

## CAPITULO III: ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

### 3.1 ANTECEDENTES

El distrito de Alis se encuentra ubicado en la región andina del departamento de Lima, provincia de Yauyos. Su territorio está situado sobre la Cordillera Occidental, cuyos puntos culminantes lo atraviesan de norte a sur, dividiéndolo en un solo sector: el que está situado al oeste, que forma parte de la vertiente del pacífico. El sector de estudio es parte del río Alis quien es uno de los tributarios del río Cañete. Topográficamente, el terreno es muy variado predominando las pendientes fuertes, aunque se puede establecer que estas disminuyen de oeste a este, desde las abruptas laderas que descienden al valle del río Cañete hasta las altiplanicies situadas el extremo oriental, que continúan en el departamento de Junín. El accidente topográfico más destacado es el valle del río Cañete. El relieve es muy complejo, con presencia de una gran variedad de formas morfogénicamente diversas, predominando las de origen fluvial. Dado que toda el área de estudio se encuentra comprendida en el rango de altitudes entre 3000 m y 3300 m, el clima se presenta como templado - frío. El régimen de precipitaciones es marcadamente estacional como ocurre en toda la región andina, con la estación lluviosa entre diciembre y marzo. La vegetación y la fauna existentes corresponden a los pisos ecológicos de la serranía esteparia. Formaciones características son las estepas de gramíneas bajas y arbustos en las empinadas laderas de los valles fluviales.

La Geomorfología debido a los diferentes pisos que encontramos, se realiza una agrupación de las formas del relieve de la cuenca en tres sectores, denominadas zonas altos andinas, zona meso andinas, e inferior andino; en el entendimiento de cada nivel le corresponden patrones morfológicos y morfodinámicas características.

Para el tramo en estudio se encuentra clasificado en la zona alto andinas correspondientes alturas de 3,261msnm.

En el área de estudio se presenta un solo sector topográficamente bien diferenciado. Dominado por las vertientes de los valles del río Cañete y de su afluente el río Alis, presenta una topografía empinada abrupta, con pendientes que superan el 100% en ciertos sectores de las elevadas laderas, mientras que el fondo de los valles, estrechos, desciende con pendientes de hasta 30%, en este sector es muy notorio la acción erosiva de los ríos los cuales depositan sus materiales en sus riveras

### 3.2 OBJETIVO

El presente informe como parte integrante del expediente Técnico, tiene el propósito de establecer cualitativa y cuantitativamente el marco geológico, geotécnico, así como su comportamiento respecto a las áreas atravesadas por la vía, siendo los objetivos específicos los siguientes:

- Determinar las características geológicas y geotécnicas de las unidades estratigráficas existentes.
- Definir las unidades geomorfológicas del área y su comportamiento e influencia respecto al tramo en estudio.
- Analizar los fenómenos geodinámicos externa existentes que afecten el proyecto. -Evaluar y analizar los taludes existentes y definir el tratamiento necesario en zonas de inestabilidad.
- Formular la clasificación de los materiales existentes en los sectores donde se efectuaran corte en talud.

### 3.3 METODOLOGÍA EMPLEADA

El presente informe es producto de las siguientes fases:

#### Primera Etapa

Recopilación, evaluación y selección bibliografica existente relacionado con el proyecto, la que es relativamente escasa .

Preparación de la documentación base para la ejecución de los trabajos de campo.

## **Segunda Fase**

Con los datos obtenidos en la fase de campo y la primera etapa se procedió a la interpretación de las mismas y a la redacción del correspondiente informe.

### **3.4 GEOLOGÍA GENERAL**

Las rocas que afloran en el área de estudio corresponden a los periodos jurásico, cretácico, paleógeno, neógeno y cuaternario, es decir, son rocas mesozoicas y cenozoicas. Un 85% de la superficie está cubierta por rocas sedimentarias, siendo el resto intrusivas. A continuación, una breve descripción de la distribución de los afloramientos sobre el territorio.

La mayor parte de las rocas que afloran en el distrito de Alis proceden del cretácico. Este periodo presenta dos series sedimentarias bien definidas: la serie cretácica inferior y la superior.

La secuencia del cretácico inferior se inicia con la formación Oyón/Chimú, constituida por cuarcitas bituminosas, que aflora en las vertientes del valle del río Cañete y en una faja orientada de NO a SE, siguiendo aproximadamente el eje mayor del distrito de Alis. Sobre este paquete yacen las formaciones Santa y Carhuaz, constituidas por calizas la primera y areniscas la segunda, con intercalaciones de lutitas, que afloran asociadas a la anterior en los mismos sectores descritos para ésta. Sobre esta secuencia se emplaza la formación Pariahuanca/Chulec, que sigue la misma orientación anterior, y que aflora a ambos lados de la formación Carhuaz. Este paquete, compuesto por calizas y margas calcáreas, aparece también al oeste de las rocas jurásicas ya descritas; separado de estas por la formación Goyllarisquizga /Pariahuanca, constituida por calizas y areniscas intercaladas, que aflora en una delgada faja orientada de N a S.

La secuencia del cretácico superior se inicia con la formación Jumasha, constituida por calizas compactas, que aflora en la parte central del distrito, siguiendo la misma orientación de la serie cretácica inferior arriba descrita. También aparece al oeste de la formación Pariahuanca/Chulec, en contacto con esta, en el extremo oriental del distrito; así como en un domo cercano que irrumpe sobre la formación Celendín. Sobre la formación Jumasha se emplazan las formaciones Celendín y Casapalca, que cubren un amplio sector al este del distrito, separando las formaciones cretácicas más antiguas en occidentales y orientales, conforme lo hemos venido describiendo. La formación Celendín, la

más antigua de las dos, aflora al oeste de las formaciones emplazadas en el extremo oriental del distrito, en contacto con la formación Jumasha; está conformada por calizas, margas y yeso. La formación Casapalca, el más extenso afloramiento sobre el distrito, está emplazada al oeste de la formación Celendín; lo constituyen “capas rojas” formadas por lutitas, areniscas, limolitas y conglomerados. La orientación de estas dos formaciones es la misma que la de la serie cretácica descrita, es decir, de NO a SE.

En asociación con las formaciones volcánico – sedimentarias del cenozoico (terciario) se emplazan algunos cuerpos intrusivos, siendo el más destacado el que aflora al oeste de la formación Casapalca, formado por granodiorita. Otros cuerpos menores irrumpen sobre las formaciones cretácicas en forma aislada.

En el tramo de estudio se ha clasificado la geología de la siguiente manera.

**CUADRO 18: CLASIFICACION GEOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO**

SISTEMA	FORMACION	SIMBOLO	FORMACION DE SUELO
CRETACEO SUPERIOR	Formacion Jumasha	Ks-J	Plataforma Carbonatada epicontinental ,formación Jumasha, compuesta de calizas micríticas grises, en capas delgadas a medianas, de mas de 400 m. de potencia total, alternando con calizas nodulares y capas margosas y bituminosas mayormente de color negro
CRETACEO INFERIOR	Grupo Gayllarisquizga-Pariahuanca	Ki.-gp	Plataforma carbonatada epicontinental ,Residuales: arenosos fundamentalmente, de poco desarrollo. Constitucion de areniscas, margas y calizas, cuya evolución vertical expresa una transgresión desde medios costaneros a medios de plataforma abierta

### 3.5 ESTRATIGRAFÍA

La mayor parte de las rocas que afloran en el distrito de Alis proceden del cretácico. Este periodo presenta dos series sedimentarias bien definidas: la serie cretácica inferior y la superior, las cuales fueron descritas al detalle en el acápite Geología General y en el cuadro N 15 en la columna formación de Suelo..

El relieve es complejo por la diversidad de agentes del modelado que actuaron sobre las estructuras rocosas. El modelado fluvial está presente, donde se observan profundos valles con vertientes rectas y empinadas. Estas vertientes están cortadas en algunos lugares por cárcavas y quebradas controladas por los estratos rocosos subyacentes. Dada la cubierta vegetal existente y la estabilidad de los procesos climáticos, los procesos erosivos actuales sobre estas vertientes son de baja intensidad, a pesar de las fuertes pendientes. El modo en que buzan

los estratos sedimentarios (contra la pendiente, en general) tampoco favorece estos procesos.

En los sectores más elevados se desarrolla un intenso modelado calizo, dados los extensos afloramientos de estas rocas en ese sector. Se presentan por ello espectaculares formas como domos, torres y puntas, acantilados, así como cañones y galerías subterráneas, rampas y plataformas de perfil recto así como formas caprichosas. Son frecuentes las escarpas imponentes. Los agentes de estos modelados son la escorrentía superficial y sub superficial en los niveles más bajos. El modelado eólico también actúa, sobre todo perfilando las espectaculares formaciones del modelado calizo. Del mismo modo, procesos periglaciares se vienen produciendo en aquellos lugares sometidos a fuertes contrastes climáticos diarios.

### **3.6 CARACTERÍSTICA GEOLÓGICA ESTRUCTURADO**

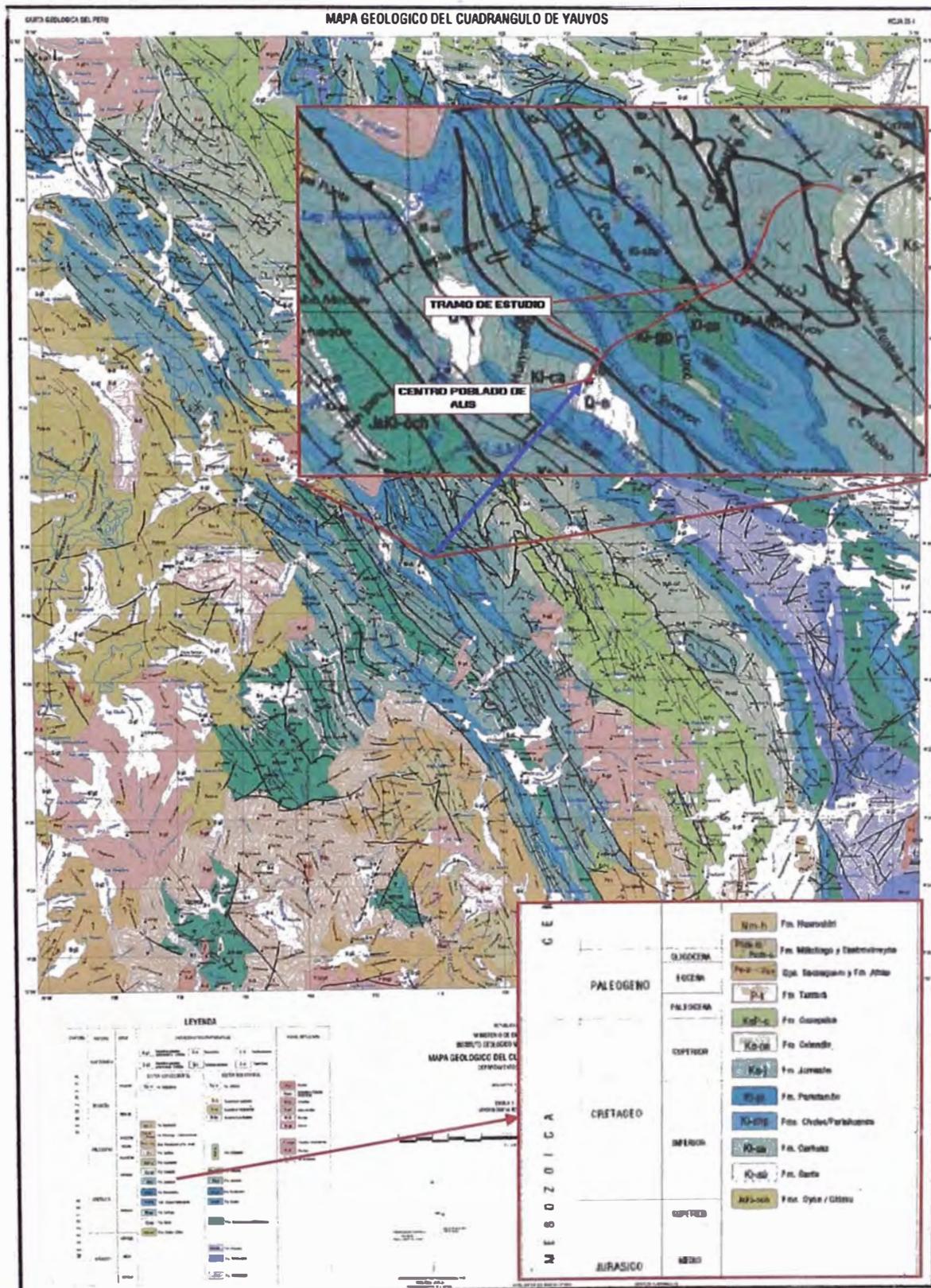
La estructura geológica de la región es el resultado del tectonismo andino de la Cordillera Occidental, siendo este especialmente intenso en la zona norte. Las principales estructuras tectónicas presentes son fallas longitudinales, cabalgamientos y alineaciones de pliegues con dirección dominante NO-SE.

No se han evidenciado falla a lo largo del tramo, no influye en la estabilidad de la vía materia de estado.

### **3.7 GEODINÁMICA EXTERNA**

Los procesos geodinámicos existentes en el área de Estudio son esporádicos, no evidenciando procesos geodinámico de mayor envergadura, no existiendo puntos críticos que requieran tratamiento especial, siendo conservadores en nuestro tramo de estudio, existe la posibilidad que debido a cortes de talud superior se generen procesos geodinámico mínimos tales como desprendimientos, cárcavas.

En cuanto a los fenómenos de flujo hídrico que son manifestaciones geodinámicos cuyo agente principal es el agua de escorrentía superficial, que según jerarquía se pueden clasificar en cárcavas, huaycos y erosión de riberas. En el tramo de estudio en el Km 165+820 se ha ubicado una zona crítica en la plataforma, como uno de los agentes de erosión es la crecida del Río Alis que han afectado la vía en una longitud de 20 m; lo mismo que debe contrarrestarse con defensas ribereñas. Recomendando estudios de Hidráulica en esta zona.



**FIGURA 7: MAPA GEOLÓGICO 25 I DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La erosión de riberas son procesos originados por el desgaste y remoción de las áreas constituyentes de la ribera lado derecho. Ocurre por la incidencia directa de los flujos hídricos ,sobre los terrenos ribereños lo cual ceden a la fuerza del impacto de los fluidos y sólidos transportados por la quebrada, ocasionando mayor efecto en los depósitos aluviales y coluviales (grava, arena limo arcillosa) las cuales son muy vulnerables a la acción del agua dado el grado de coherencia que manifiestan, ocasionando desprendimientos de materiales por perdidas de estabilidad en el talud con la perdida de los terrenos de cimentación donde se empleará la plataforma. El tramo evaluado presenta este tipo de fenómeno en un sector.

### **3.8 ESTABILIDAD DE TALUDES**

La Carretera se divide en:

1ra. zona Lunahuaná-Tinco, que se considera de media a alta vulnerabilidad ante los riesgos geológicos.

2da. zona Tinco-Yauricocha-Huancayo, considerado de baja a media vulnerabilidad ante los riesgos geológicos (esta comprendido la zona de estudio que es distrito de Alis).

Los procesos erosivos de fuerte intensidad se presentan en algunos sectores de la carretera, siendo de mayor intensidad donde exista poca cobertura vegetal. En general, se considera que el área media de la montaña presenta una frágil estabilidad física ya que los fenómenos naturales erosivos suelen desencadenarse de manera espontánea en las temporadas lluviosas o asociados a la dinámica interna de la corteza. Esto se debe principalmente a las condiciones de aridez y fuerte pendiente que predominan en las vertientes montañosas. Se consideran dos niveles de estabilidad y riesgo físico: áreas estables, e inestables. Estos se determinaron considerando la geología, fisiografía, grado, intensidad y frecuencia de los procesos erosivos y nivel de cobertura vegetal existente. En todos los casos se trata de apreciar el valor puramente estimativo para su calificación.

En la zona del Pueblo de Alis se determinan zonas o áreas estables como inestables, para el tramo en estudio de 300m es una Zona montañosa estable (Km 165+600 al Km 165+900).

Para mayores alcances se mencionan algunas características que diferencian las zonas de áreas estables y áreas inestables.

### **Áreas Estables**

Las zonas que presentan carencias de acciones erosivas de pendientes llanas o ligeramente inclinadas son consideradas como áreas estables.

El estudio considera como áreas estables a las planicies de los fondos de valle aluvial. En este sector, la debilidad de las pendientes es el factor principal que define una ausencia marcada de acciones erosivas, y también una condición de clara estabilidad potencial. Los fondos de valle aluvial y superficies de erosión son tierras agrícolas, y en estas tierras, los cultivos no generan acciones erosivas sensibles, a pesar de los surcos de riego y remoción superficial que se practica, precisamente por la pendiente casi llana.

### **Áreas Inestables**

Estas áreas representan la mayor extensión, donde las vertientes montañosas empinadas a escarpadas, además de su pronunciada pendiente, cuentan con un desnivel topográfico muy elevado entre sus partes más elevadas y la parte baja de las laderas, sectores desprovistos de una cobertura vegetal eficaz, sectores de material coluvial suelto y afloramientos rocosos poco compactos. Es decir, se suman una serie de factores que contribuyen a incrementar severamente la erosión de las laderas, incluyendo la existencia de frecuentes procesos erosivos de alto riesgo, como es la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos. Se consideran un área inestable: el de vertientes montañosas empinadas a escarpadas de pobre cobertura vegetal se trata de una zona donde se deben considerar las medidas preventivas y de estabilización más convenientes.

### **Taludes de corte**

Para el diseño de taludes se debe tener en cuenta las características geológicas – geotécnicas de las rocas y suelos constituyentes de los taludes. Se recomienda por lo general los siguientes taludes. Los cuales a su vez pueden variar debido a las condiciones locales visualizadas en el campo definidos como sectores críticos.

**CUADRO 19: TALUDES DE CORTE RECOMENDADO**

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	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	2 : 1	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(**)

(\*) Requiere banqueteta 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: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

### Taludes de Relleno

Para el diseño de taludes se debe tener en cuenta las características geológicas – geotécnicas de los suelos que forman los rellenos, recomendándose por lo general la siguiente relación de taludes de relleno.

**CUADRO 20: TALUDES DE RELLENO RECOMENDADO**

MATERIALES	TALUD (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere banqueteta o análisis de estabilidad  
(\*\*) Requiere análisis de estabilidad.

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

### Evaluación de taludes

Sobre la base de un recorrido en la zona de estudio, se ha realizado una evaluación general de la estabilidad de taludes existentes y posibles taludes críticos o susceptibles de inestabilidad, encontrándose una zona de talud empinadas de comportamiento estable, dándole un mayor reforzamiento por la presencia cobertura vegetal.

En la zona de estudio tramo Km 165+600 al Km 165+900, se encontraron taludes con una inclinación expresados como H=1: V=4 en las zonas de talud empinada y H=1: V=1 en zonas de talud ondulada siendo “H” la distancia horizontal del talud y “V” la altura vertical del talud.

Los taludes de corte recomendados según el tipo de material (Roca Suelta) mencionado en el cuadro 19 son  $H=1: V=6$  y  $H=1: V=4$  para alturas menores a 5m, y para alturas mayores se requiere el uso de banquetas y un análisis de estabilidad.

Según la inspección visual sobre la estabilidad de talud en el tramo de estudio y por las recomendaciones dadas según la naturaleza del terreno, para fines de mejoramiento y ampliación de la vía, se podrán mantener y trabajar como limite con los taludes existentes en campo.

Los taludes de relleno están en función de los materiales empleados, siendo un material de suelos compactados y con las recomendaciones dadas en el cuadro 20 se pueden emplear la siguiente relación  $H=1.5: V=1$ .

En todo el tramo de estudio el ancho útil promedio de la vía es 4.5m, reduciendo la medida hasta 3.5m en las zonas criticas de inestabilidad de talud de relleno debido a la pendiente inadecuada y como consecuencia de la falta de mantenimiento periódico de este tramo. Para lo cual se ha propuesto mediante método físico el reforzamiento del talud mediante el uso de Muros de Sostenimiento de Concreto Armado.

## CAPITULO IV: DISEÑO DE PAVIMENTO

### 4.1 INFORMACIÓN GENERAL

El Pavimento es una Estructura que se coloca encima de la plataforma de una carretera. Sirve para dar soporte, confort y seguridad al tránsito de vehículos y para proteger la plataforma.

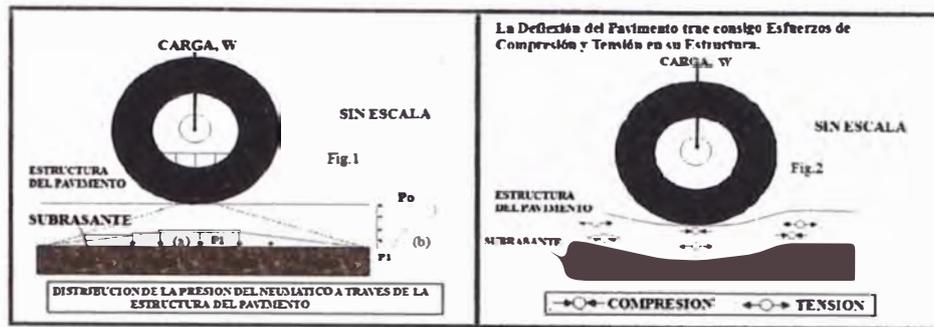
Por lo general está conformada por capas de sub base, base y capa de rodadura, pudiendo ser ésta de concreto portland, concreto asfáltico, tratamientos superficiales ú otros. La estructura de un pavimento puede también ser mixta.

La estructura de un pavimento (disposición de las diversas capas que las constituyen), así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrecen una variedad de posibilidades, de tal manera que pueda estar formado por solo una o varias capas, ya su vez estas puedan ser de materiales naturales seleccionados, procesados y/o sometidos algún tipo de tratamiento y estabilización.

La actual tecnología contempla una gama muy diversa de secciones estructurales, las cuales son función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía como son: tránsito, tipo de suelo, importancia de la vía, condiciones de drenaje, recursos disponibles, etc.

#### **Pavimento flexible**

Para el tramo en estudio se esta proponiendo la aplicación de pavimentos flexibles que viene hace un sistema multicapa, las capas de mejor calidad cerca de la superficie donde las tensiones son mayores. Al tener menor rigidez, se deforma más que el concreto y se producen tensiones mayores en la subrasante.



**FIGURA 8: ACCIÓN DE CARGAS PAVIMENTO FLEXIBLE**

### El diseño del pavimento

Consiste en establecer una estructura para una duración determinada bajo las solicitaciones del tránsito y el medio ambiente. Estas producirán fatiga hasta llevarla a la falla. Para el diseño se debe seguir un procedimiento o método donde intervienen de forma explícita o implícita seis elementos.

Para el diseño de pavimentos se presenta alternativas metodologías:

#### 1. Metodologías Clásicas:

Método del CBR (Depende del CBR de la subrasante y tráfico)

Método del Índice de Grupo (Depende del Índice de grupos del suelo y tráfico)

#### 2. Metodologías Actuales:

Método del AASHTO

Método del instituto del Asfalto

#### 3. Nuevas Tendencias

Programas de elementos finitos

Programas de elementos discretos

En todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, la funcional y la estructural. La falla funcional se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro de los vehículos. La falla estructural esta asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal forma que éste no puede soportar las cargas a la que esta sometido.

El método que se describe en este documento está encaminado a dar una aproximación de las correlaciones empíricas en el diseño estructural de pavimentos; se ha llegado a este estado del arte aplicando metodologías usadas

en otras áreas de la ingeniería que tienen en cuenta las propiedades de los materiales que constituyen el pavimento; el procedimiento puede tener el grado de sofisticación que se desee. Con este procedimiento se pueden obtener los esfuerzos, deformaciones y deflexiones producidas por las cargas a las que esta sometida la estructura (tránsito).

## 4.2 ESTUDIO DE TRÁFICO

En el diseño de un pavimento moderno es la primera importancia evaluar las cantidades y los pesos de las cargas por eje supuesto a aplicarse al pavimento, durante un periodo de tiempo dado.

El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera, en el tramo de estudio desvío a Yauyos –Ronchas.

El procedimiento de análisis de tráfico es importante y puede variar de acuerdo a la metodología empleada, sin embargo los resultados deben ser compatibles de acuerdo con la cantidad de vehículos de diferente tipo, microbuses, camiones de eje simple y camiones multi - ejes que transitaran por la vía.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina como demanda diaria promedio a servir al final del periodo de diseño u horizonte del proyecto, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

Para el estudio de tráfico se tendrá las siguientes consideraciones primordiales:

- a) Composición
- b) Estadística
- c) Proyección

### **a) Composición del tránsito**

Las Normas Legales del 12-10-2003 Titulo V (Artículo 37º-Pesos Máximos Permitidos), establece el peso bruto máximo total permitido por vehiculo < 48,000 Kg.

El peso máximo permitido por eje simple o conjunto de ejes, se establece en el Anexo 3. En el cuadro 21 se presenta las tablas de dimensiones y cargas.

**CUADRO 21: TIPO DE EJE Y PESO MAXIMO**

TIPO DE EJE Y PESO MAXIMO		
Ejes	Neumáticos	Kilogramos
Simple	02	6.000
Simple	04	11.000
Doble (Tandem)	06	15.000
Doble (Tandem)	08	18.000
Doble (no Tandem)	08	16.000
Tandem	10	23.000
Triple (Tridem)	12	25.000
Triple (Tridem)		

**b) Estadística del tráfico**

Esta basado en el conteo del tráfico

El tráfico que recibirá la carretera puede ser:

Tráfico derivado

Tráfico inducido

**c) Proyección del tráfico**

La metodología para encontrar la tasa de crecimiento para encontrar el tráfico esta basada en: Crecimiento poblacional

Crecimiento Bruto Interno

Producto Bruto Interno Per Capital por habitante

**Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA)**

El Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA) representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.

Para la proyección del trafico del presente estudio, se empleara como base los datos históricos existentes en el Ministerio de Transportes y Construcción (MTC). Se obtuvo información del Estudio de factibilidad del Proyecto de Mejoramiento de la Carretera Lunahuana – Pacarán – Dv. Yauyos – Chupaca del año 2005, sobre el flujo diario vehicular sobre el tramo de la carretera en estudio. La estación de control E-3 ubicado en la entrada de Tomás con progresiva Km. 183+500, considerando los factores de corrección estacional de la unidad de

peaje Quiulla F.C Ligeros =1.09983 y F.C Pesados =1.10303, el resultado de los estudios se indican en el cuadro siguiente:

**CUADRO 22: IMD POR TIPO DE VEHICULO 2005**

TIPO DE VEHICULO	IMD	DISTRIB. %
Autos	6	28,57%
Camionetas	9	42,86%
Camioneta Rural	1	4,76%
Micro	0	0,00%
Ómnibus 2E	2	9,52%
Ómnibus 3E	0	0,00%
Camión 2E	2	9,52%
Camión 3E/4E	1	4,76%
Articulados	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Estudio de tráfico 2005 del Proyecto MTC

Para el cálculo del tráfico futuro se utilizará la siguiente formula:

$$T_n = T_o (1+i)^n$$

Donde:

$T_n$  =Tránsito proyectado en el año n del proyecto (veh/día).

$T_o$  =Tránsito actual (año base) (veh/día).

n =Años del periodo del diseño.

i =Tasa anual de crecimiento de tránsito. Definida en correlación de la dinámica de crecimiento socio-económico, normalmente entre 1.5% y 6% a criterio del equipo de estudio.

Para el presente estudio se empleara una tasa de crecimiento por tipo de vehiculo la cual se representa en el siguiente cuadro:

**CUADRO 23: TASA DE CRECIMIENTO POR TIPO DE VEHICULO**

TIPO DE VEHICULO	Tasa de crecimiento %
Autos	1,7
Camionetas	1,7
Camioneta Rural	1,7
Micro	1,7
Omnibus 2 E	1,7
Omnibus 3E	1,7
Camion 2E	3,2
Camion 3E/4E	3,2
Articulados	3,2

Fuente: Elaboración Propia

Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos por implementarse con suficiente certeza a corto plazo en la zona de la carretera. La proyección puede también dividirse en dos partes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa de crecimiento de la población y una proyección de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la región que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias.

**CUADRO 24: TRÁFICO POR TIPO DE VEHICULO 2009**

TIPO DE VEHICULO	IMD	DISTRIB. %
Autos	6	27,27%
Camionetas	10	45,45%
Camioneta Rural	1	4,55%
Micro	0	0,00%
Ómnibus 2E	2	9,09%
Ómnibus 3E	0	0,00%
Camión 2E	2	9,09%
Camión 3E/4E	1	4,55%
Articulados	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>22,00</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración Propia

**IMD= 22 (para el año 2009)**

**CUADRO 25: DE CORRESPONDENCIA COV Y MTC**  
**CORRESPONDENCIA EN LAS TABLAS DE COV Y MTC**

TABLA DE COV	FORMATO DE CONTEO DEL MTC
AUTO	AUTO
CAMIONETA	PICK UP+CAMIONETA RURAL
BUS MEDIO	MICRO
BUS GRANDE	BUS 2 EJES + BUS 3 EJES
CAMION 2 EJES	CAMION 2 EJES
CAMION 3 EJES	CAMION 3 EJES + CAMION DE 4 EJES
ARTICULADO	SEMI-TRAILER + TRAILER

### 4.3 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (EAL)

Para el diseño de estructuras de pavimentos, es necesario estimar el número acumulado de cargas por ejes simples equivalentes de 18Ton durante el periodo de diseño .

#### a) Periodo de análisis

**CUADRO 26: PERIODO DE ANALISIS RECOMENDADOS**

Volumen de tránsito	Periodo de análisis
Gran volumen de tránsito urbano	30 – 50 años
Gran volumen de tránsito rural	20 – 50 años
Bajo volumen en vía pavimentada	15 – 25 años

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

Considerando el volumen de tránsito que soportara una vía la norma nos recomienda periodos de Análisis. En tal sentido se plantea el promedio de la alternativa de Bajo Volumen en vía Pavimentada. El periodo de diseño se asume de acuerdo a la vida útil (promedio) del proyecto. En este caso el periodo de análisis será de 20 años en dos etapas, la primera se efectuara de 0 a 10 años y la segunda etapa se hará de 10 a 20 años. El cálculo del refuerzo en la segunda etapa se efectuara empleando el criterio de pérdida de serviciabilidad.

Si la construcción es por etapas:

$$\boxed{\text{Vida útil} < \text{Periodo de Análisis}}$$

#### b) Factor de Equivalencia de Carga (FEC)

Es el número de aplicaciones equivalentes a una carga por eje simple de 80Ton (18,000 lb.) en una pasada de un eje dado.

Para cualquier situación de diseño donde se espere que la estructura inicial del pavimento dure todo el periodo de análisis sin ninguna obra de rehabilitación o recapado, todo lo que se requiere es conocer el tráfico total en todo el periodo de análisis. Si se considera sin embargo, la construcción por etapas, es decir que se anticipe una rehabilitación o recapado (debido a reducción en los fondos iniciales, hinchamiento del suelo de fundación, congelamiento por helada, etc.), el usuario debe preparar un grafico de tráfico acumulado EAL de 18Ton, versus el tiempo. Esto será para separar el tráfico acumulado en periodos (etapas) durante los cuales se vayan encontrando.

Eje Simple

Eje Simple  
2 ruedas dobles

Eje Tandem  
de ruedas dobles

Eje tridem  
de ruedas dobles

$$FEC = (P/6,6)^4$$

$$FEC = (P/8,2)^4$$

$$FEC = (P/15)^4$$

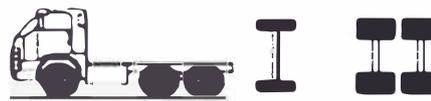
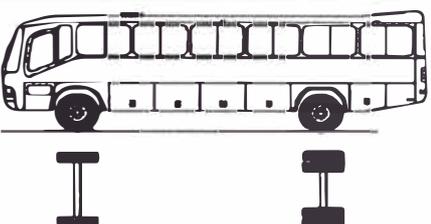
$$FEC = (P/23)^4$$

FEC: Factor Equivalente de Carga

P: Peso eje (ton)

Utilizando la tabla de pesos y medidas de los vehículos representativo para nuestro análisis determinamos el Factor de Camión por tipo de vehículo.

**CUADRO 27: TABLAS DE PESOS Y MEDIDAS**

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
C2		12,30	7	11	--	--	--	18
C3		13,20	7	18	--	--	--	25
B2		13,20	7	11	--	--	--	18

Fuente: Normas Legales El Peruano el 12-10-2003

**CUADRO 28: FACTOR CAMION POR TIPO DE VEHICULO**

Configuración Vehicular	Descripción	Eje 1(Kg.)	Eje 2(Kg.)	Eje 3(Kg.)	FEC1	FEC2	FC (Factor Camión)
C2	CAMION 2E	7000	11000	-	1,27	3,24	4,50
C3	CAMION 3E	7000	9000	9000	1,27	0,13	1,39
B2	OMNIBUS	7000	11000	-	1,27	3,24	4,50

Fuente: Elaboración propia

**c) Ejes Equivalentes de Carga**

$$EAL (8.2 Ton) = \left[ \sum IMD \times FC \times ((1+i)^n - 1)/i \right] \times 365$$

Donde:

EAL (8.2 Ton): Número de ejes equivalentes a 8.2Tn en el periodo de diseño

Factor de crecimiento  $((1+i)^n - 1)/i$

i: Tasa de crecimiento de los vehículos

IMD: Índice Medio Diario de camiones de 2 ejes, 3 ejes y TyST

FC: Factor Destructivo de camiones de 2 ejes, 3 ejes y TyST

Periodo de diseño (n); Se considerará el periodo de diseño de 0-10; 10-20 y 0-20 años

**CUADRO 29: EJES EQUIVALENTES DE CARGA**

Configuración Vehicular	Descripción	FC (Factor Camión)	IMD	Tasa (%)	EAL <sub>(0-10)</sub>	EAL <sub>(0-20)</sub>	EAL <sub>(10-20)</sub>
C2	CAMION 2E	4,50	2,00	3,2	38.038,42	90.160,22	52.121,80
C3	CAMION 3E	1,39	1,00	3,2	5.891,03	13.963,16	8.072,13
B2	OMNIBUS	4,50	2,00	1,7	35.509,22	77.538,37	42.029,15
<b>TOTAL</b>					<b>79.438,66</b>	<b>181.661,75</b>	<b>102.223,08</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 1993

El diseño de pavimento flexible según el método de la AASHTO sufre constantes modificaciones según las nuevas condiciones en las que trataban al pavimento asfáltico, es así que el surge el primero AASHO Road Test entre 1958-1960, del cual se obtuvo información para el AASHO-1962 basados en modelos empíricos, apareciendo después la AASHTO-1972 y a partir de 1983 se realizan mas estudios y así en 1986 surge la "AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures" la cual tiene ya bastantes variables de entrada y por ultimo surge la de 1993 usada actualmente.

El método AASHTO para diseño de pavimentos flexibles publicada en 1993 incluye importantes modificaciones dirigidas a mejorar la confiabilidad del método.

El método se basa en valiosa información experimental; consiste en determinar un Numero Estructural (SN) requerido por el pavimento a fin de soportar el volumen de tránsito satisfactoriamente durante su periodo de diseño.

El resultado de los ensayos fueron relaciones empíricas entre:

- El espesor de la carpeta
  - Magnitud de carga
  - Tipo de ejes
  - Número de aplicaciones de carga
- } Estructural
- Pérdidas de serviciabilidad
- } Funcional

**CUADRO 30: PARAMETRO DE DISEÑO DEL METODO AASHTO1993**

$W_{16}$	=	Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño.
$Z_r$	=	Desviación Estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento estructural.
$S_o$	=	Desviación Estándar Total
$\Delta PSI$	=	Diferencia entre la Serviciabilidad Inicial ( $P_o$ ) y Final ( $P_f$ ).
$M_r$	=	Módulo Resiliente de la Sub-rasante (psi)
$SN$	=	Número Estructural, indicador de la Capacidad Estructural requerida (materiales y espesores).
$a_i$	=	Coefficiente Estructural de la capa i
$D_i$	=	Espesor de la Capa i
$m_i$	=	Coefficiente de Drenaje de la Capa Granular i

Dentro de las consideraciones del método están:

El Índice de Serviciabilidad Final de diseño deberá ser tal que culminado el periodo de diseño, la vía (superficie de rodadura), ofrezca una adecuada serviciabilidad.

El diseño considera un contenido de humedad igual a la condición mas húmeda que pueda ocurrir en la subrasante, luego que la vía sea puesta en servicio.

El Coeficiente de Drenaje ( $m_i$ ) ha reemplazado al valor Regional y es introducido para el Calculo del Numero Estructural; estos coeficientes son considerados de acuerdo a las propiedades del material granular que serán utilizados, para ello la AASHTO recomienda los rangos de calidad donde se clasifican estos materiales. Se contempla el uso de determinados parámetros estadísticos, que funcionan como factores de seguridad que garanticen que la solución obtenida cumple con un determinado nivel de confianza

### Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes (W18)

El tráfico previsto suministrado por el grupo de planeamiento, es generalmente el número de aplicaciones de ejes EAL de 8.2Ton espectado en la carretera, en tanto el diseñador requiere las aplicaciones de ejes en la vía de diseño. Así, a menos que sea específicamente proporcionado, el diseñador debe multiplicar el tráfico de diseño por la dirección y luego por el número de carriles (si son más de dos). La siguiente ecuación permite definir el trafico ( $W_{18}$ ) en el carril de diseño.

$$W_{18} = EAL * DD * DL$$

Donde:

EAL=Numero de ejes equivalentes a 8.2 ton en el periodo de diseño.

DD=Factor de distribución direccional, expresado como una relación que toma en cuenta las unidades EAL por dirección, por ejemplo este-oeste, norte-sur, etc.

DL= Factor de distribución de carril, expresado como una relación que considera la distribución del trafico cuando dos o mas carriles existen en una dirección de trafico.

Aunque el factor DD generalmente es de 0.5 (50%) para la mayor parte de las vías vehiculares, hay casos en las que puede moverse mas peso en una dirección que en otra. Así, el lado con los vehículos mas pesados, deberá ser diseñado para un gran número de unidades EAL. La experiencia ha demostrado que el DD puede variar de 0.3 a 0.7, dependiendo de cual dirección esta "cargada" y cual esta "descarga".

La siguiente tabla puede usarse como una guía para obtener DL.

**CUADRO 31: PARAMETROS DEL FACTOR DE DISTRIBUCION DE CARRIL**

Número de carriles en cada dirección	Porcentaje para ejes de 8,2 ton/cada dirección
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: Manual AASHTO 1993

Para el proyecto en análisis será DL=100% por tener una vía en cada dirección.

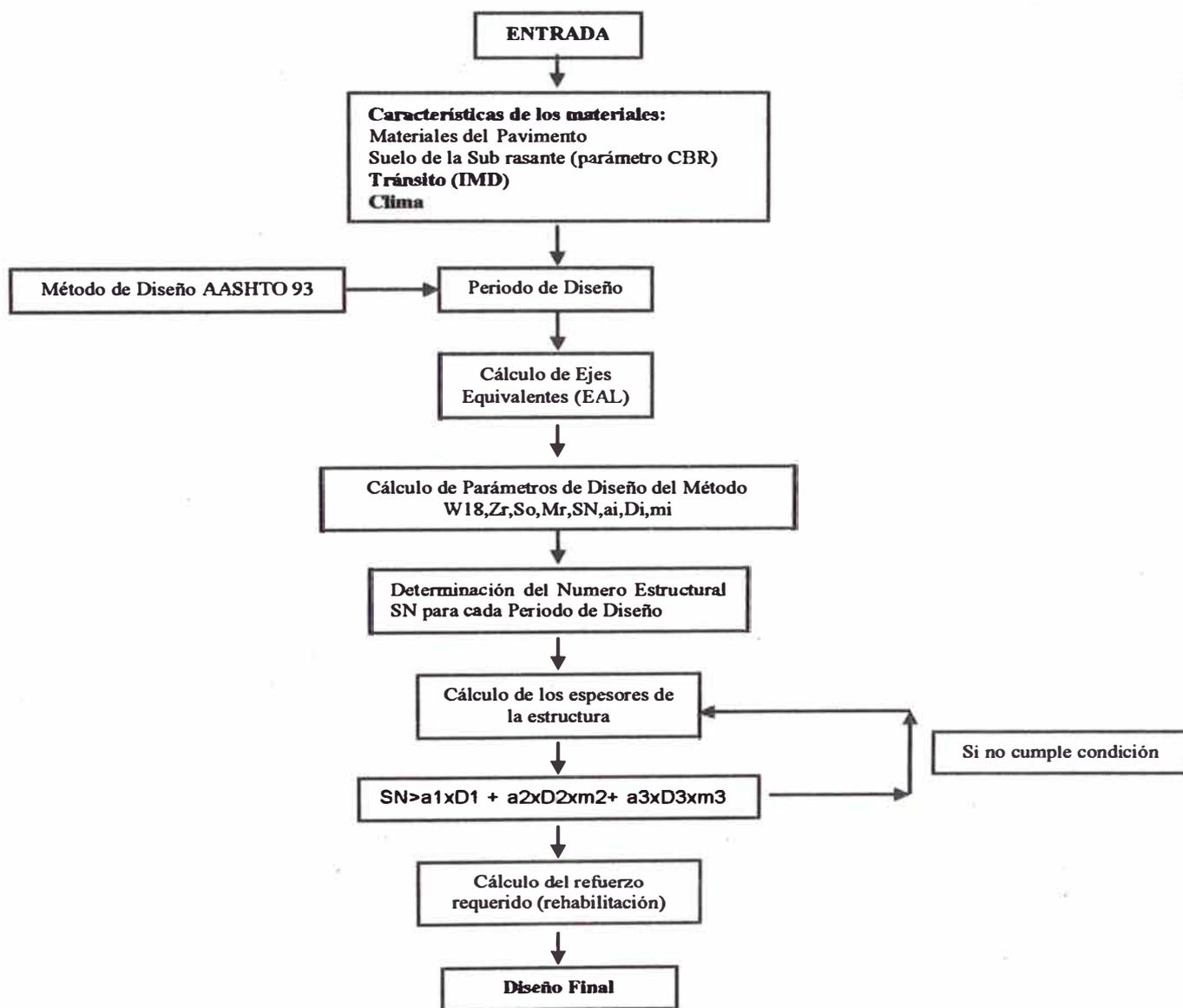
Con los valores EAL obtenidos en cuadro 29, se determina los valores del parámetro  $W_{18}$  para cada etapa.

**CUADRO 32: CÁLCULO DEL PARÁMETRO  $W_{18}$**

PERIODO DE DISEÑO	PARA 1 SENTIDO		
	$(DD) \times (DL) = 0.5 \times 1.0$	EAL	$W_{18}$
< 0-10 >	0.50	79,438.66	39,719.33
< 0-20 >	0.50	181,661.75	90,830.87
< 10-20 >	0.50	102,223.08	51,111.54

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 CÁLCULO DE DISEÑO DE PAVIMENTO



**FIGURA 9: COMPONENTES DEL PROCESO DE DISEÑO AASHTO 93**

#### 4.5.1 PARÁMETROS DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

Para la determinación del Número Estructural (SN) se considerará los siguientes parámetros de diseño.

##### a) Tráfico

Se ha realizado el cálculo de los EALs (ejes equivalentes) para los periodos señalados en el término de referencia de 10, 10-20 y 20 años (Ver cuadro 29).

##### b) Modulo Resiliente ( $M_R$ )

Para caracterizar la capacidad de soporte del suelo se emplea el Modulo Resiliente (MR). Debido a la imposibilidad de obtener el valor del modulo determinado directamente mediante ensayos de laboratorio (en nuestro medio), la guía AASHTO planteó el empleo de la utilización de las ecuaciones de correlación entre el CBR de laboratorio y el (MR)

$$MR=1500 \times C.B.R=14,100.00$$
$$C.B.R_{\text{diseño}} \text{ (al 95\% de M.D.S)}= 9.4\%$$

Para Suelos finos  $CBR < 10\%$ . Sugeridos por la AASHTO

$$MR= 4326 \times \ln C.B.R + 241$$

Utilizada para suelos granulares por la propia guía AASHTO

Es preciso mencionar que la revisión de la guía AASHTO 2002 ha introducido una nueva correlación (Aun no publicada oficialmente):

$$MR=2555 \times C.B.R^{0.64} = 10,719.95$$
$$C.B.R_{\text{diseño}} \text{ (al 95\% de M.D.S)} = 9.4\%$$

##### c) Confiabilidad (R)

Es un medio para introducir cierto grado de certeza en el procedimiento de diseño, para asegurar que las diferentes alternativas de diseño duraran todo el periodo de análisis. El periodo de diseño basado en la confiabilidad, toma en cuenta las posibles variaciones en la predicción del trafico ( $W_{18}$ ) y en la predicción del comportamiento ( $W_{18}$ ) y por lo tanto, proporciona un determinado

nivel de seguridad que las secciones del pavimento sobrevivirán durante el periodo las cuales fueron diseñados.

La confiabilidad es básicamente la probabilidad de que una estructura de pavimento dada, sobrevivirá al tráfico en el periodo de diseño.

El cuadro presentado a continuación presenta los niveles de confiabilidad recomendados para varias clasificaciones funcionales del camino. Obsérvese que los mayores valores corresponden a las vías de mayor uso, mientras que el nivel mas bajo ,50% corresponde a las carreteras locales.

**CUADRO 33: NIVELES DE CONFIABILIDAD RECOMENDADOS POR AASHTO**

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	85 – 99.99	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 –99
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Fuente: Manual AASHTO 1993

Valores de la Desviación Estándar Normal (Z<sub>R</sub>) Correspondientes a niveles seleccionados de Confiabilidad

CONFIABILIDAD R(%)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> )
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
95	-1.654
.	.
.	.
99.99	-3.750

Fuente: Manual AASHTO 1993

Cuando se considera la confiabilidad en las alternativas de diseño de una construcción por etapas o “rehabilitación planificada”, es importante considerar los efectos de la confiabilidad compuesta, en la guía AASHTO nos encontramos con la siguiente expresión:

$$R_{\text{etapa}} = (R_{\text{total}})^{1/n}$$

Donde:

$R_{etapa}$ : Confiabilidad individual, por cada etapa, diseño por etapas.

$R_{total}$ : Confiabilidad total, diseño en una sola etapa

$n$ : número de etapas previstas (dos etapas).

**CUADRO 34: CONFIABILIDAD (R%)**

Etapa	Dos Etapas		Una Etapa
	10 años	10-20 años	20 años
R	95%	95%	90%
$Z_R$	-1,645	-1,645	-1,282

**d) Desviación estándar total (So)**

Para su determinación se utilizo la Guía AASTHO para diseño:

$$So = 0.40-0.50 \text{ para pavimentos flexibles}$$

$$So = 0.30-0.40 \text{ para pavimentos rígidos}$$

Para el cálculo del número estructural del presente estudio se consideró el valor promedio de  $So=0.45$  para pavimentos flexibles.

**e) Índice de Serviciabilidad Presente (P)**

La serviciabilidad de un pavimento esta definida como su habilidad para servir al tipo de trafico (automóviles y camiones) que usa la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), que varia entre 0 (camino imposible) a 5 (camino perfecto). La selección del PSI mas bajo permisible o índice de serviciabilidad Terminal ,esta basado en el índice mas bajo que será tolerado antes que se haga necesaria una rehabilitación, refuerzo superficial y reconstrucción. Se sugiere un índice de 2.5 o mayor para el diseño de carreteras principales y de 2.0 para las carreteras con menores volúmenes de transito

Los valores de serviciabilidad inicial y final adoptados corresponden a valores concordantes con las características particulares de nuestra realidad

Serviciabilidad inicial: Inicio del periodo

$$Po = 4.2 \text{ para pavimentos flexibles}$$

Serviciabilidad final: Fin del periodo

$$P_f = 2.0 \text{ para caminos de menor tránsito}$$

Una vez obtenido  $P_o$  y  $P_i$  deberá aplicarse la siguiente ecuación para definir el cambio total en el Índice de serviciabilidad presente

$$\Delta PSI = 2.0$$

#### 4.5.2 COEFICIENTES DE APORTE ESTRUCTURALES DE CAPAS (ai)

Se asigna un valor a este coeficiente a cada capa de material en la estructura del pavimento con el objeto de convertir los espesores de capa en el número estructural (SN). Este coeficiente de capa expresa la relación empírica entre SN y el espesor y es una medida de la habilidad relativa del material para funcionar como un componente estructural del pavimento.

El coeficiente de aporte estructural ( $a_1$ ) para carpetas asfálticas en caliente están en función a su Modulo de Elasticidad y a su vez de la estabilidad Marshall.

Para el cálculo de  $a_1$  se utiliza el siguiente ábaco.

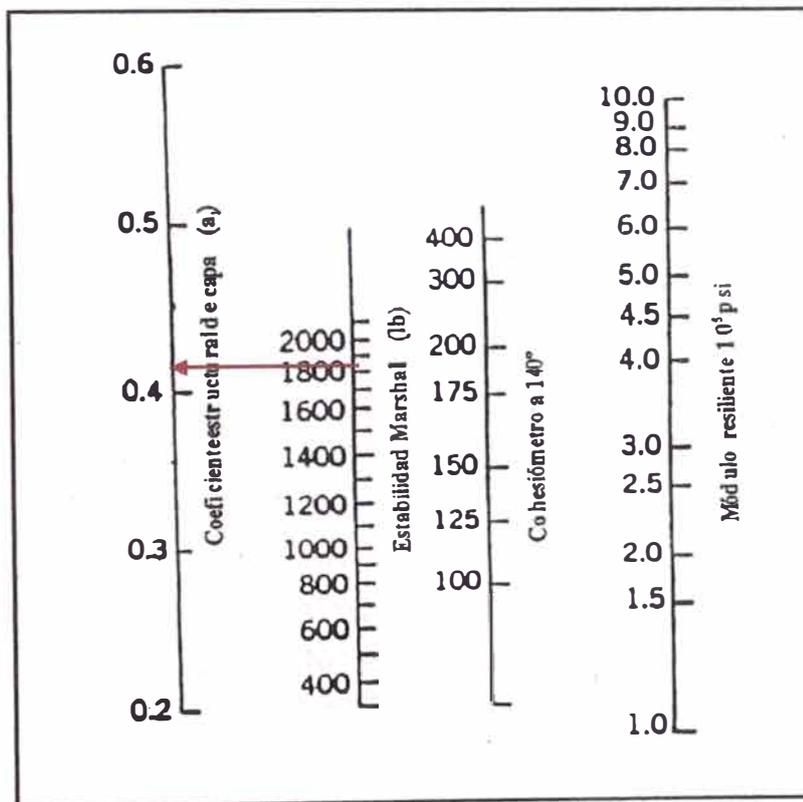


FIGURA 10: ABACO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE  $a_1$

El coeficiente estructural para el material de Base es estimado a través de la siguiente abaco.

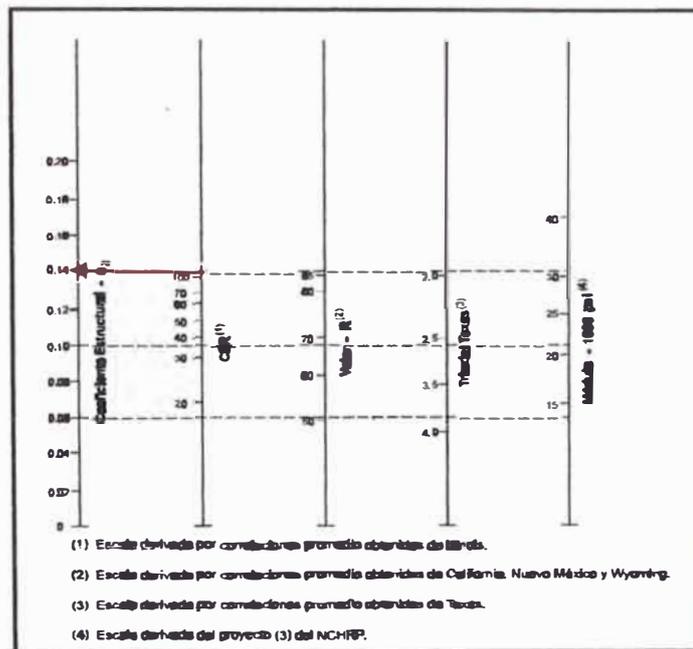


FIGURA 11: ABACO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE  $a_2$

El coeficiente estructural para el material de la Sub Base es estimado a través de la siguiente figura.

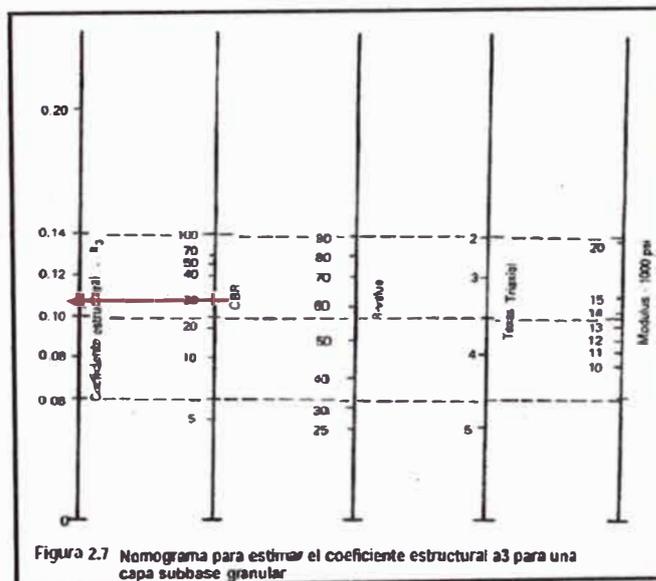


FIGURA 12: ABACO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE  $a_3$

Se presenta el ábaco de correlación entre CBR y coeficiente estructural de base granular (basado en uno de los cuatro resultados diferentes de ensayos de laboratorio). Material de base y del ensayo de CBR (al 100 % MDS)

De los ábacos presentados en la figura 9.10y 11 se hallan los coeficientes de aporte:

Coeficiente de aporte para la Carpeta Asfáltica

$$a_1=0.42$$

Para la base granular se puede utilizar la gráfica de la Figura 9 con CBR al 100%

$$a_2=0.14$$

Para la Sub base granular se puede utilizar la gráfica de la Figura 10 con CBR al 30%

$$a_3=0.11$$

#### 4.5.3 CARACTERISTICA ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

##### Coeficientes de drenaje ( $m_i$ )

Se describe la selección de los datos de entrada para manejar los efectos de ciertos niveles de drenaje en la predicción del comportamiento de los pavimentos.

Depende del ingeniero de diseño, identificar que nivel (o calidad) de drenaje es alcanzado bajo cierto grupo específico de condiciones de drenaje.

**CUADRO 35: COEFICIENTES DE DRENAJE RECOMENDADOS POR AASHTO**

CARACTERISTICAS DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN	Porcentaje de tiempo en el año, que la estructura del Pavimento está expuesta a un nivel de humedad próxima a la saturación			
		< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	2 horas	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Malo	No drena	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Para la elección del coeficiente de drenaje se han tomado las siguientes consideraciones.

Exposición en agua de las estructuras de drenaje, entre 1% al 5%

La condición de los sistemas de drenaje es Regular (agua eliminada en una semana).

Por lo tanto se asume el coeficiente de drenaje promedio  $m_1 = m_2 = 1.1$   
 De acuerdo a las condiciones atmosféricas y temperatura de la zona, podría considerarse como Característica de Drenaje “buena” (agua eliminada en un día), para el cálculo del presente estudio se consideró un valor más conservador,

#### 4.5.4 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

Para el procedimiento general de diseño por el método AASHTO para el cálculo de los espesores de las capas del pavimento se determina el Numero Estructural utilizando los parámetros de diseño respectivo y reemplazando en la ecuación 1.  
 Ecuación 1

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \Delta PSI}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Donde:

$W_{18}$  : número de aplicaciones de carga de 18 kips

$Z_R$  : área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R

$S_o$  : desviación estándar de las variables

$SN$  : número estructural

$\Delta PSI$  : pérdida de la serviciabilidad prevista en el diseño

$M_R$  : módulo resiliente de la subrasante

El nomograma de diseño recomendado por la AASHTO permite la obtención del Numero Estructural:

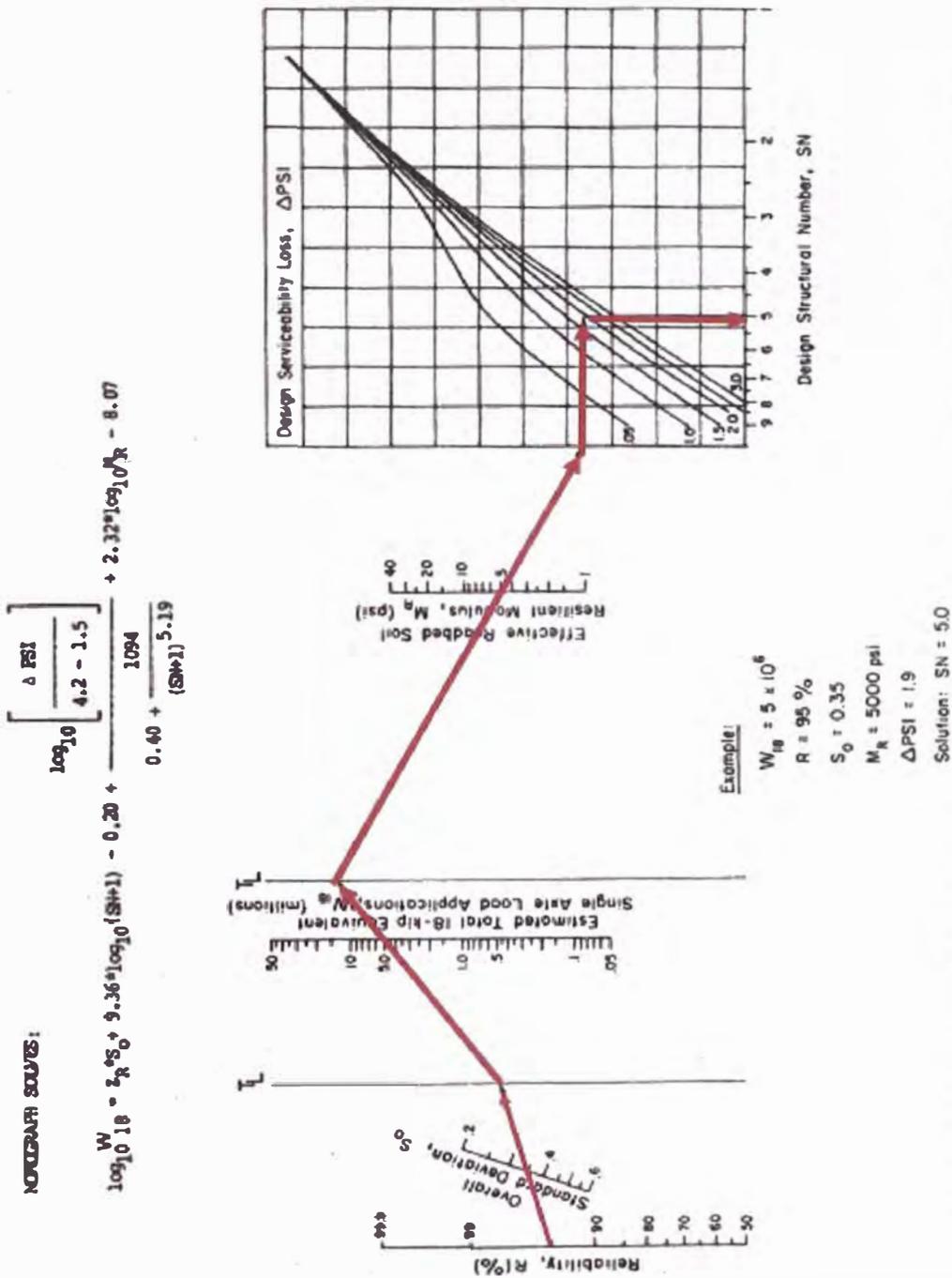


FIGURA 13: CARTA DE DISEÑO AASHTO 1993

FIGURE 16-11 AASHTO design chart for flexible pavements based on using mean values for each input. (Courtesy American Association of Highway and Transportation Officials.)

Sin embargo para efectos de cálculos computarizados la solución matemática es sumamente útil.

#### 4.5.5 SELECCIÓN DE LOS ESPESORES DE CAPA

Determinado el Numero Estructural, el paso siguiente consiste en identificar un conjunto de capas cuyos espesores, convenientemente combinados, proporcionan la capacidad de soporte a dicho SN. La expresión que relaciona el número estructural con los espesores de capa es:

Ecuación 2

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

Donde:

$$SN \geq SN_{req}$$

$a_i$  : Coeficiente de capa i

$m_i$  : Coeficiente de drenaje i

$D_i$  : Espesor de capa i

Esta expresión no conduce a una solución única, si no se presenta muchas combinaciones técnicamente validas. Al elegir los espesores de las diferentes capas, debe tenerse presente los costos de inversión inicial.

El numero estructural es un numero abstracto representa la resistencia total de la estructura de un pavimento para una categoría de subrasante.

##### a) Método de los espesores mínimos

Debido a que es impractico y antieconómico la colocación de capas de pavimento muy delgadas, la AASHTO recomienda los siguientes espesores mínimos:

**CUADRO 36: ESPESORES MINIMOS SUGERIDOS POR AASHTO**

Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular		
Número de EALs	Concreto asfáltico	Base granular
Hasta 5 E 4	2.5 cm. (1 pulg.) TS	10 cm. (4 pulg.)
5 e 4 – 15 e 4	5.0 cm. (2 pulg.)	10 cm. (4 pulg.)
15 e 4 – 5 e 5	6.5 cm. (2.5 pulg.)	10 cm. (4 pulg.)
5e5 – 2 e 6	7.5 cm. (3 pulg.)	15 cm. (6 pulg.)
2 e 6 – 7 e 6	9.0 cm. (3.5 pulg.)	15 cm. (6 pulg.)
Más de 7 e 6	10.0 cm. (4 pulg.)	15 cm. (6 pulg.)

No obstante estos espesores mínimos pueden variar de acuerdo a las condiciones locales y la experiencia de cada entidad-

**b) Método Análisis de diseño por capas**

Cada una de las capas del pavimento deben cumplir, a su vez con un número estructural de capa ( $SN_i$ ), los cuales se calculan en forma similar que el número estructural total, pero considerando el modulo resiliente del material inferior. Esto garantiza que existe una coherencia estructural, no solo entre el espesor total del pavimento y calidad de la sub rasante si no también, entre el espesor de cada capa y la calidad del material de la capa inmediato inferior, por lo que se tiene:

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1^* = a_1 * D^*_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN - (SN_1^* - SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

Los espesores que resulten de los cálculos deben ser redondeados y deben de guardar coherencia con la practica (el proceso constructivo), es decir que el espesor debe ser tal que durante la ejecución no se presente inconvenientes.

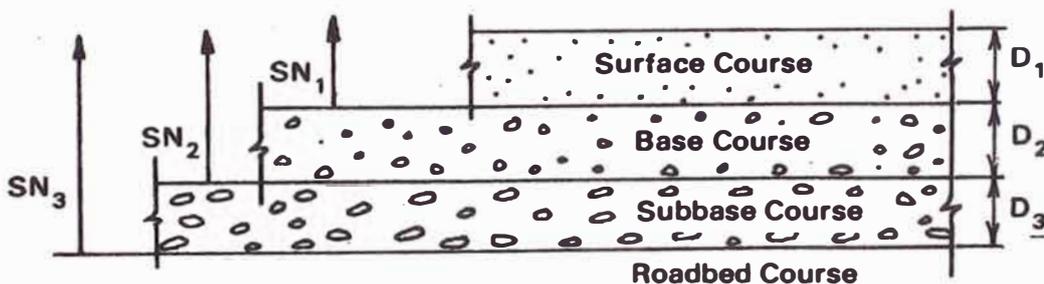


FIGURA 14: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

**a) Cálculo de espesores para el periodo de diseño de 10 años**

Para el cálculo del Numero Estructural SN se utilizara un programa de la Ecuación ASSHTO.

Remplazando los valores determinados en acápite anteriores en la siguiente hoja de cálculo hallamos SN:



**CUADRO 37: NUMERO ESTRUCTURAL PERIODO 10 AÑOS**

USO DE FÓRMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
<b>W18</b>	<b>39,719.332</b>
<b>Zr</b>	<b>-1.645</b>
<b>So</b>	<b>0.45</b>
<b>ΔPSI</b>	<b>2.00</b>
<b>Sub Rasante(Mr)</b>	<b>14100.00</b>
<b>SN=1.68</b>	

Tomamos los valores mínimos recomendados por la AASHTO (cuadro 36) para:

Carpeta Asfáltica D1= 2.0”

Carpeta Granular Base D2=4”

Reemplazando en la ecuación 2:

$$SN= 1.68 > a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Donde  $a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 = 1.46$

$$a_3 \times D_3 \times m_3 = 0.22$$

El valor calculado para D3=1.81”

Por ser D3 un valor muy pequeño, no se tomará en cuenta para el diseño el espesor de la sub base.

Tabulando valores de espesores hasta llegar al mas próximo requerido

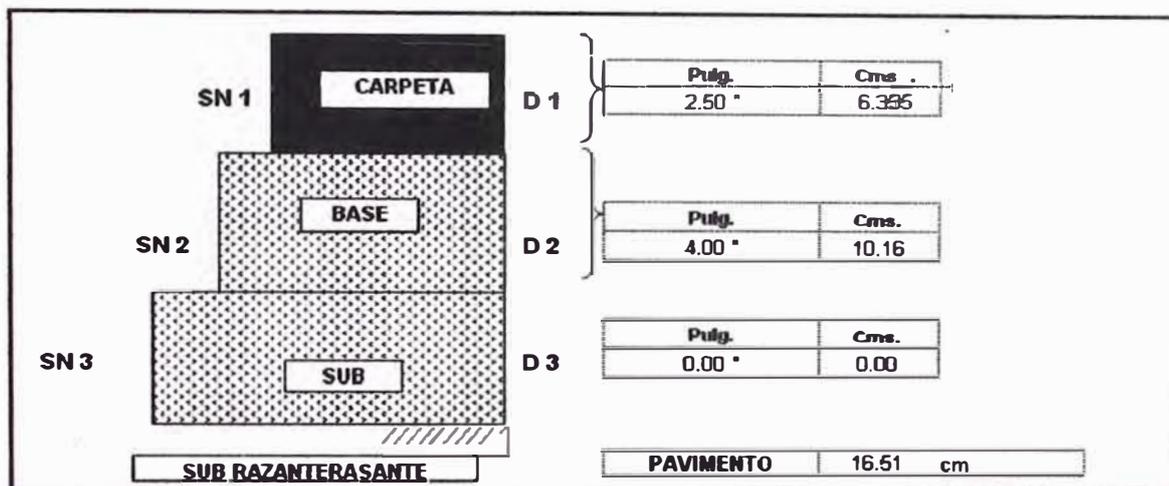
**CUADRO 38: ALTERNATIVAS ESPESORES DE PAVIMENTO**

	1ra Opción	2da Opción	3ra Opción
<b>D1</b>	2.50 "	2.00 "	2.00 "
<b>D2</b>	4.00 "	6.00 "	5.00 "
<b>D3</b>	0.00 "	0.00 "	0.00 "

**CUADRO 39: RESULTADOS DE NUMEROS ESTRUCTURALES  
DE LA ECUACIÓN PARA OBTENER LOS ESPESORES**

	1ra Opcion	2da Opcion	3ra Opcion
SN	$a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$	$a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$	$a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$
1.68	1.67	1.76	1.61

Con los resultados obtenidos en el cuadro se elige el valor más cercano al Numero estructural, entonces escogemos la primera opción.



**FIGURA 15: ESPESORES DE LA ESTRUCTURA**

**Calculo del refuerzo requerido para el periodo de diseño de 10 - 20 años**

Se calculará el Numero Estructural correspondiente al periodo de diseño de 10-20 años se utilizara un programa de la Ecuación ASSHTO.

Remplazando los valores siguientes en la hoja de cálculo hallamos SN:

**CUADRO 40: NÚMERO ESTRUCTURAL PERIODO 10 a 20 AÑOS**

USO DE FÓRMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
<b>W<sub>18</sub> (10-20 años)</b>	51,111.54
<b>Z<sub>r</sub></b>	-1.645
<b>S<sub>o</sub></b>	0.45
<b>ΔPSI</b>	2.00
<b>Sub Rasante(Mr)</b>	51111.54
<b>SN=1.76</b>	

**CUADRO 41: RESUMEN DE SN**

<b>RESUMIENDO</b>	
SN (0-10 años) =	1.68
SNreq (10-20años) =	1.76

Calculamos W 18'

**CUADRO 42: CONSIDERACION DEL ΔPSI**

<b>USO DE FÓRMULA CON EL PROCEDIMIENTO</b>	
<b>SN (0-10 años)</b>	1.68
<b>Zr</b>	-1,645
<b>So</b>	0,45
<b>ΔPSI</b>	2,70
<b>Sub Rasante(Mr)</b>	14,100.00

Donde:  $W 18' = 42003$

**Cálculo de la vida Remanente**

$$RL = 100 * (1 - W_{18} / W_{18}') = 5.44$$

$$FC = 0,85 \text{ (DE TABLA)}$$

$$SN_{rem} = FC * SN_{(0-10)} = 1.40$$

$$SN_{ref} = SN_{(10-20)} - SN_{rem} = 0.36$$

$$\text{Refuerzo} = SN_{ref} / 0.42 * 2.54 = \mathbf{(2.16 \text{ cm})}$$

Resumiendo los resultados de los cálculos realizados para el periodo de diseño propuesto:

**CUADRO 43: RESUMEN DE ESPESOR DE LA ESTRUCTURA Y REFUERZO**

	DISEÑO DEL PROYECTO EN DOS ETAPAS			
	PARA 0-10 AÑOS		PARA 10-20 AÑOS	
	Pulg.	Cms.	Pulg.	Cms.
<b>CARPETA</b>	2.50 "	6.35	0.85 "	2.16
<b>BASE</b>	4.00 "	10.16	4.00 "	10.16
<b>SUB BASE</b>	0.00 "	0.00	0.00 "	0.00

**b) Análisis de diseño por capas**

$$Mr = 30,000 \text{ psi}$$

$$CBR = 14.7 \text{ al } 100\%$$

Con este dato calculamos  $SN_1 = 1.39$

Número estructural de la Sub rasante  $SN_2 = 1.67$  (igual a la anterior)

Luego :

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} = (1.39 / 0.42) = 3.31"$$

Entonces  $D^*_1 = 4"$

$$SN_1^* = a_1 * D^*_1 \geq SN_1 = 0.42 * 4 = 1.68 \geq 1.39$$

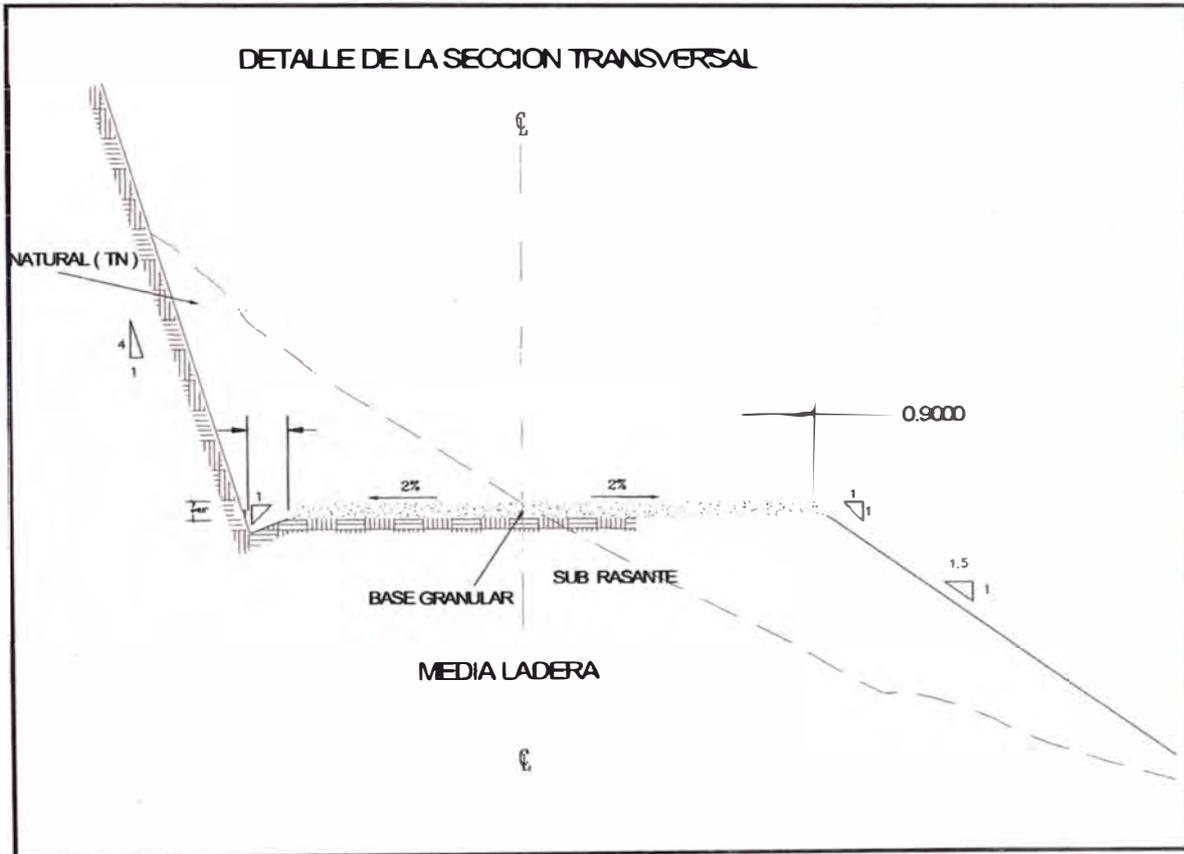
$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2} = \frac{1.67 - 1.68^*}{0.14 * 1.1} = -0.06"$$

Entonces  $D^*_2 = 0"$

Los espesores resultantes son:

Carpeta Asfáltica D1=4”  
Material de Base D2=0”

FIGURA 16: DETALLE DE LA SECCION DE LA VIA DEL TRAMO EN ESTUDIO



## CONCLUSIONES

1.- El diseño de la estructura de Pavimento Flexible se desarrolló mediante el método ASSHTO 1993, método empírico reconocido y utilizado internacionalmente en las que utiliza para los cálculos de diseño parámetros semejantes a la zona del presente estudio. Obteniendo como resultado en el diseño una estructura de base granular de espesor de 4"=10.16cm y un espesor de carpeta asfáltica de 2.5". Cumpliendo con los parámetros de espesores mínimos y procesos constructivos sugeridos en el cuadro 36.

2.-Los criterios considerados para la determinación de espesores de las capas de la estructura del pavimento, fueron tomar el menor espesor posible de las capas inmediatas superiores y que van de la mano con la parte económica del proyecto. Cuanto menos sea el espesor de la capa inmediato superior entonces se podría decir que el costo de la estructura del pavimento será menor.

3.-En el diseño del pavimento se obtuvo valores sólo para los espesores de la carpeta asfáltica y la base granular, entonces la resistencia (compresión y tensión) serán brindadas por las dos capas mencionadas.

4.-Del análisis del diseño de pavimento se obtuvo como resultado un número estructural de  $SN=1.68$ , dado los espesores mínimos recomendados, las condiciones del suelo de fundación actual (bueno a regular) y considerando para el diseño carreteras de bajo volumen de tránsito, no fue necesario considerar los espesores de sub base.

5.-El periodo de análisis para el diseño de la estructura del pavimento es de 20 años, en dos etapas de 0 - 10 y de 10 - 20 años, como resultado se obtuvo al término del periodo de 10 años un valor remanente en el número estructural, se tendría que reforzar la estructura con un espesor de 0.85" redondeando por procesos constructivos a 1"; este valor mínimo sería el refuerzo proyectado para que pueda cumplir satisfactoriamente la vida útil del proyecto, acompañado necesariamente de un programa de planificación de mantenimiento vial.

6.-Del estudio de tráfico se obtuvo un  $IMD=22$  (apoyado con los estudio desarrollado en el año 2005 por el Ministerio de Transportes), este valor refleja las condiciones de bajo volumen de tránsito que se desarrolla en el tramo de estudio Km 165+600 al Km 165+900.

7.-Para el diseño geométrico o mejoramiento del trazo de la carretera se tomaron y compararon los parámetros que establecen el Manual DG 2001 y el Manual de diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito. Considerando los valores de diseño que mas se ajusten a las condiciones de la zona ,con su respectivo margen de seguridad para los parámetros de velocidades directriz, radio mínimos, clasificación de la carretera, ancho de calzada mínimo,etc.

8.-Según los requerimientos de uso de la vía y las condiciones mínimos exigidas para el diseño del trazo geométrico, se obtuvo como resultado en el diseño un ancho de calzada de 7.60 m, con las condiciones actuales de la zona de un ancho promedio de 4.50m se planteó ampliar la vía hacia la zona interior ya que las condiciones de espacio de talud de relleno no permiten el desarrollo de muros de contención a lo largo de toda la Vía.

9.-Se aprovechará las condiciones actuales de pendientes y la buena estabilidad de taludes de la zona para el desarrollo de los cortes, siendo conservadores se tomará como pendientes de corte de talud el valor de  $H=1: V=4$ .

10.-La ejecución del proyecto de Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete Yauyos en el tramo Km 165+600 al Km 165+900, beneficiaran directamente al Centro Poblado de Alis, quienes tendrán mayor facilidades para el transporte de sus productos, conlleva al desarrollo Socio – económica, que esta reflejado por los valores obtenidos en los beneficios por ahorros en costo de mantenimiento y ahorro en costos de operación vehicular.

## RECOMENDACIONES

- 1.- Para que los resultados de diseño y de construcción propuestas cumplan satisfactoriamente .lo proyectado es muy importante que se realice una planificación, programación, priorización y ejecución de mantenimiento y conservación vial.
- 2.-Realizado el proyecto generara el aumento del IMD, ya que como alternativa propuesta es la pavimentación con carpeta asfáltica, recomendada para el desarrollo del proyecto.
- 3.-Se recomienda para procedimiento de Diseño Estructural a través de un Diagrama de Flujo del mismo teniendo como datos de entrada: el trafico, la las condiciones del suelo de fundación y los materiales emplear.
- 4.-Se recomienda para las condiciones de clima y a las características del proyecto el uso de la carpeta Asfáltica CAP PEN 120/150 cuyas especificaciones están anexadas al informe.
- 5.-Que el grado de compactación, indicado en las Especificaciones Técnicas se determine, además de otros puntos, en los bordes de la sección teórica de cada capa, para garantizar la estabilidad y duración de la estructura correspondiente.
- 6.- En términos generales, para la construcción de las estructuras de pavimento, se debe garantizar que el suelo de subrasante esté libre de basura o algún material contaminante, y nivelada adecuadamente.
7. Se debe verificar periódicamente los materiales a utilizar en la obra, realizando previamente ensayos de laboratorio; además, durante el proceso constructivo se debe realizar el control de calidad con ensayos de campo y laboratorio.
- 8.- El concepto para obtener una buena distribución de esfuerzos intergranulares a través de las capas estructurales se basa en que dichas capas están bien drenadas. Cuando las capas estructurales están completamente saturadas la transmisión de esfuerzos que se genera cuando, se inicia el paso de las cargas

vehiculares, se da en forma casi completamente vertical, en consecuencia, el esfuerzo que le es transmitido directamente a la sub rasante es casi igual al que sé esta generando en la superficie de rodadura, debido a que el agua es incompresible.

9.-Los ensayos de laboratorio deben simular las verdaderas condiciones de trabajo de campo, con el fin de obtener el producto deseado.

10.-Los valores obtenidos en el diseño de pavimentos para el presente estudio, son aplicados para el tramo Km 165+600 al 165+900 (valores referenciales), si quisiera considerar para toda la carretera y obtener un diseño mas preciso, tendrá que hacerse en campo un relevamiento de información utilizando equipos de mayor precisión (teodolito, GPS, densímetro nuclear, etc.) y mayores ensayos (densidad de campo, ensayo triaxial, mayor cantidad de calicatas).

## BIBLIOGRAFÍA

CÁCERES DOMINGUEZ JOSÉ JORGE; ESTUDIO DE SUELOS, CANTERAS Y PAVIMENTOS; TESIS UNI-FIC, LIMA 2002

HUAMAN GUERRERO, NESTOR; MANUAL DE PAVIMENTOS ASFALTICOS , LIMA 2007

JUAREZ BADILLO, EULALIO; MECANICA DE SUELOS – TOMO I; EDITORIAL LIMUSA, MEXICO, 1973..

MANUAL AASHTO 1993, GUIA AASHTO PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, LIMA MAYO DE 1997.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, PROVIAS NACIONAL, ESTUDIOS DE PREINVERSION A NIVEL DE FACTIBILIDAD: ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, MTC AGOSTO 2005

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS EG-2000/MTC, LIMA 2000

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO PARA CARRETERAS DG 2001/MTC, LIMA 2001

## ANEXOS

ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO 2: PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CANTERAS.

ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TECNICAS BASE GRANULAR,  
IMPRIMANTE, CARPETA ASFALTICA.

ANEXO 4: METRADOS Y PRESUPUESTOS DE ALTERNATIVA PROPUESTA

ANEXO 5: DISEÑO GEOMETRICO

ANEXO 6: DIMENSIONES DEL MURO DE SOSTENIMIENTO

ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO

## **ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO**



# GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS  
 CONTROL DE PAVIMENTOS  
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO

## ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

AASHTO T-11, T-27 y T 88 ASTM D-1843  
 CERTIFICADO N° 047.GEO-2009

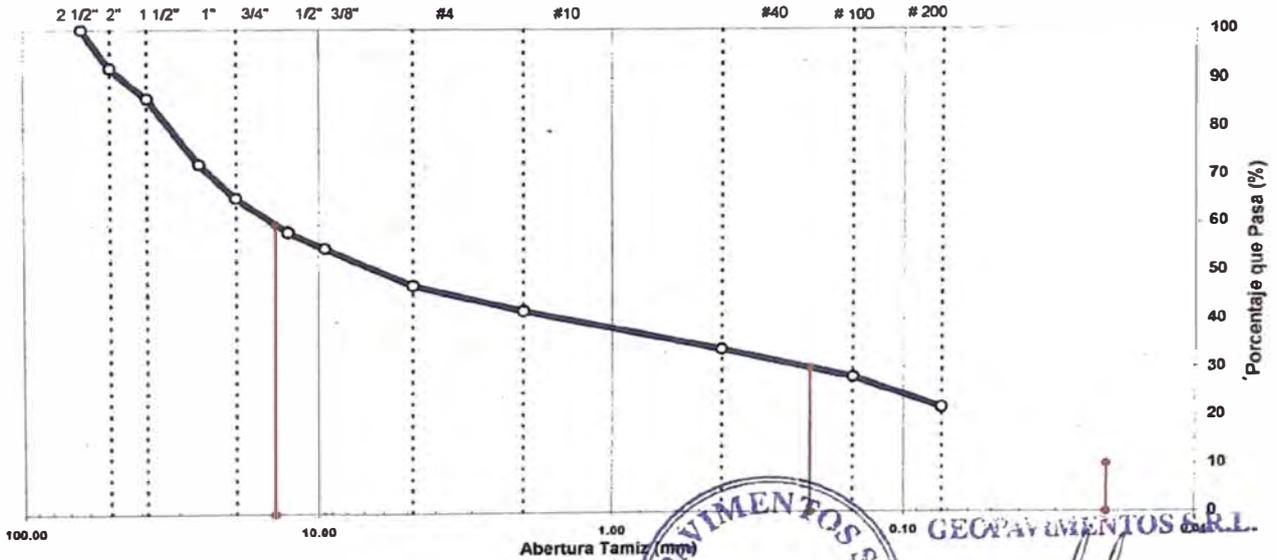
PROYECTO : Carretera Lunahuana Desvío Yauyos - Chupaca Tramo Desvío Yauyos - Ronchas  
 SOLICITANTE: Ing. Angel Lucio Montes Valderrama  
 CALICATA : C-1 (M-1)

PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 metros  
 TECNICO : A. GARAY A.  
 ING. RESP. : J. ORTIZ T.  
 FECHA : 22/04/2009

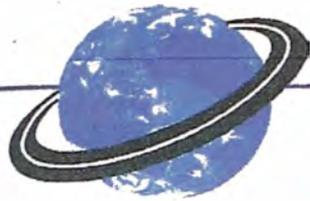
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 7,780.0 gr
2 1/2"	63.500				100.0		PESO LAVADO = gr
2"	50.800	605.0	7.8	7.8	92.2		PESO FINO = gr
1 1/2"	38.100	484.0	6.2	14.0	86.0		LIMITE LIQUIDO = 36.79 %
1"	25.400	1,056.0	13.6	27.6	72.4		LIMITE PLASTICO = 24.63 %
3/4"	19.100	545.0	7.0	34.6	65.4		INDICE PLASTICO = 12.17 %
1/2"	12.700	558.0	7.2	41.8	58.3		CLASF. AASHTO = A-2-6 (0)
3/8"	9.520	262.0	3.4	45.1	54.9		CLASF. SUCS = GC
1/4"	6.350						MAX. DENS. SECA = 1.91 gr/cc
# 4	4.760	601.0	7.7	52.8	47.2		HUMEDAD OPT. = 13.4 %
# 8	2.360						CBR AL 100% 0.1" = 14.7 %
# 10	2.000	408.0	5.2	58.1	41.9		
# 16	1.190						Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado % 200
# 20	0.840						7,780.0 6,085.0 21.8
# 30	0.590						
# 40	0.420	622.0	8.0	66.1	33.9		EBUIM. ARENA = %
# 50	0.300						ABRASION = %
# 100	0.249	451.0	5.8	71.9	28.1		S.S.T. = ppm
# 200	0.074	493.0	6.3	78.2	21.8		HUMEDAD NATURAL P.S.H. P.S.S % Humd.
< # 200	FONDO	1,695.0	21.8	100.0			725.2 643.7 12.7%
FRACCION TOTAL		3,669.0					
TOTAL		7,780.0					

DESCRIPCION DEL SUELO : Grava Arcillosa con plasticidad media con humedad baja.

### CURVA GRANULOMETRICA



ING. JAVIER ORTIZ TORRES  
 Jefe de Laboratorio de  
 Ensayo de Materiales  
 Registro CIP. 63403



# GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS  
 CONTROL DE PAVIMENTOS  
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

AASHTO T-89 y T-90 ASTM D-424

CERTIFICADO N° 048.GEO-2009

PROYECTO : Carretera Lunahuana Desvío Yauyos - Chupaca Tramo Desvío  
 Yauyos - Ronchas  
 SOLICITANTE: Ing. Angel Lucio Montes Valderrama  
 CALICATA : C-1 (M-1)

PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 metros  
 TECNICO : A. GARAY A.  
 ING. RESP. : J. ORTIZ T.  
 FECHA : 22/04/2009

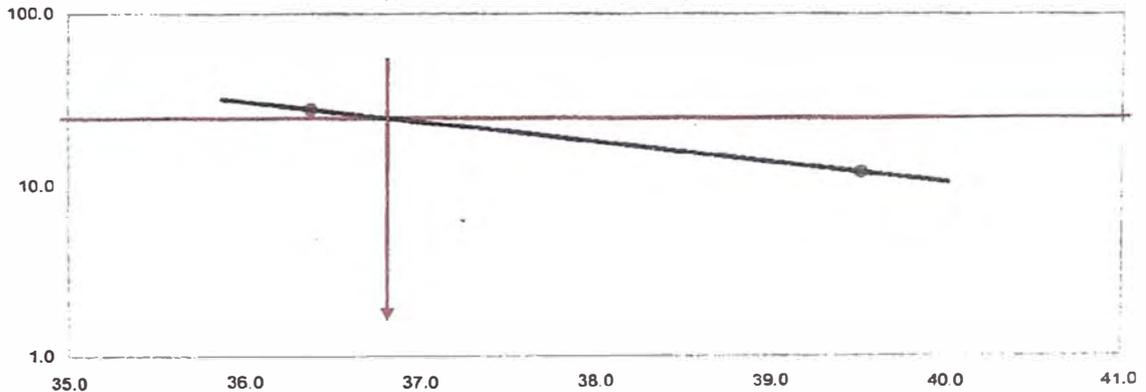
### LIMITE LIQUIDO

	13	15		
N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO	44.12	47.05		
TARRO + SUELO SECO	35.12	38.00		
AGUA	9.00	9.05		
PESO DEL TARRO	12.34	13.12		
PESO DEL SUELO SECO	22.78	24.88		
% DE HUMEDAD	39.51	36.37		
N° DE GOLPES	12	28		

### LIMITE PLASTICO

	4	5		
N° TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO	19.55	18.33		
TARRO + SUELO SECO	18.06	17.04		
AGUA	1.49	1.29		
PESO DEL TARRO	12.00	11.81		
PESO DEL SUELO SECO	6.06	5.23		
% DE HUMEDAD	24.59	24.67		

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	36.79
LIMITE PLASTICO	24.63
INDICE DE PLASTICIDAD	12.17

### OBSERVACIONES

--



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

ING. JAVIER ORTIZ TORRES  
 Jefe de Laboratorio de  
 Ensayo de Materiales  
 Registro CIP. 63403



# GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS  
 CONTROL DE PAVIMENTOS  
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

AASHTO T-191-61 & T-224-67 ASTM D-1557

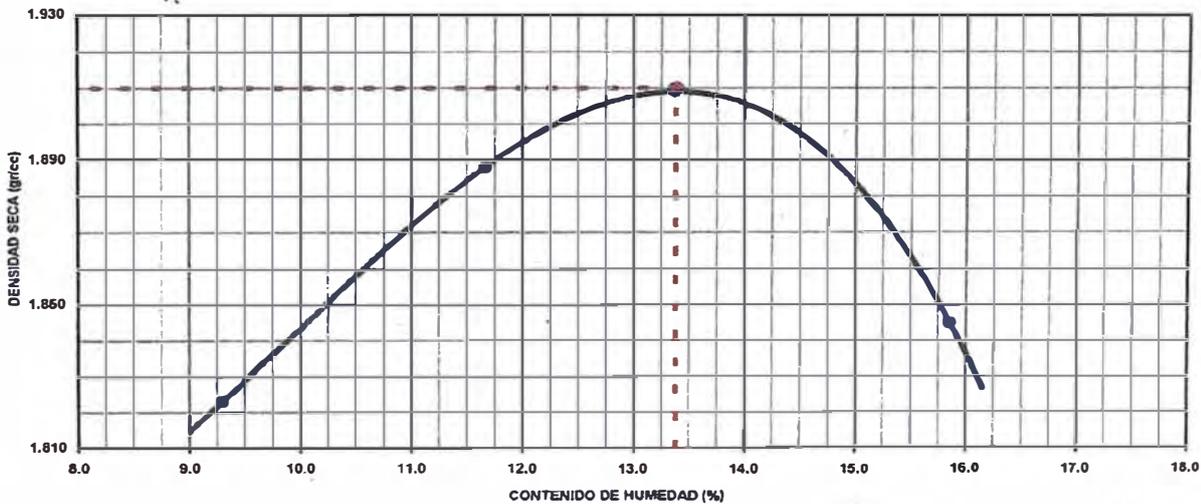
CERTIFICADO N° 049.GEO-2009

**PROYECTO** : Carretera Lunahuana Desvío Yauyos - Chupaca Tramo Desvío  
 Yauyos - Ronchas  
**SOLICITANTE** : Ing. Angel Lucio Montes Valderrama  
**CALICATA** : C-1 (M-1)

**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 0.80 metros  
**TECNICO** : A. GARAY A.  
**ING. RESP.** : J. ORTIZ T.  
**FECHA** : 21/08/2008

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2105			PESO DEL MOLDE (gr.)		2815	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4			
PESO SUELO + MOLDE	7010	7253	7370	7315			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4195	4438	4555	4500			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.99	2.11	2.16	2.14			
RECIPIENTE Nro.	03	53	50	37			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	267.2	255.1	263.2	291.0			
PESO SUELOS SECO + TARA	238.6	230.3	234.3	253.6			
PESO DE LA TARA	38.6	17.7	18.2	17.7			
PESO DE AGUA	18.6	24.8	28.9	37.4			
PESO DE SUELO SECO	200.0	212.6	216.1	235.9			
CONTENIDO DE AGUA	9.3	11.7	13.4	15.9			
PESO VOLUMETRICO SECO	1.82	1.89	1.91	1.85			
<b>DENSIDAD MAXIMA SECA:</b>	<b>1.91 gr/cc</b>			<b>HUMEDAD OPTIMA:</b>		<b>13.4 %</b>	

### GRAFICO DEL PROCTOR - METODO "C"



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

ING. JAVIER ORTIZ TORRES  
 Jefe de Laboratorio de  
 Ensayo de Materiales  
 Registro CIP. 63403



# GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS  
CONTROL DE PAVIMENTOS  
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO

## ENSAYO DE CBR AASHTO T-193 ASTM D-1883 CERTIFICADO N° 050.GEO-2009

PROYECTO : Carretera Lunahuana Desvío Yauyos - Chupaca T ramDesvío Yauyos - Ronchas	PROFUNDID : 0.00 - 0.80 metros
SOLICITANTE : Ing. Angel Lucio Montes Valderrama	TECNICO : A. GARAY A.
CALICATA : C-1 (M-1)	ING. RESP. : J. ORTIZ T.
	FECHA : 21/08/2008

	23A		24A		27A	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	56		25		12	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9625		8690		8500	
Peso de molde (gr)	5024		5294		4338	
Peso del suelo húmedo (gr)	4601		4396		4162	
Volumen del molde (cm3)	2123		2123		2105	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.17		2.07		1.98	
Humedad (%)	13.5		13.3		13.4	
Densidad seca (gr/cm3)	1.91		1.83		1.74	
Tarro N°	49		60		25	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	285.6		256.3		302.5	
Tarro + Suelo seco (gr)	253.6		228.3		269.0	
Peso del Agua (gr)	32.0		28.0		33.5	
Peso del tarro (gr)	17.2		18.0		18.2	
Peso del suelo seco (gr)	236.4		210.3		250.8	
Humedad (%)	13.5		13.3		13.4	
Promedio de Humedad (%)	13.5		13.3		13.4	

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
22/04/2009														
23/04/2009														
24/04/2009					1.1				1.4					1.7

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. Lb/pulg²	MOLDE N° 23A				MOLDE N° 24A				MOLDE N° 27A			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	Lb/pulg²	Lb/pulg²	%	Dial (div)	Lb/pulg²	Lb/pulg²	%	Dial (div)	Lb/pulg²	Lb/pulg²	%
0.025		13	34			8	22			3	9		
0.050		31	79			19	49			7	19		
0.075		45	114			29	74			10	27		
0.100	1000	60	152	147	14.7	42	107	103	10.3	15	39	42	4.2
0.150		82	206			60	152			27	69		
0.200	1500	105	264	268	17.8	79	199	196	13.1	37	94	90	6.0
0.250		132	331			92	231			43	109		
0.300		164	385			105	264			51	129		
0.400						117	293			62	157		
0.500													



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

ING. JAVIER ORTIZ TORRES  
Jefe de Laboratorio de  
Ensayo de Materiales  
Registro C.I.P. 63403



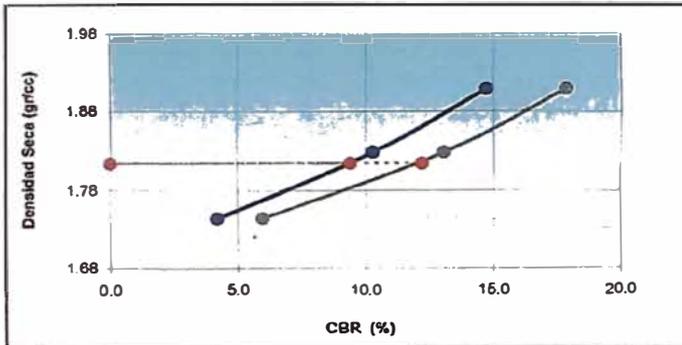
# GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS  
 CONTROL DE PAVIMENTOS  
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO

## ENSAYO DE SOPORTE DE CALIFORNIA AASHTO T-193 ASTM D-1883 ANEXO AL CERTIFICADO N° 050.GEO-2009

<b>PROYECTO</b>	: Carretera Lunahuana Desvío Yauyos - Chupaca Tramo Desvío Yauyos - Ronchas	<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.00 - 0.80 metros
<b>SOLICITANTE</b>	: Ing. Angel Lucio Montes Valderrama	<b>TECNICO</b>	: A. GARAY A.
<b>CALICATA</b>	: C-1 (M-1)	<b>ING. RESP.</b>	: J. ORTIZ T.
		<b>FECHA</b>	: 21/08/2008

### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

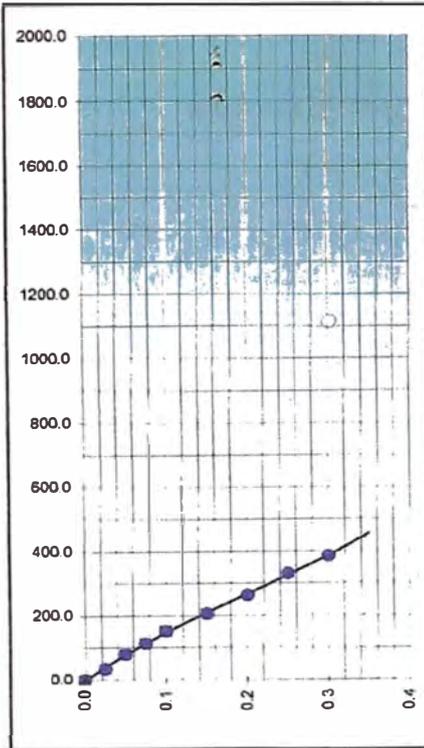


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.7	0.2": 17.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 9.4	0.2": 12.2

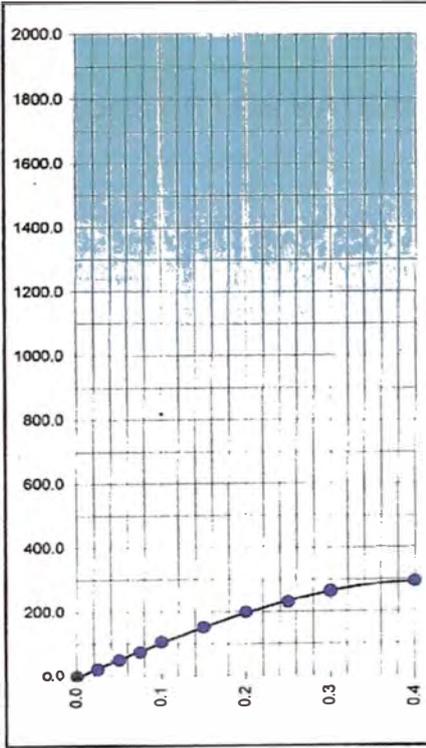
<b>DATOS DEL PROCTOR :</b>	
Densidad Seca	1.91 gr/cc
Optimo Humedad	13.4 %

**OBSERVACIONES:**

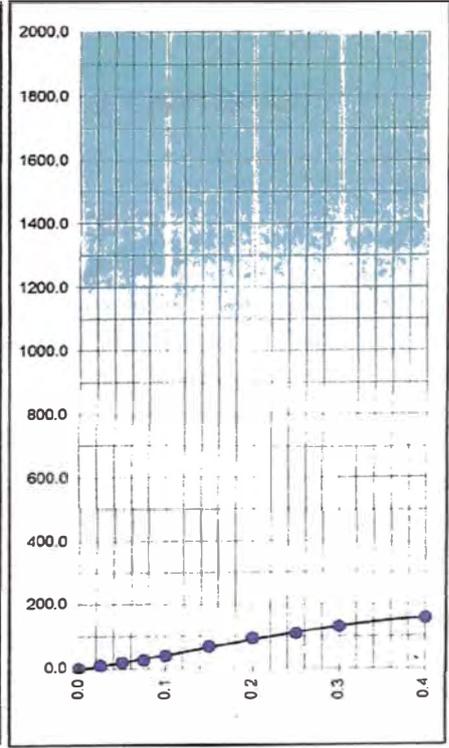
EC = 66 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

ING. JAVIER ORTIZ TORRES  
 Jefe de Laboratorio de  
 Ensayo de Materiales  
 Registro CIP. 63403

**ANEXO 2: PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CANTERAS.**

## PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CANTERAS.

En el tramo Lunahuaná - Huancayo se han seleccionado y estudiado los materiales de veintidós (22) canteras, ubicadas a lo largo y próximo al tramo, según se indica en el Esquema de Ubicación de Canteras. El material predominante de estos depósitos es granular, con escaso material fino (que pasa la malla # 200), de baja plasticidad y con buena capacidad de soporte (C.B.R.) cuyos valores, en general, superan el 30%

A continuación detallamos las características de los materiales de las canteras estudiadas:

### CANTERA JACAYA.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 53+500, lado derecho.

El material de esta cantera es granular, de partículas subangulosas, con escaso material fino, menor de la malla # 200, de mediana plasticidad, con clasificación SUCS GM, GC, SM, SC ó A-1b(0), A-2-4 (0) (AASHTO) respectivamente, con ensayos especiales aptos para ser usados como material de subbase y relleno. La potencia ó volumen explotable es de 396,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA HUAGIL.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 58+170, lado derecho.

El material de ésta cantera es arena con gravas subangulosas, con regular porcentaje de finos –menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad, con clasificación de GC-GM, SC, SC-SM (SUCS) ó A-1b (0), A-2-6 (0) (AASHTO). Este material podrá emplearse en Sub-base y Relleno únicamente.

La potencia de la zona estudiada es aproximadamente 480,000 m<sup>3</sup>, con un 90% de rendimiento.

### CANTERA CASCAJAL.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 64+000 lado izquierdo de la vía.

El material de ésta cantera es granular, de partículas angulosas a subangulosas, con escaso material fino, -menor de la malla N° 200- no plástico o de baja plasticidad, con clasificación SUCS de GP-GM, GW-GM, GC-GM, GP-GC ó A-1a(0), A-1b(0) , A-2-4(0), en clasificación AASHTO respectivamente, con

ensayos especiales satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto de Cemento, Base, Sub-base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 1'250,000 m<sup>3</sup> con un 90% de rendimiento.

#### CANTERA MONTENEGRO.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 80+200, lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con regular porcentaje de material fino -menor de la malla N° 200-, de mediana plasticidad, con clasificación SUCS de GC, GP-GC, GC-GM ó A-2-4 (0), A-1a (0), A-1b (0) en clasificación AASHTO respectivamente. Este material podrá emplearse en Sub-base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 150,000 m<sup>3</sup>, con un 90% de rendimiento.

#### CANTERA RIO CAÑETE.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 81+850, lado izquierdo (margen izquierda del río Cañete).

El material de ésta cantera es típico de río (gravas redondeadas, cantos rodados), con escaso material fino -menor de la malla # 200-, sin plasticidad, con clasificación GW (SUCS) ó A-1a (0) (AASHTO), con ensayos especiales satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto de Cemento, Base, Sub-base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 15,000 m<sup>3</sup>, con un 90% de rendimiento.

#### CANTERA PIEDRA PRADO.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 81+900, lado derecho.

El material de esta cantera es granular, con partículas angulosas ó subangulosas, con arenas y limos, con escaso material fino -menor de la malla # 200-, N.P., con clasificación de GW-GM (SUCS) ó A-1a (0) (AASHTO), con ensayos especiales satisfactorios para su uso en Sub-base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 120,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA ESPUY.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 88+500, lado izquierdo.

El material de ésta cantera es granular, con partículas subangulosas, con arenas, limos y arcillas, con regular porcentaje de finos -menor de la malla # 200-, entre no plástico y medianamente plástico, con clasificación GW-GM, GC-GM, GC (SUCS) ó A-1a (0), A-1b (0), A-2-4 (0) (AASHTO) respectivamente. El material de ésta cantera podrá ser utilizado solamente para Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 375,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA CUNCUBAYI.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 102+500, lado izquierdo.

El material de ésta cantera es granular, con partículas subangulosas a angulosas, con arenas y limos, con material fino -menor de la malla # 200-, en regular porcentaje, de mediana plasticidad, con clasificación GM, GC-GM (SUCS) ó A-1b (0), A-2-4 (0) (AASHTO) respectivamente. Este material de ésta cantera podrá emplearse para Relleno únicamente.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 312,500 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA CUNCUBAY II.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 103+200, lado izquierdo.

El material de ésta cantera es granular, con partículas subangulosas, con arenas y limos, con material fino -menor de la malla # 200-, en regular porcentaje, de mediana

plasticidad, con clasificación GC-GM, SC-SM (SUCS) ó A-1b (0) (AASHTO).

Este material podrá emplearse para Sub-base y Relleno únicamente.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 165,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA TAUMATA.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 115+200, lado izquierdo.

El material de ésta cantera está compuesto por arenas y gravas de partículas subangulosas, con regular porcentaje de material fino (limos), entre no plástico y

baja plasticidad, con clasificación SP, SM, SC-SM (SUCS) ó A-1b (0) (AASHTO). Este material podrá emplearse para Sub-base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 60,000 m<sup>3</sup> , con 90% de rendimiento.

#### CANTERA RUMICHACA I.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 136+200, lado izquierdo.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con escasa cantidad de finos –menor de la malla # 200-, con clasificación GP, GC, GW-GC, SW-SC (SUCS) ó A-1a (0), A-2-4 (0) (AASHTO), con ensayos especiales satisfactorios para Sub-Base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 105,000 m<sup>3</sup> , con 90% de rendimiento.

#### CANTERA RUMICHACA II.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 136+800, lado izquierdo.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con bajo porcentaje de finos –menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad a no plástico, con clasificación GP-GC, GW-GC, GW (SUCS) ó A-1a (0), A-2-4 (0) (AASHTO), con ensayos especiales satisfactorios para Sub-Base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 93,600 m<sup>3</sup> , con 90% de rendimiento.

#### CANTERA HUANTAN.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 138+800, lado izquierdo.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con material fino –menor de la malla # 200- en escaso porcentaje, de plasticidad media a no plástico, con clasificación GP-GM, GW-GC, GP-GC, GC (SUCS) ó A-1a (0), A-2-6 (0), A-2-4 (0) (AASHTO) respectivamente, con ensayos especiales satisfactorios para Base, Sub-Base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 135,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA AHUICHO.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 152+500, lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y regular porcentaje de finos –menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad, con clasificación GP-GC, GC (SUCS) ó A-2-6 (0) (AASHTO). El material de ésta cantera será utilizado únicamente como Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 150,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA PACCHA.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 174+500 siguiendo el trazo de la carretera actual (el cual no es el trazo del proyecto), por tanto ha quedado un tanto alejado del trazo del proyecto.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y poco material fino -menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad con clasificación GP-GC, GC, GC-GM (SUCS) ó A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0) (AASHTO). Este material podrá emplearse para Sub-Base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 70,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA OPCIONAL.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 177+400 siguiendo el trazo de la vía actual (no está dentro del trazo del proyecto), hacia el lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y finos variando entre ligero a regular porcentaje, material menor de la malla # 200 de mediana plasticidad, con clasificación entre GP-GM, GM, GC, SM (SUCS) ó A-2-4 (0), A-2-6 (0), A-2-6 (1), A-6 (1), A-7-6 (2) (AASHTO). Este material podrá emplearse para Sub-Base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada, es de aproximadamente 120,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

### CANTERA CHAUCHA.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 187+000 siguiendo el trazo de la carretera actual (no se encuentra dentro del trazo del proyecto), hacia el lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, compuesto de gravas angulosas a sub angulosas, con arenas, regular porcentaje de finos –material menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad, con clasificación SC, SC-SM, GC-GM, GC ó A-1b (0),

A-2-4 (0), A-2-6 (0), A-4 (2) (AASHTO) respectivamente. El material de ésta cantera se utilizará para Sub-Base y Relleno.

La potencia o volumen explotable se ha estimado en 150,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento del 90%

### CANTERA SHICUY.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 207 + 000, lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, de partículas angulosas a sub angulosas, con arenas y finos –material menor de la malla # 200-, en ligero a regular porcentaje, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación de GP-GC, GM, SM ó A-2-4 (0), A-4 (1) (AASHTO) . El material de ésta cantera será utilizado para Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 540,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento del 90%.

### CANTERA HUAMIN LOMA.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 224+000, lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas y ligero porcentaje de finos –material menor de la malla # 200-, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación GP-GM, GW-GC, GC ó A-1a (0), A-2-7 (0) (AASHTO). El material de ésta cantera se utilizará para Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 375,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento de 90%.

### CANTERA SAN BLAS.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 234+500, lado izquierdo.

El material de ésta cantera está compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas y bajo porcentaje de finos –material menor de la malla # 200, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación GW-GM, GM, GC, GC-GM, SC ó A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0) (AASHTO), con ensayos especiales satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto de Cemento, Base, Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 540,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento del 90%.

### CANTERA MALAPAMPA.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 248+500, lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas, de bajo a regular porcentaje de finos -material menor de la malla # 200-, medianamente plástico, con clasificación GW-GM, GW-GC, GC ó A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0), A-2-7 (0) (AASHTO). El material de ésta cantera será utilizado en Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 175,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento del 90%.

### CANTERA CHUPACA.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 250+800 de la vía actual, fuera de la zona variante de Chupaca.

El material de ésta cantera está compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas, de bajo a regular porcentaje de finos –material menor de la malla # 200-, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación GP-GM, GW-GM, GP-GC, SM ó A-1a (0), A-2-4 (0) (AASHTO). El material de ésta cantera será utilizado para Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 100,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento de 90%.

**ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TECNICAS BASE GRANULAR,  
IMPRIMANTE, CARPETA ASFALTICA.**

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS BASE GRANULAR, IMPRIMANTE, CARPETA ASFALTICA.**

### **Base Granular**

#### **Descripción**

**305.01** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una sub base, 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**

**305.02** Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la Subsección 300.02 de la Norma .

#### **Equipo**

**305.03** Se aplican las condiciones generales establecidas en la Subsección 300.03 de este documento, con la salvedad de que la planta de trituración, con unidades primaria y secundaria, como mínimo, es obligatoria.

#### **Requerimientos de Construcción**

##### **305.04 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.04. Para las Vías de Primer Orden los materiales de base serán elaborados en planta, utilizando para ello dosificadoras de suelo. Para este tipo de vías no se permitirá la combinación en patio ni en vía mediante cargadores u otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

### **305.05 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.

### **305.06 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.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de acuerdo con el Supervisor y en ellas se probará el equipo y el plan de compactación.

El Supervisor tomará muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

### **305.07 Transporte y colocación de material**

Los agregados para afirmados 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. Además de evitar que el material se contamine con otros materiales o sufra alteraciones por factores climáticos o sufran daños o transformaciones perjudiciales. Cada agregado diferente deberá acopiarse por separado, para evitar cambios en su granulometría original. Los últimos quince centímetros (15 cm) de cada acopio que se encuentren en contacto con la superficie natural del terreno no deberán ser utilizados, a menos que se hayan colocado sobre éstas lonas que prevengan la contaminación del material de acopio.

### **305.08 Extensión y mezcla del material**

Para vías distintas a las de Primer Orden, 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.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.

### **305.09 Compactación**

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

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

### **305.10 Apertura al tránsito**

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie.

### **305.11 Conservación**

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

### **305.12 Aceptación de los Trabajos**

#### **(a) Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la Sección 103.
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la Subsección 300.02 y en la respectiva especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba en el caso de subbases y bases granulares o estabilizadas.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ello sea

necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.

- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras de subbases y bases.

### (b) Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la Tabla 305-5.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 305.02.

No se permitirá que a simple vista el material presente restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado

### Ensayos y Frecuencias

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 <sup>3</sup>	Cantera
	Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m <sup>3</sup>	Cantera
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	750 m <sup>3</sup>	Cantera
	Desgaste Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	D 5821		2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	D 4791		2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m <sup>3</sup>	Pista
	Compactación	MTC E 117	D 1556	T 191	250 m <sup>2</sup>	Pista
		MTC E 124	D 2922	T 238		

### 305.13 Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

#### (a) Compactación

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis ( 6 ) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por cientos ( 100% ) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De)

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en  $\pm 1.5$  % respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado.

En caso de no cumplirse éstos requisitos se rechazará el tramo. Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas. Previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

#### (b) Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed) más o menos 10 milímetros  $\pm 10$  mm).

$$e_m \geq e_d \pm 10 \text{ mm}$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual ( $e_i$ ) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento ( 95% ) del espesor de diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$e_i > 0.95 e_d$$

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la base granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costa, y a plena satisfacción del Supervisor.

### **(c) Lisura**

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros ( 10 mm ) para cualquier punto. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

### **305.14 Ensayo de deflectometría sobre la base terminada**

Una vez terminada la construcción de la subbase granular, el Contratista, con la verificación de la Supervisión, efectuará una evaluación deflectométrica, aplicando las condiciones mencionadas en la Subsección 205.20.

### **Pago**

**305.16** Se aplica lo especificado en la Subsección 300.10 especificado en la Norma.

## Imprimación Asfáltica

### Descripción

**401.01** Bajo este ítem, el Contratista debe suministrar y aplicar material bituminoso a una base o capa 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 pavimento asfáltico.

### Materiales

**401.02** El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el siguiente:

Podría ser admitido el uso de Asfalto líquido, de grados MC-30, MC-70 ó MC-250 que cumpla con los requisitos de la Tabla N° 400-5.

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 m<sup>2</sup> de material bituminoso, debe estar comprendido entre 0,7 - 1,5 lt/m<sup>2</sup> para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm por lo menos, verificándose esto cada 25m.

### Equipo

**401.03** Se aplica lo especificado en la Subsección 400.03 según Norma .

### Requerimientos de Construcción

#### **401.04** Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 10°C y la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión de la Supervisión, se vean favorables (no lluviosos, ni muy nublado).

#### **401.05** Preparación de la Superficie

La superficie de la base que debe ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas

en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la Base Granular.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario.

#### **401.06 Aplicación de la Capa de Imprimación**

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Contratista dispondrá de cartones o papel grueso que acomodará en la Base antes de imprimir, para evitar la superposición de riegos, sobre una área ya imprimada, al accionar la llave de riego debiendo existir un empalme exacto. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por el Supervisor. En general, el régimen debe estar entre 0,7 a 1,5 lts/m<sup>2</sup>, dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base.

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla N° 400-7, y será aplicado a la temperatura que apruebe el Supervisor.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. El Contratista debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios. Algún área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera conectada al distribuidor.

#### **401.07 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.

#### **401.08 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 si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la

base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

#### **401.09 Aceptación de los trabajos**

##### **(a) Controles**

Se aplica todo lo que sea pertinente de la Subsección 400.07(a)

##### **(b) Calidad del material asfáltico**

A la llegada de cada camión termotanque con cemento asfáltico para el riego, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en las Subsecciones 400.02(c) ó 400.02(d) de la Sección 400 de las presentes especificaciones, según el material bituminoso que se esté utilizando.

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante. En el caso de empleo de asfalto diluido, el Supervisor comprobará mediante muestras representativas (mínimo una muestra por cada 9000 galones o antes si el volumen de entrega es menor), el grado de viscosidad cinemática del producto, mientras que si está utilizando emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de agua y penetración del residuo. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en las Tablas N° 400-4, 400-5 ó 400- 6, según el caso de estas especificaciones.

##### **(c) Dosificación**

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

### **Medición**

**401.10** Se aplica lo indicado en la Subsección 400.08(a) de este documento. El precio incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.

El material bituminoso se medirá de acuerdo al tipo de material y régimen de riego aprobado por el Supervisor aplicado al área establecida según Subsección 400.08(a) de este documento.

### **Pago**

**401.11** Se aplica lo indicado en la Subsección 400.09 de este documento.

El material bituminoso se pagará de acuerdo con el tipo de material utilizado y según lo establecido en la Sección 421 o 422 de este documento.

<b>Item de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
401.A Imprimación Asfáltica	Metro cuadrado(m <sup>2</sup> )

### **Pavimento de Concreto Asfáltico Caliente**

#### **Descripción**

##### **410.01 Generalidades**

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente y, construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación.

Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

Las mezclas asfálticas que se especifican en esta sección corresponden a dos tipos:

(a) Mezcla Asfáltica Normal (MAC) .Mezcla que se recomienda para nuestro tramo en estudio.

(b) Mezcla Superpave Nivel 1

## **Materiales**

**410.02** Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

### **(a) Agregados Minerales Gruesos**

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.02(a).

### **(b) Agregados minerales finos**

Se aplica lo que es válido al respecto de la Subsección 400.02(a). Adicionalmente deberá cumplir con los requerimientos de la Tabla N° 410-3.

### **(c) 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 según lo establecido en el acápite (a) y (b) de esta Subsección 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 deleznable 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.

### **(d) 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, no plástica que deberá cumplir la norma AASHTO M-303 y lo indicado en la Sección 423.

De no ser cal, será polvo de roca.

La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.

#### **(e) Cemento Asfáltico**

El Cemento Asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la Subsección 400.02(b) de este documento.

#### **(f) Fuentes de Provisión o Canteras**

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.04 de este documento. Adicionalmente 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.

Las muestras de cada uno de estos, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

#### **Equipo**

410.03 Se aplica lo indicado en la Subsección 400.03 de este documento.

Adicionalmente se deberá considerar lo siguiente:

- (a) Equipo para la elaboración de los agregados triturados
- (b) Planta mezcladora
- (c) Equipo para el transporte
- (d) Equipo para la extensión de la mezcla
- (e) Equipo de compactación
- (f) Equipo accesorio

## **Requerimientos de Construcción**

### **410.04 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 en la Tabla N° 410-9 y 410-10, según corresponda al tipo de mezcla que se produzca, de acuerdo al diseño del proyecto y lo indicado por el Supervisor.

### **410.06 Recomendaciones para mezclas asfálticas en climas fríos con altitud mayor de 3 000 m.s.n.m. y cambios muy marcados entre las máximas y mínimas temperaturas**

Para casos de pavimentos bituminosos ubicados en zonas con altitud mayor de 3 000 m.s.n.m. en que generalmente existen climas severos con alta pluviosidad y gradientes térmicas diarias altas, situación climática muy frecuente en el país, es preciso tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deberá proporcionar una mezcla rica en cemento asfáltico, de ser posible superior a 6%, sin embargo, ello dependerá de las condiciones propias de obra.
- El diseño de la mezcla deberá ser claramente indicado en el proyecto.
- Se recomienda el uso de cal hidratada, como material aglomerante, espesante de mezcla y mejorador de adhesividad.
- En caso de requerirse aditivos mejoradores de adhesividad del par agregado-bitumen será indicado en el Proyecto.

Estas recomendaciones prevalecerán sobre los usos, costumbre y criterios empleados rutinariamente para el proporcionamiento y diseño de mezclas asfálticas en caliente.

### **410.07 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.

#### **410.10 Elaboración de la mezcla**

Se aplica lo indicado en la Subsección 410.10 según la Norma.

#### **410.11 Transporte de la mezcla**

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Supervisor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.

#### **410.12 Extensión de la mezcla**

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo

intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal.

En los sitios en los que a juicio del Supervisor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones del Supervisor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a diez grados Celsius (10°C).

#### **410.13 Compactación de la mezcla**

La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta viscosidad - temperatura.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a

la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

#### **410.14 Juntas de trabajo**

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará una capa uniforme y ligera de asfalto antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

En casos de carreteras ubicadas por encima de 3 000 m.s.n.m. las juntas longitudinales deben ser efectuadas con el uso de dos distribuidores de asfalto trabajando simultáneamente en cada carril pavimentado. Esto permitirá obtener una junta monolítica y cerrada.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales y de quince centímetros (15 cm) en el caso de las longitudinales.

#### **410.16 Apertura al tránsito**

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

#### **410.17 Reparaciones**

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. El Contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

## **ANEXO 4: METRADOS Y PRESUPUESTOS DE ALTERNATIVA PROPUESTA**

**Presupuesto de Construcción**

**Obra:** AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM. 165+600 AL KM. 165+900

**Fórmula:** 01 TRAMO: ALIS (L=300 m.)

**Client:** MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES

**Costo al:** 01/05/2009

**Departamento:** LIMA

**Provincia:** YAUYOS **Distrito:** ALIS

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
100	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						
101.A	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1,00	194.882,28	194.882,28		
102.A	TRAZO Y REPLANTEO	KM	0,30	926,71	278,01		
103.A	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	MES	2,00	33.900,60	67.801,60	262.961,89	262.961,89
200	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	HA	0,12	3.365,09	403,81		
205.A1	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	218,36	3,42	746,79		
205.A2	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	253,65	24,99	6.338,71		
205.A3	CORTE EN ROCA FUA	M3	395,59	29,42	11.638,26		
208.A	REMOCION DE DERRUMBES	M3	844,00	4,88	4.118,72		
207.A	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	M2	1.071,32	1,01	1.082,03		
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLENES	M3	218,36	8,65	1.888,81		
220.B	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	22,17	268,23	5.946,66		
230.A	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENO	M3	784,16	10,06	7.888,65		
242.A	BANQUETAS PARA RELLENOS	M3	844,00	23,17	19.555,48	59.607,93	59.607,92
300	<b>SUB BASE Y BASE</b>						
305.A	BASE GRANULAR	M3	408,91	58,23	23.810,83		
315.A	LAVADO DE MATERIAL GRANULAR	M3	408,91	11,93	4.878,30	28.689,13	28.689,13
400	<b>PAVIMENTO ASFALTICO</b>						
401.A	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	2.220,00	1,05	2.331,00		
410.A	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3	249,75	178,52	44.585,37		
420.D	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120-150	KG	37.117,18	2,19	81.286,62		
422.A	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	L	4.719,60	2,87	13.545,25		
423.A	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	KG	14.297,93	0,78	11.152,39	152.900,63	152.900,63
700	<b>TRANSPORTE</b>						
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<=1KM	M3K	1.193,06	5,28	6.299,36		
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>1KM	M3K	40.304,30	1,12	45.140,82		
700.D	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D<=1KM	M3K	249,75	4,84	1.208,79		
700.E	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D>1KM	M3K	17.069,00	0,82	13.996,58		
700.H	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D<=1KM	M3K	978,17	5,72	5.600,85		
700.I	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D>1KM	M3K	13.962,31	0,99	13.822,69	86.069,08	86.069,09
	COSTO DIRECTO						590.228,65
	GASTOS GENERALES 15.535288%						91.653,72
	UTILIDAD 5%						29.511,43
	SUB TOTAL						711.433,82
	I.G.V (19%)						135.172,42
	TOTAL DE PRESUPUESTO						846.606,24
<b>SON : OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS SEIS CON 24/100 NUEVOS SOLES</b>							

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS -HUANCAYO DEL Km165+600 AL Km165+900  
SUELOS. GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

Montes Valderrama Angel Lucio

Resumen de Planilla de Metrados			
Item	Descripción	Unidad	Metrado
100	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
101.A	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00
102.A	TRAZO Y REPLANTEO	KM	0.30
103.A	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	MES	2.00
200	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	HA	0.12
205.A1	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	218.36
205.A2	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	253.65
205.A3	CORTE EN ROCA FIJA	M3	395.59
206.A	REMOCION DE DERRUMBES	M3	844.00
207.A	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	M2	1.071.32
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLENES	M3	218.36
220.B	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	22.17
230.A	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENO	M3	784.16
242.A	BANQUETAS PARA RELLENOS	M3	844.00
300	<b>SUB BASE Y BASE</b>		
305.A	BASE GRANULAR	M3	408.91
315.A	LAVADO DE MATERIAL GRANULAR	M3	408.91
400	<b>PAVIMENTO ASFALTICO</b>		
401.A	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	2.220.00
410.A	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3	249.75
420.D	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120-150	KG	37.117.18
422.A	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	L	4.719.60
423.A	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	KG	14.297.93
700	<b>TRANSPORTE</b>		
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<=1KM	M3K	1.193.06
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>1KM	M3K	40.304.30
700.D	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D<=1KM	M3K	249.75
700.E	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D>1KM	M3K	17.069.00
700.H	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D<=1	M3K	979.17
700.I	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D>1K	M3K	13.962.31

Tiempo para programación									
Obra: ANPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM. 165+600 AL KM. 165+900									
Formato: 01 TRAMO: ALS (L=300 m.)									
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Presupuestos	Tiempo Abstracto	Factor de Multiplicidad	Duración (días)	
100	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>								
101.A	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1,00	19.452,38	1,00	1,00	0,50	2,00	
102.A	TRAZO Y REPLANTEO	KM	0,30	525,71	0,70	0,43	1,00	1,00	
103.A	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	MES	2,00	2.230,00	1,00	2,00	1,00	2,00	
200	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>								
201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	HA	0,12	3.365,09	1,00	0,12	1,00	1,00	
205.A1	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	218,36	3,42	570,00	0,38	1,00	1,00	
205.A2	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	253,65	24,99	350,00	0,72	1,00	1,00	
205.A3	CORTE EN ROCA FIJA	M3	395,59	29,42	250,00	1,58	1,00	2,00	
206.A	REMOCION DE DERRUMBES	M3	844,00	4,88	700,00	1,21	1,00	1,00	
207.A	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	M2	1.071,32	1,01	2.400,00	0,45	1,00	1,00	
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLENES	M3	218,36	8,25	500,00	0,44	1,00	1,00	
220.B	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	22,17	209,82	300,00	0,07	1,00	1,00	
230.A	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENO	M3	784,16	10,06	515,00	1,52	1,00	2,00	
242.A	BANQUETAS PARA RELLENOS	M3	844,00	22,72	250,00	3,38	1,00	3,00	
300	<b>SUB BASE Y BASE</b>								
305.A	BASE GRANULAR	M3	408,91	21,53	280,00	1,48	1,00	1,00	
315.A	LAVADO DE MATERIAL GRANULAR	M3	408,91	11,93	320,00	1,28	1,00	1,00	
400	<b>PAVIMENTO ASFALTICO</b>								
401.A	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	2.220,00	1,05	3.900,00	0,63	1,00	1,00	
410.A	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3	249,75	178,52	240,00	1,04	1,00	1,00	
420.D	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120-150	KG	37.117,18	2,19	37.117,18	1,00	1,00	1,00	
422.A	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	L	4.719,60	2,87	4.719,60	1,00	1,00	1,00	
423.A	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	KG	14.297,93	0,78	14.297,93	1,00	1,00	1,00	
700	<b>TRANSPORTE</b>								
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<=1KM	M3K	1.193,06	5,28	444,00	2,96	1,00	3,00	
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>1KM	M3K	40.304,30	1,12	1.357,00	29,76	8,00	4,00	
700.D	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D<=1KM	M3K	249,75	4,64	333,00	0,75	1,00	1,00	
700.E	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D>1KM	M3K	17.069,00	0,82	1.845,00	9,25	7,00	1,00	
700.H	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D<=1KM	M3K	979,17	5,72	410,00	2,39	1,00	2,00	
700.I	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D>1KM	M3K	13.962,31	0,99	1.543,00	9,05	1,00	9,00	

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS -HUANCAYO DEL Km165+600 AL Km165+900  
SUELOS. GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

Montes Valderrama Angel Lucio

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>		AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM. 165+600 AL KM. 165+900				
<b>Fórmula</b>		01 TRAMO: ALIS (L=300 m.)			<b>Fecha</b> 01/05/2009	
<b>Partida</b> 101.A		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS				
<b>Rendimiento</b>		GLB/DIA		Costo unitario directo por : GLB 194.882,28		
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Equipos</b>						
48401	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB		1,0000	194.882,28	194.882,28
						194.882,28
<b>Partida</b> 102.A		TRAZO Y REPLANTEO				
<b>Rendimien</b>		0,700 KM/DIA		Costo unitario directo por : KM 926,71		
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	1,00	11,4286	16,51	188,69
470104	PEON	HH	3,00	34,2857	10,40	356,57
						545,26
<b>Materiales</b>						
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0,2000	15,76	3,15
380000	HORMIGON	M3		0,0270	25,00	0,68
440100	ESTACA DE MADERA	P2		50,0000	3,10	155,00
540226	PINTURA ESMAL.METAL-MAD.ESMALTEX C	GLN		0,2000	32,47	6,49
						165,32
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	545,26	16,36
491901	TEODOLITO	HM	1,00	11,4286	10,58	120,91
491903	NVEL	HE	1,00	11,4286	6,90	78,86
						216,13
<b>Partida</b> 201.B		DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS				
<b>Rendimien</b>		1,000 HA/DIA		Costo unitario directo por : HA 3.365,09		
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1,00	8,0000	12,90	103,20
470104	PEON	HH	2,00	16,0000	10,40	166,40
470131	CAPATAZ "A"	HH	1,00	8,0000	16,77	134,16
						403,76
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	403,76	20,19
370434	MOTOSIERRA DE 30"	HM	2,00	16,0000	6,00	96,00
490434	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1,00	8,0000	230,30	1.842,40
						1.958,59
<b>Insumos Partida</b>						
920207	REMOCION DE TOCONES	UND		2,0000	501,37	1.002,74
						1.002,74

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM. 165+600 AL KM. 165+900					
<b>Fórmula</b>	01 TRAMO: ALIS (L=300 m.)				<b>Fecha</b>	01/05/2009
<b>Partida</b>	205 A1				CORTE DE MATERIAL SUELTO	
<b>Rendimiento</b>	570,000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	3,42
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470103	OFICIAL	HH	0,10	0,0014	11,50	0,02
470104	PEON	HH	1,00	0,0140	10,40	0,15
470131	CAPATAZ "A"	HH	0,10	0,0014	16,77	0,02
						0,19
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,19	0,01
490434	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1,00	0,0140	230,30	3,22
						3,23
<b>Partida</b>	205 A2				CORTE EN ROCA SUELTA	
<b>Rendimiento</b>	350,000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	24,99
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Insumos Partida</b>						
920210	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA SUEL	M3		1,0000	18,93	18,93
920211	EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA SU	M3		1,0000	6,06	6,06
						24,99
<b>Partida</b>	205 A3				CORTE EN ROCA FIJA	
<b>Rendimiento</b>	250,000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	29,42
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Insumos Partida</b>						
920208	EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA FIJ	M3		1,0000	10,41	10,41
920209	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA FIJA	M3		1,0000	19,01	19,01
						29,42
<b>Partida</b>	206 A				REMOCION DE DERRUMBES	
<b>Rendimiento</b>	700,000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	4,88
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470103	OFICIAL	HH	1,00	0,0114	11,50	0,13
470104	PEON	HH	2,00	0,0229	10,40	0,24
470131	CAPATAZ "A"	HH	0,50	0,0057	16,77	0,10
						0,47
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,47	0,02
490436	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	1,00	0,0114	190,18	2,17
490410	CARGADOR S/LANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	0,50	0,0057	160,28	0,91
490434	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	0,50	0,0057	230,30	1,31
						4,41

<b>Partida</b> 207.A		<b>PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE</b>				
<b>Rendimien</b>	2.400,000 M2/DIA					<b>Costo unitario directo por : M2</b> 1,01
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470104	PEON	HH	4,00	0,0133	10,40	0,14
470131	CAPATAZ "A"	HH	1,00	0,0033	16,77	0,06
						<b>0,20</b>
<b>Materiales</b>						
320104	TRANSPORTE DE AGUA	M3		0,0050	3,00	0,02
						<b>0,02</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,20	0,01
490307	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12	HM	1,00	0,0033	70,20	0,23
490904	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	HM	1,00	0,0033	167,68	0,55
						<b>0,79</b>
<b>Partida</b> 210.A		<b>CONFORMACION DE TERRAPLENES</b>				
<b>Rendimien</b>	500,000 M3/DIA					<b>Costo unitario directo por : M3</b> 8,65
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470104	PEON	HH	6,00	0,0060	10,40	1,00
470131	CAPATAZ "A"	HH	1,00	0,0160	16,77	0,27
						<b>1,27</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	1,27	0,06
490307	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12	HM	1,00	0,0160	70,20	1,12
490434	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	0,50	0,0080	230,30	1,84
490904	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	HM	1,00	0,0160	167,68	2,68
						<b>5,70</b>
<b>Insumos Partida</b>						
920101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0,1200	13,99	1,68
						<b>1,68</b>
<b>Partida</b> 220.B		<b>MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE</b>				
<b>Rendimien</b>	300,000 M3/DIA					<b>Costo unitario directo por : M3</b> 268,23
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Insumos Partida</b>						
920201	CORTE PARA MEJORAMIENTO	M3		1,0000	6,65	6,65
920202	CONFORMACION DE TERRAPLENES EN MI	M3		1,2000	217,98	261,58
						<b>268,23</b>
<b>Partida</b> 230.A		<b>MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENO</b>				
<b>Rendimien</b>	516,000 M3/DIA					<b>Costo unitario directo por : M3</b> 10,06
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Insumos Partida</b>						
920212	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)	M3		1,1000	4,28	4,71
920213	ZARANDIEO ESTATICO	M3		0,6000	3,34	2,00
920303	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 KM. PLAN	M3		0,6000	5,58	3,35
						<b>10,06</b>

<b>Partida</b>	242.A					BANQUETAS PARA RELLENOS	
<b>Requerimiento</b>	250,000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	23,18	
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Insumos Partida</b>							
920203	CONFORMACION DE TERRAPLEN EN BANK	M3		1,0000	15,56	15,56	
920204	CORTE DE MATERIAL SUELTO EN BANQUE	M3		0,6100	10,40	6,34	
920205	PERFILADO Y COMPACTADO EN BANQUET	M2		0,4800	2,65	1,27	
						23,18	
<b>Partida</b>	305.A					BASE GRANULAR	
<b>Requerimiento</b>	280,000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	58,23	
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Insumos Partida</b>							
920401	DOSIFICACION DE BASE	M3		1,20	4,14	4,97	
920404	TRANSPORTE DE MATERIAL A PLANTA (D=	M3		1,20	30,18	36,22	
920405	CONFORMACION DE BASE GRANULAR (AL	M3		1,25	3,80	4,75	
	MATERIAL DE CANTERA SAN BLAS (BASE)	M3		1,20	10,24	12,29	
						58,23	
<b>Partida</b>	315.A					LAVADO DE MATERIAL GRANULAR	
<b>Requerimiento</b>	320,000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	11,93	
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
470102	OPERARIO	HH	1,00	0,0250	12,90	0,32	
470104	PEON	HH	2,00	0,0500	10,40	0,52	
470131	CAPATAZ "A"	HH	0,10	0,0025	16,77	0,04	
						0,88	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,88	0,04	
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	1,00	0,0250	190,18	4,75	
481381	LAVADORA ORTHER	HM	1,00	0,0250	47,63	1,19	
490410	CARGADOR SILLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	0,50	0,0125	160,28	2,00	
491502	GRUPO ELECTROGENO 140 HP 90 KW	HM	1,00	0,0250	76,80	1,92	
491800	FAJA TRANSPORT 18"x4' M.E. 3KW 150 TO	HM	1,00	0,0250	12,62	0,32	
						10,22	
<b>Insumos Partida</b>							
920102	AGUA PARA LAVADO DE MATERIAL	M3		1,2000	0,69	0,83	
						0,83	
<b>Partida</b>	401.A					IMPRIMACION ASFALTICA	
<b>Requerimiento</b>	3.500,000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	1,05	
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
470104	PEON	HH	6,00	0,0137	10,40	0,14	
470131	CAPATAZ "A"	HH	1,00	0,0023	16,77	0,04	
						0,18	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,18	0,01	
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330	HM	0,50	0,0011	74,42	0,08	
490492	MINICARGADOR 70 HP	HM	1,00	0,0023	75,00	0,17	
490503	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONK	HM	0,50	0,0011	43,02	0,05	
493103	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS.	HM	1,00	0,0023	174,95	0,40	
						0,71	
<b>Insumos Partida</b>							
920301	AGREGADO FINO ZARANDEADO	M3		0,0030	52,67	0,16	
						0,16	

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUUYOS-HUANCAYO DEL KM. 165+600 AL KM. 165+900					
<b>Fórmula</b>	01 TRAMO: ALIS (L=300 m.)				<b>Fecha</b>	01/05/2009
<b>Partida</b>	410.A	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE				
<b>Rendimient</b>	240,000	M3/DIA			<b>Costo unitario directo por :</b>	M3 178,52
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Insumos Partida</b>					
920308	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFA	M3		1,3000	14,93	19,41
920309	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3		1,3000	122,39	159,11
						<b>178,52</b>
<b>Partida</b>	420.D	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120-150				
<b>Rendimient</b>	1,000	KG/DIA			<b>Costo unitario directo por :</b>	KG 2,19
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Materiales</b>					
200103	CEMENTO ASFALTICO 120/150	KG		1,0000	2,19	2,19
						<b>2,19</b>
<b>Partida</b>	422.A	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30				
<b>Rendimient</b>	1,000	L/DIA			<b>Costo unitario directo por :</b>	L 2,87
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Materiales</b>					
130165	ASFALTO LIQUIDO MC-30	L		1,0000	2,87	2,87
						<b>2,87</b>
<b>Partida</b>	423.A	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)				
<b>Rendimient</b>	1,000	KG/DIA			<b>Costo unitario directo por :</b>	KG 0,78
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Materiales</b>					
300100	CAL HIDRATADA	KG		1,0000	0,78	0,78
						<b>0,78</b>
<b>Partida</b>	601.A	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS				
<b>Rendimient</b>	100,000	M3/DIA			<b>Costo unitario directo por :</b>	M3 15,75
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470104	PEON	HH	4,00	0,3200	10,40	3,33
470131	CAPATAZ "A"	HH	0,10	0,0080	16,77	0,13
						<b>3,46</b>
	<b>Materiales</b>					
300810	BARRENO 5" X 1/8"	UND		0,0002	315,00	0,06
						<b>0,06</b>
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	3,46	0,17
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	0,10	0,0080	74,42	0,60
490421	RETROEXCAVADOR SILLANTAS 58 HP 1 YD3.	HM	1,00	0,0800	140,80	11,26
490606	MARTILLO NEUMATICO DE 29 Kg.	HM	0,20	0,0160	12,20	0,20
						<b>12,23</b>

Partida		605 A		RELLENO PARA ESTRUCTURAS					
Resumen		50,000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3			24,90		
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial			
<b>Mano de Obra</b>									
470103	OFICIAL	HH	1,00	0,16	11,50	1,84			
470104	PEON	HH	4,00	0,64	10,40	6,66			
470131	CAPATAZ "A"	HH	0,10	0,02	16,77	0,27			
						8,77			
<b>Equipos</b>									
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,00	8,77	0,44			
490304	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANC	HM	2,00	0,32	25,60	8,19			
490317	RODILLO LISO VIBR MANUAL 10.8H	HM	1,00	0,16	29,38	4,70			
						13,33			
<b>Insumos Partida</b>									
920101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0,20	13,99	2,80			
						2,80			
<b>Partida 610 D</b>									
Resumen		18,000	M3/DIA	CONCRETO F'C=210 KG/CM2			Costo unitario directo por : M3		293,84
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial			
<b>Mano de Obra</b>									
470102	OPERARIO	HH	3,00	1,33	12,90	17,20			
470103	OFICIAL	HH	3,00	1,33	11,50	15,33			
470104	PEON	HH	6,00	2,67	10,40	27,73			
470131	CAPATAZ "A"	HH	1,00	0,44	16,77	7,45			
						67,71			
<b>Materiales</b>									
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5)	BOL		9,00	15,76	141,84			
301900	ADITIVO CURADOR	GLN		0,19	17,03	3,24			
308680	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	KG		0,22	7,65	1,68			
340002	COMBUSTIBLE	GLN		0,28	9,83	2,75			
66991	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTRO:	%EQ		5,00	14,52	0,73			
						150,24			
<b>Equipos</b>									
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,00	67,71	3,39			
480107	MEZCLADORA DE CONCRETO DE	HM	1,00	0,44	25,61	11,38			
490703	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5	HM	1,00	0,44	7,06	3,14			
						17,91			
<b>Insumos Partida</b>									
920101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0,18	13,99	2,52			
920310	PIEDRA CHANCADA	M3		0,75	35,08	26,31			
920312	ARENA ZARANDEADA	M3		0,50	25,64	12,82			
920602	TRANSPORTE DE AGREGADOS	M3		1,25	13,06	16,33			
						57,98			
<b>Partida 612 A</b>									
Resumen		14,000	M2/DIA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			Costo unitario directo por : M2		53,13
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial			
<b>Mano de Obra</b>									
470102	OPERARIO	HH	1,00	0,5714	12,90	7,37			
470103	OFICIAL	HH	1,00	0,5714	11,50	6,57			
470104	PEON	HH	2,00	1,1429	10,40	11,89			
470131	CAPATAZ "A"	HH	0,10	0,0571	16,77	0,96			
						26,79			
<b>Materiales</b>									
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0,2000	4,96	0,99			
021099	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	KG		0,2000	4,88	0,98			
302011	DESMOLDANTE PARA MADERA	GLN		0,0500	29,20	1,46			
430103	MADERA TORNILLO	P2		3,8500	4,42	17,02			
450108	TRIPLAY DE 19 MM. PARA ENCOFF	PLN		0,0430	105,86	4,55			
						25,00			
<b>Equipos</b>									
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	26,79	1,34			
						1,34			

Análisis de precios unitarios						
<b>Obra</b>	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM. 165-600 AL KM. 165-900					
<b>Fórmula</b>	01 TRAMO: ALIS (L=300 m.)			<b>Fecha</b>	01/05/2009	
<b>Partida</b>	615	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2				
<b>Rendimiento</b>	250,000	KG/DIA			Costo unitario directo por : KG	5,87
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1,00	0,0320	12,90	0,41
470103	OFICIAL	HH	1,00	0,0320	11,50	0,37
470104	PEON	HH	1,00	0,0320	10,40	0,33
470131	CAPATAZ "A"	HH	0,10	0,0032	16,77	0,05
1,16						
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0,0500	4,89	0,24
030204	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GR	KG		1,0500	4,20	4,41
4,65						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	1,16	0,06
0,06						
<b>Partida</b>	649.D	TUBO DE PVC-SAP CLASE 10, D=4"				
<b>Rendimiento</b>	90,000	M/DIA			Costo unitario directo por : M	37,54
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470103	OFICIAL	HH	1,00	0,0889	11,50	1,02
470104	PEON	HH	1,00	0,0889	10,40	0,92
470131	CAPATAZ "A"	HH	0,10	0,0089	16,77	0,15
2,09						
<b>Materiales</b>						
729115	ACCESORIO Y PEGAMENTO	%MT		10,0000	32,14	3,21
730132	TUBERIA PVC SAP C-10 DE 4"	M		1,0500	30,61	32,14
35,35						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	2,09	0,10
0,10						
<b>Partida</b>	700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<=1KM				
<b>Rendimiento</b>	444,000	M3K/DIA			Costo unitario directo por : M3K	5,28
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470103	OFICIAL	HH	0,44	0,0080	11,50	0,09
0,09						
<b>Equipos</b>						
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	1,00	0,0180	190,18	3,42
490412	CARGADOR BOLLANTAS 200-250 HP 4-4.1 YL	HM	0,44	0,0030	221,66	1,77
5,19						
<b>Partida</b>	700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>1KM				
<b>Rendimiento</b>	1.357,000	M3K/DIA			Costo unitario directo por : M3K	1,12
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Equipos</b>						
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	1,00	0,0059	190,18	1,12
1,12						

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM. 165+600 AL KM. 165+900					
<b>Fórmula</b>	01 TRAMO: ALIS (L=300 m.)			<b>Fecha</b> 01/05/2009		
<b>Partida</b>	700.D	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D<=1KM				
<b>Rendimien</b>	333,000	M3K/DIA		Costo unitario directo por : M3K	4,84	
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470103	OFICIAL	HH	1,00	0,0240	11,50	0,28
						0,28
	<b>Equipos</b>					
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	1,00	0,0240	190,18	4,56
						4,56
<b>Partida</b>	700.E	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA D>1KM				
<b>Rendimien</b>	1.846,000	M3K/DIA		Costo unitario directo por : M3K	0,82	
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Equipos</b>					
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	1,00	0,0043	190,18	0,82
						0,82
<b>Partida</b>	700.H	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D<=1KM				
<b>Rendimien</b>	410,000	M3K/DIA		Costo unitario directo por : M3K	5,72	
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470103	OFICIAL	HH	0,44	0,0086	11,50	0,10
						0,10
	<b>Equipos</b>					
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	1,00	0,0195	190,18	3,71
490412	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 YI	HM	0,44	0,0086	221,66	1,91
						5,62
<b>Partida</b>	700.I	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D>1KM				
<b>Rendimien</b>	1.543,000	M3K/DIA		Costo unitario directo por : M3K	0,99	
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Equipos</b>					
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	1,00	0,0052	190,18	0,99
						0,99

## ANEXO 5: DISEÑO GEOMÉTRICO

## DISEÑO GEOMÉTRICO

### 1.- Clasificación de la Red Vial: Sistema Departamental (DG 2001)

### 2.- Clasificación de acuerdo a la demanda (DG 2001)

Carretera de tercera Clase, aquellas de una calzada que soportan menos de 400 Veh/día

### 3.- Clasificación Según la Orografía (DG 2001)

Carretera Tipo 4, terreno muy accidentado inclinación transversal del terreno es mayor del 100%.

### 4.- Velocidad de diseño (DG 2001)

Para las condiciones mencionadas  $V_{\max} < 30 \text{ Km /h}$

### 5.- Radios mínimos (DG 2001):

Para  $V_{\max.} = 30 \text{ Km /h}$  y tipo 4  $\rightarrow P_{\max.} = 12\%$  y

$R_{\text{mínimo}} = 25\text{m}$

### 6.- Valores de peralte (DG 2001)

$P_{\max.} = 12\%$

$P_{\text{Prom.}} = 8\%$

### 7.- Distancia de visibilidad de parada: según la guía (MDCPBVT\*)

(\*) Manual para el diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Para  $V_{\max.} = 30 \text{ Km.}$   $i=6\%$   $\rightarrow D_p=30\text{m}$

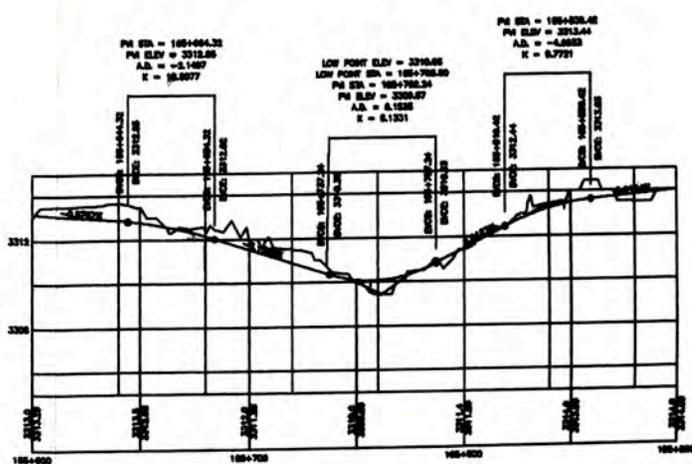
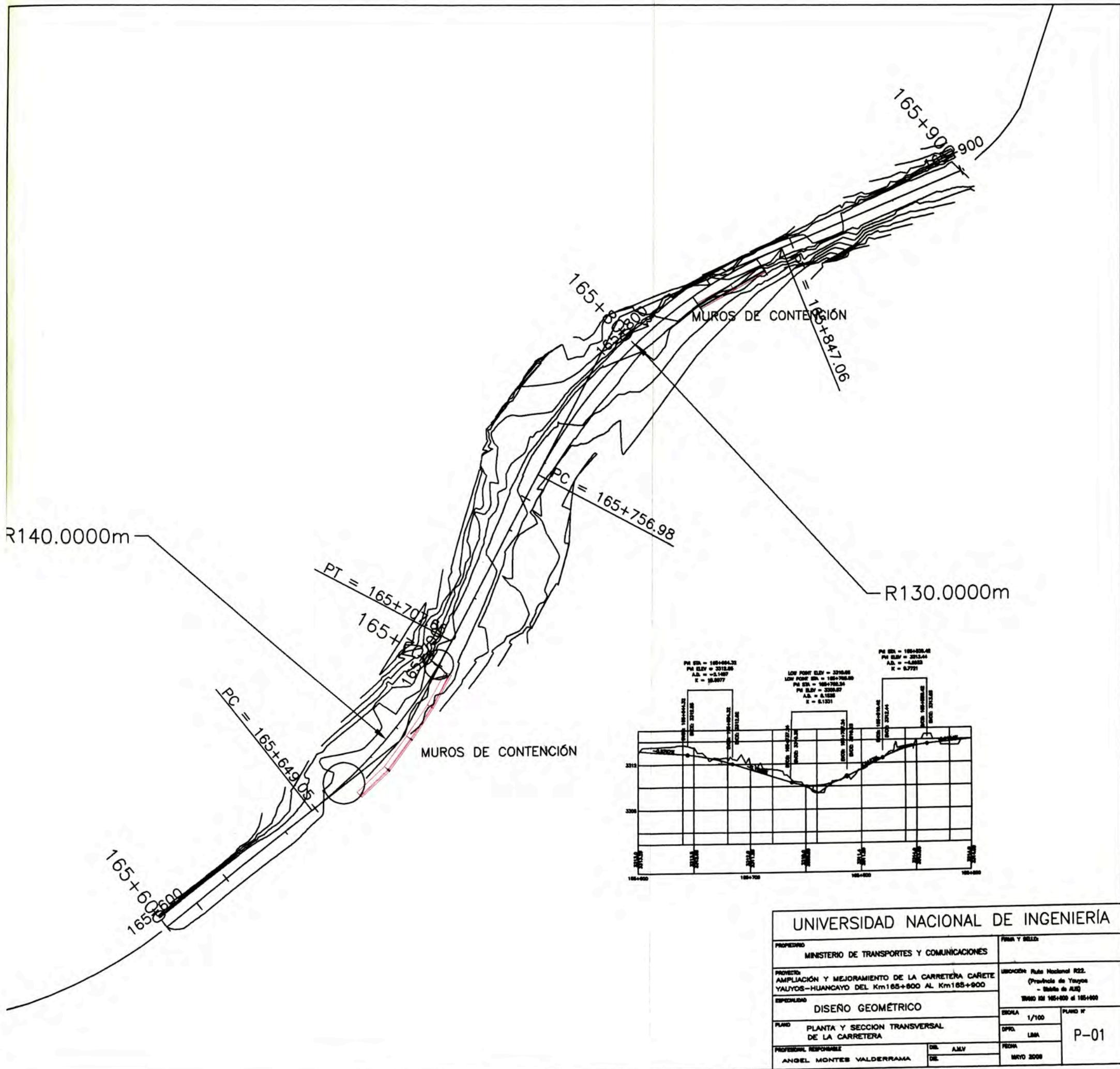
### 8.- Visibilidad de Paso (MDCPBVT\*)

$V_{\max.} = 30 \text{ Km}$   $\rightarrow D=200\text{m}$

### 9.- Bombeo (DG 2001)

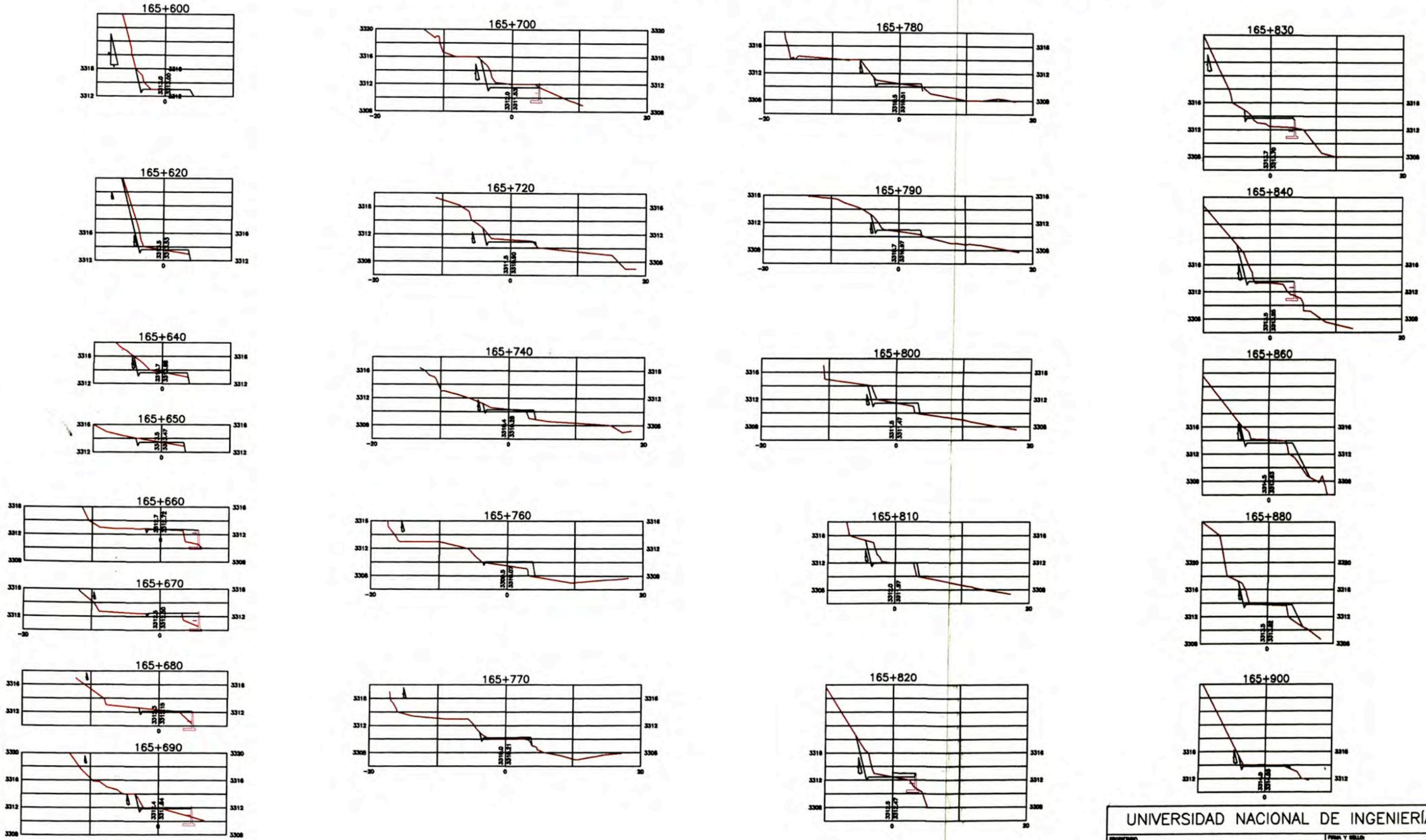
De la tabla 304.03, los valores recomendados para precipitación menor que 500mm/año y para el tipo de superficie (Pavimento) el valor del bombeo es 2%.





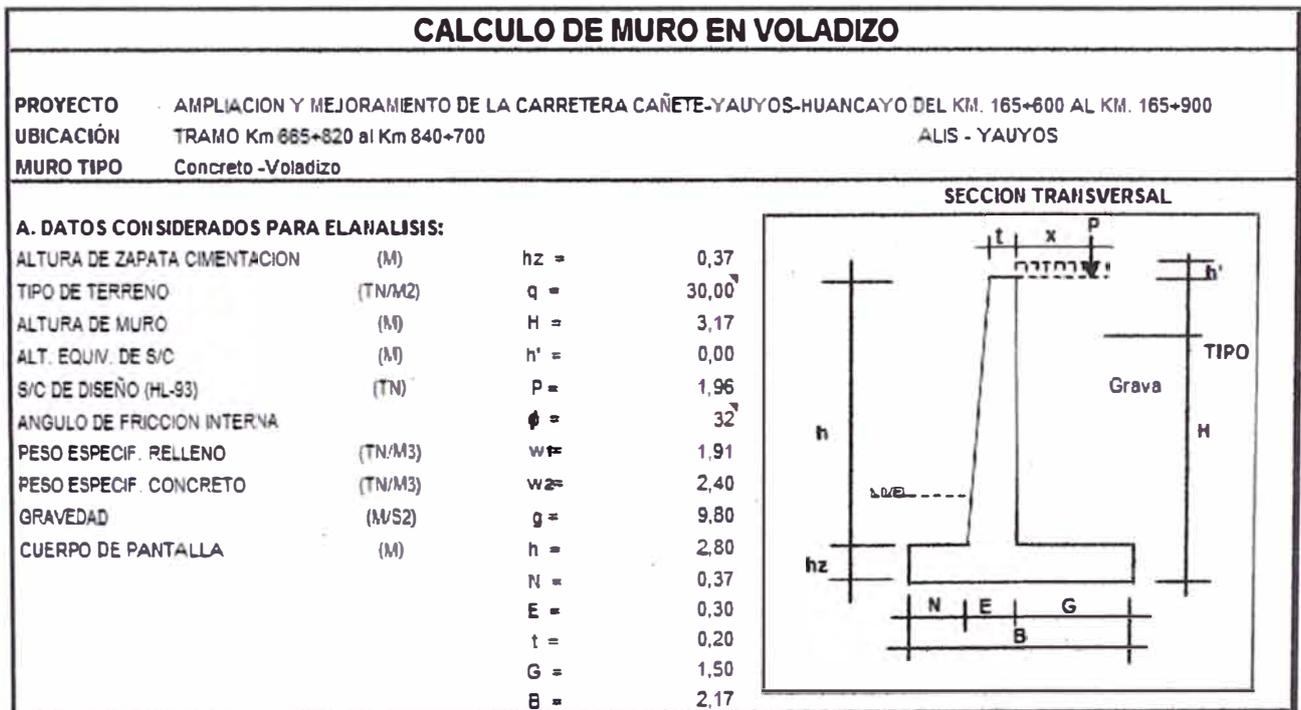
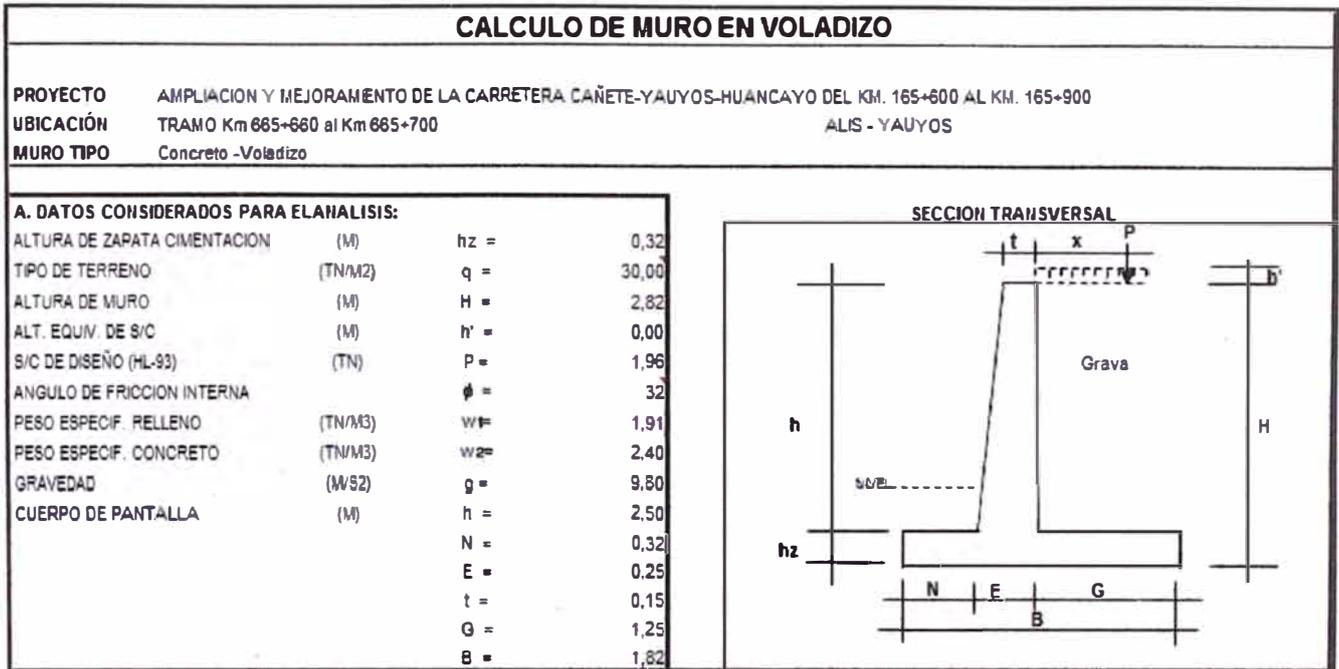
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b>		<small>FORMA Y BORDO</small>	
PROPIEDAD <b>MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</b>		UBICACIÓN: Ruta Nacional R22. (Provincia de Yauyos - Distrito de ALUJ) Tramo del 165+000 al 165+900	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CARETE YALUYOS-HUANCAYO DEL Km165+800 AL Km165+900</b>		<small>ESCALA</small> 1/100	
ESPECIFICADO: <b>DISEÑO GEOMÉTRICO</b>		<small>PLANO Nº</small> P-01	
PLANO <b>PLANTA Y SECCION TRANSVERSAL DE LA CARRETERA</b>		<small>OPD.</small> LMA	
PROFESIONAL RESPONSABLE <b>ANGEL MONTES VALDERRAMA</b>	<small>DISEÑADO</small> A.M.V.	<small>FECHA</small> MAYO 2008	

# SECCIONES DE LA VIA DEL TRAMO KM 165+600 al Km 165+900



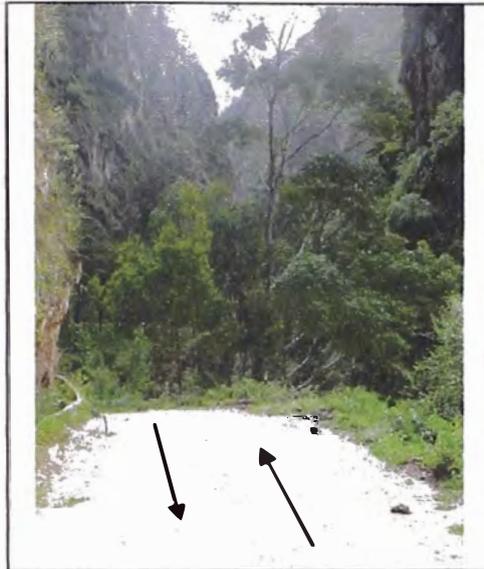
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	
PROFESOR MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	PRIMA Y SELLO
PROYECTO AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CARETE YALUYO-HUANCAYO DEL Km165+600 AL Km165+900	USUARIO Ruta Nacional R22. (Provincia de Yauco - Estado de A.R.)
ESPECIALIDAD DISEÑO GEOMÉTRICO	TRAMO KM 165+600 al 165+900
PLANO SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAZO DE LA CARRETERA	ESCALA 1/100 EPM. LMA
PROFESIONAL RESPONSABLE ANGEL MONTES VALDERRAMA	FECHA MAYO 2008
EL. AMV EL.	PLANO N° P-02

## **ANEXO 6: DIMENSIONES DEL MURO DE SOSTENIMIENTO**

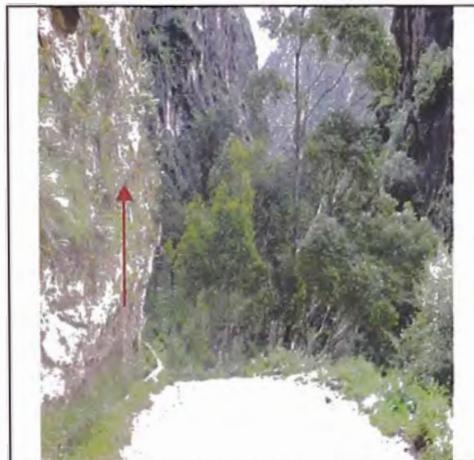


## **ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO**

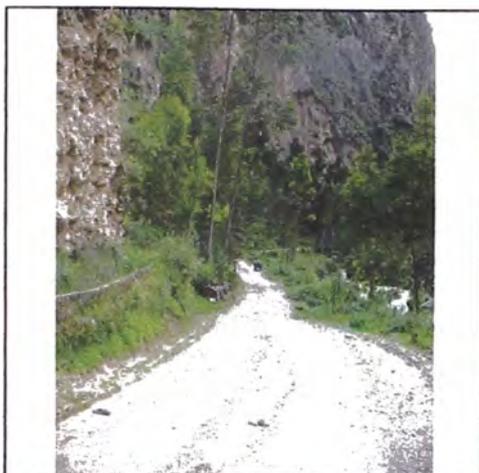
### PANEL FOTOGRÁFICO



**FOTO N° 1:** Sección de la Vía.  
Tramo inicial Km 165+600  
(aprox.600m de la salida del Centro  
Poblado Alis). Ancho de calzada  
4.90m. Ancho útil de vía 4.10m.  
Punto de referencia estaca de madera.



**FOTO N° 2:**  
Se aprecia un talud a media ladera  
de pendiente pronunciada mayor a  
100%.



**FOTO N° 3:**  
Vista Panorámica del tramo en estudio. Lado derecho de la vía se ubica el Río Alis.



**FOTO N° 4:**  
Zona crítica N° 1 tramo Km165+684 al Km 165+699; reducción de ancho de vía a 3.65m, debido a la inestabilidad de talud de relleno.



**FOTO N° 5:**  
Zona crítica N°2 tramo Km165+828 al Km 165+840; reducción de ancho de vía a 3.70m, debido a la inestabilidad de talud de relleno de relleno.



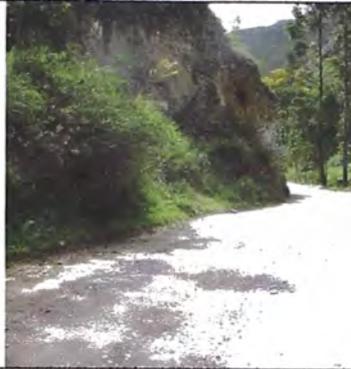
**FOTO N° 6:** Calicata de 1.20m de profundidad, lado derecho de la vía Km 165+740., los primeros 0.40m se encontró material granular sub angulara tipo afirmado, conformado por gravas con tamaños máximos de 1" de formas sub angulosas.



**FOTO N° 7:** De 0.40 a 1.20 se encontró suelo granulares con finos y con presencia de gravas con tamaños máximos de 2 1/2" de forma sub angulosas



**FOTO N° 8:** Zona crítica tramo Km165+660 al Km 165+680; bacheo a causa de falta drenaje y bombeo.



**FOTO N° 9:**

Tramo final 165+900, zona estable en talud de corte cubierta de vegetación que ayuda a la estabilidad del talud, dando cobertura densa al terreno por la profundidad de sus raíces.