

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



**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS  
DEL Km 57+300 AL Km 57+600**

**DISEÑO DE PAVIMENTOS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**NALDA VILLAVICENCIO CHUQUILLANQUI**

**Lima - Perú  
2008**

Agradezco a Dios por brindarme  
la oportunidad de realizarme como profesional.

Dedicado a mi familia,  
a mi mamá Yolanda y a mi esposo Javier.

Y de manera muy especial  
a mi hija Camila y a mi hermano Valentín.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	4
LISTA DE CUADROS .....	5
LISTA DE FIGURAS .....	6
LISTA DE SIMBOLOS .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO 1	
RESUMEN DEL ESTUDIO DE PERFIL.....	9
1.1 ASPECTOS GENERALES .....	9
1.2 IDENTIFICACIÓN.....	10
1.3 FORMULACIÓN .....	11
1.4 EVALUACIÓN.....	17
CAPÍTULO 2	
DISEÑO DE PAVIMENTOS .....	20
2.1 DEFINICIÓN DE PAVIMENTO .....	20
2.2 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE PAVIMENTOS .....	20
2.3 MÉTODO AASHTO 1993 PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS .....	21
2.4 CÁLCULO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO .....	30
CAPÍTULO 3	
EXPEDIENTE TÉCNICO.....	36
3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA .....	36
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	37
3.3 PLANILLA DE METRADOS .....	38
3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....	40
3.5 ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES.....	44
3.6 VALOR REFERENCIAL DE OBRA.....	46
3.7 FÓRMULA POLINÓMICA DE REAJUSTE .....	47
3.8 RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO.....	48
3.9 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS.....	49
3.10 CRONOGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN .....	50
3.11 PLANOS DE OBRA .....	51

CONCLUSIONES .....	52
RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS .....	56

## RESUMEN

El presente trabajo es el resultado de la aplicación práctica de los temas desarrollados en el Curso de Actualización de Conocimientos del Proyecto de Ingeniería de Vialidad Interurbana.

El primer capítulo está referido al Resumen del Estudio de Perfil de la Carretera Cañete – Yauyos<sup>1</sup> el cual consta de cuatro pasos. El primer paso presenta los alcances generales de la carretera en estudio, en el segundo se ha definido el problema central y se ha propuesto alternativas de solución con la finalidad de atender el problema identificado. Como tercer paso, en la etapa de Formulación, se realizó el análisis de la demanda y oferta, el cálculo de los montos de inversión y mantenimiento a precios sociales y finalmente se determinaron los costos incrementales por cada una de las alternativas propuestas. El cuarto y último paso, 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.

El segundo capítulo está referido al tema específico del presente informe, el cual contiene dos partes principales. La primera parte, de teoría, contiene aspectos generales referidos a pavimentos y a la metodología AASHTO 1993 para el diseño de pavimentos. En la segunda parte, de práctica, se ha realizado el cálculo para el diseño de una estructura de pavimento, aplicando la metodología AASHTO 1993 descrita en la primera parte de este capítulo.

En el tercer capítulo se ha elaborado un Expediente Técnico, que por fines prácticos del presente informe, está referido sólo a las actividades necesarias para la construcción del pavimento, diseñada en el capítulo anterior. Con la finalidad de desarrollar el Expediente Técnico se ha tomado como referencia datos obtenidos de la carretera en estudio, tramo Km 57+300 al Km 57+600.

<sup>1</sup>Es preciso indicar que en el Estudio de Perfil se ha considerado el tramo total de la Carretera Cañete -Yauyos - Chupaca.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N°1 – Población Directamente Beneficiada .....	12
Cuadro N°2 – Proyección de la Demanda .....	13
Cuadro N°3 – Oferta Actual .....	14
Cuadro N°4 – Costo Total de Inversión por Alternativas .....	15
Cuadro N°5 – Costo de Mantenimiento por Alternativas .....	15
Cuadro N°6 – Costos de Inversión y Mantenimiento a Precios Sociales .....	16
Cuadro N°7 – Costos Incrementales .....	16
Cuadro N°8 – Beneficios por Alternativa .....	17
Cuadro N°9 – Resultados de la Evaluación Social por Alternativa .....	18
Cuadro N°10 – Niveles de Drenaje de la Estructura de Pavimento .....	26
Cuadro N°11 – Valores de $m_i$ recomendados para los Coeficientes de Capa .....	26
Cuadro N°12 – Espesores Mínimos .....	29
Cuadro N°13 – Nivel de Confiabilidad Sugeridos .....	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura N°1 – Área de Influencia .....	11
Figura N°2 – Estructura de Pavimento Final.....	35

## LISTA DE SIMBOLOS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
MTC	Ministerio 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	Confiabilidad
PSI	Índice de Serviciabilidad Presente
$M_R$	Módulo Resiliente
CBR	California Bearing Ratio
SN	Número Estructural
$Z_R$	Desviación Estándar Normal
$W_{18}$	Número estimado de ejes simples equivalentes a 8.2 t
$S_o$	Error estándar
$\Delta PSI$	Diferencia de serviciabilidad
$a_i$	Coefficiente estructural de la capa "i"
$D_i$	Espesor de la capa "i"
$m_i$	Coefficiente de drenaje de la capa gradual "i"

## INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia titulado “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS DEL KM 57+300 AL 57+600”, es el proyecto que se propone como alternativa de solución al problema identificado en el Estudio de Perfil, el mismo que ha sido desarrollado en forma grupal en el transcurso del programa de titulación.

El estudio básico de ingeniería “DISEÑO DE PAVIMENTOS” desarrollado como tema específico del presente informe, surge como propuesta para definir una estructura de pavimento con una superficie de rodadura de carpeta asfáltica.

El desarrollo del presente informe tiene como objetivo específico diseñar una estructura de pavimento capaz de atender satisfactoriamente las solicitudes de tránsito actuales y futuras, brindando confort y seguridad.

En el primer capítulo se presenta el Resumen del Estudio de Perfil, en el que se han descrito los aspectos generales, la identificación, la formulación y evaluación del proyecto en estudio, el mismo que se ha desarrollado bajo la metodología propuesta por el Sistema Nacional de Inversión Pública SNIP.

El segundo capítulo, describe conceptos básicos de pavimentos y la metodología AASHTO 1993 para el diseño de pavimentos. Además, contiene el cálculo del diseño de una estructura de pavimento con la metodología AASHTO 1993.

En el tercer capítulo, se ha elaborado un Expediente Técnico, que por fines prácticos del presente informe, está referido sólo a las actividades necesarias para la construcción de la estructura de pavimento diseñada en el capítulo anterior. El Expediente Técnico contiene: Memoria Descriptiva, Especificaciones Técnicas, Planilla de Metrados, Análisis de Precios Unitarios, Análisis de Gastos Generales, Valor Referencial de Obra, Fórmula Polinómica de Reajuste, Relación de Equipo Mínimo, Cronograma de Desembolsos, Cronograma General de Ejecución y Planos del proyecto.

## CAPÍTULO

### 1

## RESUMEN DEL ESTUDIO DE PERFIL

### 1.1 ASPECTOS GENERALES

#### 1.1.1 ANTECEDENTES

La carretera Cañete – Yauyos, forma parte de la Ruta N° PE-24 de la Red Vial Nacional. El mejoramiento de esta ruta se encuentra enmarcado dentro del programa de desarrollo vial “Proyecto Perú”, el cual, Mediante Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, se crea con la finalidad de mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

Además, esta ruta se proyecta como una alternativa de viaje directo entre las ciudades de Cañete y Huancayo, con lo que se aligerará el tránsito vehicular de la Carretera Central.

#### 1.1.2 NOMBRE DEL PROYECTO

“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 57+300 AL KM 57+600”.

#### 1.1.3 UBICACIÓN

La carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al Km 57+600 está ubicada al sur del departamento de Lima, cruzando las provincias de Cañete, Yauyos, Concepción y Chupaca.

## **1.2 IDENTIFICACION**

### **1.2.1 PROBLEMA CENTRAL**

Bajo nivel de transitabilidad de la carretera Cañete - Yauyos, debido al mal estado de la carretera y diseño geométrico deficiente, lo que origina altos costos de transportes y tiempos de viaje excesivos, perjudicando con ello a las actividades socios económicos de la zona.

### **1.2.2 OBJETIVO**

Mejorar y asegurar la transitabilidad permanente del transporte de pasajeros y carga en condiciones de continuidad, fluidez y seguridad. Cabe indicar que dicha vía constituye una alternativa de ruta a la Carretera Central para el tráfico proveniente de Huancayo y Huancavelica hacia el departamento de Lima (Cañete).

### **1.2.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS**

#### **ALTERNATIVA 1**

Se propone mantener el trazo de la vía, ampliando la plataforma de rodadura y mejorando su superficie con material de afirmado. Además, de realizar trabajos para el mejoramiento del sistema de drenaje y señalización de la carretera.

#### **ALTERNATIVA 2**

Esta alternativa propone el mejoramiento del trazo de la vía, mejorando los tramos en curvas y tangentes, ampliando la plataforma de rodadura y mejorando su superficie con una carpeta asfáltica. Adicionalmente se consideran trabajos para el mejoramiento del sistema de drenaje y señalización de la carretera.

#### **ALTERNATIVA 3**

Esta alternativa propone el mejoramiento del trazo de la vía, mejorando los tramos en curvas y tangentes, ampliando la plataforma de rodadura y mejorando su superficie con un tratamiento superficial bicapa (TSB). También se proponen trabajos para el mejoramiento del sistema de drenaje y señalización de la carretera.

### 1.3 FORMULACION

#### 1.3.1 HORIZONTE DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

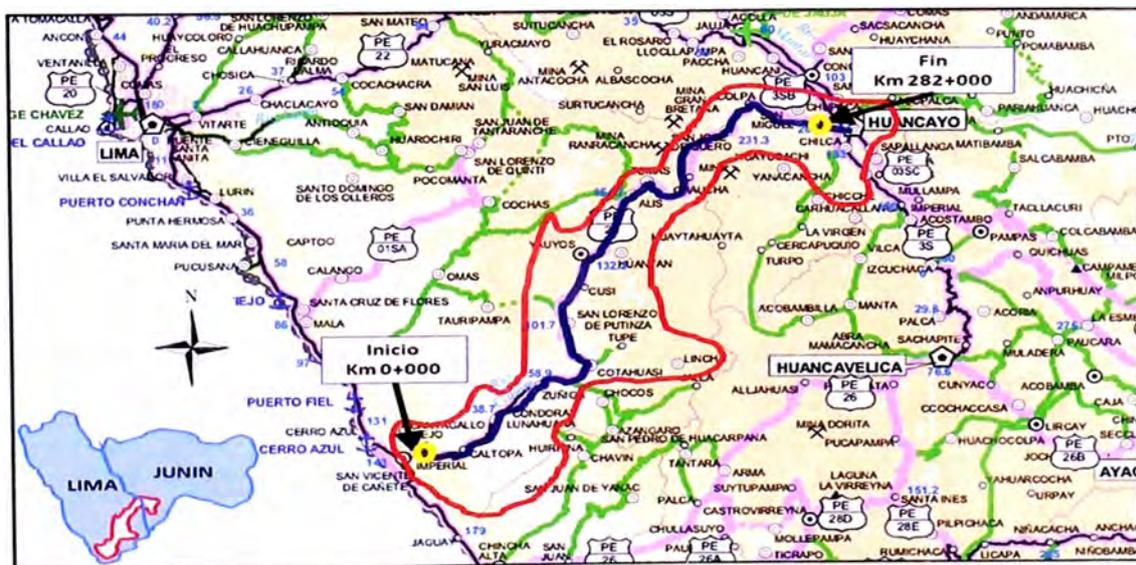
Se considera un horizonte de evaluación de diez (10) años, período en el cuál se proyectará la demanda, beneficios y costos, con el fin de determinar los indicadores de rentabilidad.

#### 1.3.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La influencia del proyecto está generada por la carretera Cañete – Chupaca en toda su longitud, del Km 0+000 al 282+000. Para caracterizar el área de influencia del proyecto, se ha tomado el criterio de accesibilidad vial, identificando especialmente los distritos y localidades que atraviesan y alimentan a esta carretera (se consideran aspectos geográficos y límites naturales), además de aquellas áreas de actividades económicas o productivas que se espera sean beneficiados por el proyecto. Se ha utilizado como referencia el Mapa de la Red Vial Nacional y el software Google Earth.

El área de influencia indirecta, es caracterizada a nivel departamental, considerando que los departamentos de Lima y Junín están dentro del área de influencia. El área de influencia directa, está caracterizada a nivel distrital, dentro del área de influencia se encuentran treinta y dos (32) distritos de cinco (05) provincias.

**Figura N° 1**  
**Área de Influencia**



Fuente: Elaboración propia

### 1.3.3 BENEFICIARIOS

La población directamente beneficiada por el proyecto se estima en aproximadamente 307,705 habitantes, ubicados en las provincias de Cañete, Yauyos del departamento de Lima y Concepción, Chupaca y Huancayo del departamento de Junín.

**Cuadro N° 1**  
**Población Directamente Beneficiada**

Provincia	Distrito	Población 2007
Cañete	San Vicente de Cañete	46464
	Imperial	36340
	Nuevo Imperial	19026
	Lunahuana	4567
	Pacarán	1687
	Zúñiga	1582
Yauyos	Catahuasi	1090
	Tupe	655
	Cacra	544
	Hongos	435
	Lincha	771
	Putinza	452
	Ayauca	1773
	Colonia	1439
	Yauyos	2698
	Huantán	926
	Laraos	960
	Carania	330
	Alis	1519
	Tomas	1077
Concepción	San José de Quero	6452
	Chambara	2985
Chupaca	San Juan de Jarpa	3664
	Huachac	3738
	Ahuac	6547
	Chupaca	20976
	San Juan de Yscos	2332
	Huamancaca Chico	4998
	Tres de Diciembre	1920
	Chongos Bajo	4409
Huancayo	Pilcomayo	13295
	Huancayo	112054
<b>Total</b>		<b>307705</b>

### 1.3.4 DEMANDA

La demanda está definida por la cantidad de vehículos que transitan y transitarán por la carretera en estudio, es así que es importante determinar el tránsito actual y su proyección para 10 años.

El IMDA actual para el año 2008 es de aproximadamente 195 Veh/día (Conteo influenciado por la Construcción de la C.H. el Platanal). Las proyecciones de tránsito considerados son: el tráfico normal, el tráfico generado y el tráfico desviado.

El tráfico normal es el crecimiento del volumen de vehículos sin que necesariamente se ejecute el proyecto. El tráfico generado es el volumen de tráfico inducido por la ejecución del proyecto. El tráfico desviado considera que los viajes entre las provincias de Huancayo con Cañete, que actualmente utilizan la carretera central, tendrán como alternativa esta ruta que ofrece un menor longitud de recorrido (282 Km vs 442 Km) y por lo tanto menores costo de operación vehicular y tiempo de viaje.

Para fines de proyección del volumen de tráfico sobre la carretera se ha utilizado tasas de crecimiento asociados a las tasas de crecimiento de la población y del PBI departamental, de esta manera se ha considerado una tasa de 2.5% para vehículos de pasajeros y 6.0% para vehículos de carga.

Finalmente se muestra el tránsito total por año, dentro del horizonte de evaluación del proyecto.

**Cuadro N° 2**  
**Proyección de la Demanda**

Tráfico	Veh/día										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Normal	195	202	209	216	223	230	239	246	255	263	273
Generado		35	36	37	39	40	41	43	44	46	48
Desviado		91	95	99	103	108	112	117	123	128	134
<b>TOTAL</b>	<b>195</b>	<b>328</b>	<b>340</b>	<b>352</b>	<b>365</b>	<b>378</b>	<b>393</b>	<b>407</b>	<b>422</b>	<b>437</b>	<b>455</b>

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.5 OFERTA

#### Oferta Actual

Para determinar la oferta actual de la carretera, se ha tomado como referencia al tramo de la carretera en estudio. La oferta de la carretera Cañete – Yauyos del Km 57+300 al Km 57+600 tiene las siguientes características técnicas:

**Cuadro N° 3**  
**Oferta Actual**

CARRETERA	CAÑETE – YAUYOS
<b>Características de la Vía</b>	
Progresiva Inicial	57+300
Progresiva Final	57+600
Longitud (m) (Tramo de estudio)	300
Tipo de material del superficie	afirmado
Ancho de calzada (m)	5
Estado de conservación	Regular
Pendiente (%)	4%
Bombeo (%)	2%
<b>Drenaje</b>	
- Tajeas	3
- Cunetas revestidas	No

### 1.3.6 PLANTEAMIENTO TÉCNICO DE ALTERNATIVAS

Las características técnicas, básicamente han desarrollado dos puntos importantes el cambio del trazo de la vía y la mejora de su superficie de rodadura. El trazo de la nueva vía considera una ampliación de la calzada a 7.00m de ancho y ampliación del radio de curvatura. Las alternativas de mejora de superficie considera: una la colocación de una nueva capa de afirmado de 20cm de espesor, la segunda carpeta asfáltica con una subbase de e=6", base e=6" y CA de e= 2" y la tercera con una capa de TSB de e=2.5 cm, base granular de 15 cm y sub base granular de espesor de 15 cm.

Las estructuras de drenaje y elementos para la señalización de la carretera, propuesto en las tres alternativas, son referenciales. Ya que se espera que las características de las estructuras de drenaje y elementos para la señalización sean dadas con más precisión en las siguientes etapas de los estudios de pre inversión.

### 1.3.7 COSTOS

#### Costos en la situación “Sin Proyecto”

Con la finalidad de mantener una adecuada transitabilidad de la carretera en la situación “optimizada” (sin proyecto) se ha considerado actividades de mantenimiento rutinario. El costo anual de mantenimiento rutinario por kilometro se estima en **US\$ 1500**. Este costo permitirá poder comparar sus beneficios respecto a la alternativa con Proyecto.

#### Costos en la situación “Con Proyecto”

Los costos de inversión del proyecto comprenden los costos de obras, mitigación ambiental, supervisión, elaboración de expediente técnico y expropiaciones y compensaciones. A continuación se indican los montos de inversión por alternativa considerada y los costos de mantenimiento por alternativa.

**Cuadro N° 4**  
**Costo Total de Inversión por Alternativas**

Descripción	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo de Obra	226,348.57	303,690.34	276,324.22
Costos de Mitigación Ambiental (3% Costo de Obra)	6,790.46	9,110.71	8,289.73
Costo de Expediente Técnico (2.5% Costo directo)	4,359.99	5,849.77	5,322.64
Costo de Supervisión (5% Costo directo)	8,719.99	11,699.55	10,645.28
Costo de Expropiación y Compensación	0.00	21,606.75	21,606.75
<b>COSTO TOTAL DE INVERSIÓN (S/.)</b>	<b>246,219.01</b>	<b>351,957.12</b>	<b>322,188.61</b>
<b>COSTO (S/./ Km)</b>	<b>820,730.04</b>	<b>1,173,190.40</b>	<b>1,073,962.04</b>
<b>COSTO (US\$ / Km)</b>	<b>276,340.08</b>	<b>395,013.60</b>	<b>361,603.38</b>

Cambio Dólar 2.97

**Cuadro N° 5**  
**Costos de Mantenimiento por Alternativas**

Descripción	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Mantenimiento rutinario (US\$ / Km)	2,500.00	3,000.00	3,000.00
Mantenimiento periódico (US\$ / Km) cada 3 años	5,000.00	8,000.00	8,000.00

### 1.3.8 PRECIOS SOCIALES

**Cuadro N° 6**

#### Costos de Inversión y Mantenimiento a Precios Sociales

Año	Costo Mantto.* "Sin Proyecto"	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Inversión	Mantto.	Inversión	Mantto.	Inversión	Mantto.
0		49,556,066.50		70,837,789.26		64,846,334.28	
1	255,375.00		425,625.00		510,750.00		510,750.00
2	255,375.00		425,625.00		510,750.00		510,750.00
3	255,375.00		1,276,875.00		1,872,750.00		1,872,750.00
4	255,375.00		425,625.00		510,750.00		510,750.00
5	255,375.00		425,625.00		510,750.00		510,750.00
6	255,375.00		1,276,875.00		1,872,750.00		1,872,750.00
7	255,375.00		425,625.00		510,750.00		510,750.00
8	255,375.00		425,625.00		510,750.00		510,750.00
9	255,375.00		1,276,875.00		1,872,750.00		1,872,750.00
10	255,375.00	-4,955,606.65	425,625.00	-7,083,778.93	510,750.00	-6,484,633.43	510,750.00

Factores de conversión 0.79 inversión, 0.75 mantenimiento

### 1.3.9 COSTOS INCREMENTALES

**Cuadro N° 7**

#### Costos Incrementales

Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
	49,556,066.50	70,837,789.26	64,846,334.28
1	170,250.00	255,375.00	255,375.00
2	170,250.00	255,375.00	255,375.00
3	1,021,500.00	1,617,375.00	1,617,375.00
4	170,250.00	255,375.00	255,375.00
5	170,250.00	255,375.00	255,375.00
6	1,021,500.00	1,617,375.00	1,617,375.00
7	170,250.00	255,375.00	255,375.00
8	170,250.00	255,375.00	255,375.00
9	1,021,500.00	1,617,375.00	1,617,375.00
10	-4,785,356.65	-6,828,403.93	-6,229,258.43

## 1.4 EVALUACION

### 1.4.1 IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS

Se ha considerado como beneficios del proyecto el ahorro de costos operativos vehiculares, ahorros de tiempo de viaje de usuarios y ahorros de costos de mantenimiento.

El beneficio total considerado es la sumatoria del beneficio de tráfico normal, más el beneficio del tráfico generado y el beneficio del tráfico desviado.

A continuación se muestran los beneficios para cada alternativa:

**Cuadro N° 8**  
**Beneficios por Alternativa**

Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
0			
1	9,387,754.10	11,757,391.94	10,572,573.02
2	9,702,151.13	12,159,186.98	10,921,262.35
3	10,184,850.78	12,771,858.35	11,468,947.86
4	10,740,310.34	13,474,191.73	12,097,844.33
5	11,277,571.81	14,151,849.54	12,705,303.97
6	11,727,395.45	14,714,142.09	13,211,362.06
7	12,263,616.03	15,392,951.33	13,818,876.97
8	13,038,680.75	16,364,729.26	14,692,298.30
9	13,672,053.86	17,159,661.99	15,401,747.86
10	14,199,675.29	17,850,459.36	16,015,660.62

### 1.4.2 EVALUACIÓN SOCIAL

La metodología utilizada en la evaluación social del proyecto ha sido la de Costo - Beneficio. Se ha considerado un horizonte de evaluación de 10 años y una tasa social de descuento del 11%. Los costos del proyecto han sido convertidos a precios sociales mediante factores de conversión. Para determinar la rentabilidad social del proyecto se ha utilizado el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio/Costo (B/C).

**Cuadro N° 9**  
**Resultados de la Evaluación Social por Alternativa**

Alternativa	Indicador de Rentabilidad	Inicial	Costo (+20%)	Beneficio (-20%)	Costo (+10%) + Beneficio (-10%)
1	VAN	15'503,222	5'458,475	2'357,831	3'908,153
	TIR	17%	13%	12%	13%
	B/C	1.30	1.09	1.0	1.1
2	VAN	10'347,237	-4'073,454	-4'169,167	-5'108,178
	TIR	14%	10%	10%	10%
	B/C	1.14	0.95	0.94	0.94
3	VAN	7'717,051	-5'547,552	-7'090,962	-6'319,257
	TIR	13%	9%	9%	9%
	B/C	1.11	0.93	1.11	0.92

De los resultados obtenidos en la evaluación socioeconómica, se puede indicar que las tres alternativas son rentables. Sin embargo el análisis de sensibilidad muestra un mejor comportamiento frente a variaciones de determinadas variables de costos y de beneficios para la Alternativa 1.

### 1.4.3 IMPACTO AMBIENTAL

#### Impactos negativos:

Se producirán en la etapa de construcción y serán de temporalidad corta y media. En la etapa de construcción, los impactos negativos más significativos están asociados a las actividades propias de ingeniería (excavación y nivelación, limpieza y preparación del sitio, cortes y terraplenes e instalación chancadoras y trituradoras, talleres y patios de servicio, etc.), la temporalidad de estos impactos está en función al período en que duren las obras.

#### Impactos positivos:

Están relacionados al medio socio-cultural, alcanzando alta intensidad. Uno de los impactos positivos de mayor relevancia relacionado al aspecto socio ambiental, se producirá en la etapa de operación de la carretera y está referido al "incremento de posibilidades de comercialización de productos de la zona, a través de la incorporación de nuevos mercados, reduciendo los costos de accesibilidad y aumentando la posibilidad de establecer un mercado con precios competitivos para los productores".

Otro impacto de mayor relevancia identificado en la etapa de pre-construcción, es la recuperación del derecho de vía, a través de los mecanismos adecuados para las familias que habitan los predios en dicha área o poseen terrenos agrícolas.

#### **1.4.4 SOSTENIBILIDAD**

El Gobierno Central a través de Provias Nacional del MTC y su programa de desarrollo vial "Proyecto Perú", considera el costo de inversión para el mejoramiento de esta carretera, además de contemplar los costos de mantenimiento y operación durante la vida útil del proyecto.

#### **1.4.5 ALTERNATIVA ELEGIDA**

De los resultados obtenidos en la evaluación socioeconómica se observa que la ALTERNATIVA 1 es la más rentable socialmente, demostrado esto en los valores de VAN de S/. 15'503,222.00 y la TIR de 17%. Además, de presentar un mejor comportamiento de sensibilidad en sus variables de costos y beneficios.

## CAPÍTULO 2 DISEÑO DE PAVIMENTOS

### 2.1 DEFINICIÓN DE PAVIMENTO

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Esta estructura se apoya sobre la subrasante de la vía y cumple la función principal de resistir y transmitir las cargas impuestas por el tráfico, así como de proveer una superficie cómoda y segura a los usuarios durante el periodo para el cual fue diseñado.

### 2.2 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE PAVIMENTOS

Debido al complejo comportamiento de los pavimentos, existe la necesidad de adoptar métodos de diseño que consideren los diversos factores que afectan su desempeño durante su vida útil. Esta no es una tarea fácil, porque involucra el análisis no solamente de los aspectos estructurales del pavimento, sino también de factores económicos, nivel de servicio de la vía y grado de seguridad que le brinda al usuario.

Algunos métodos enfatizan como objetivo del diseño, proveer a la vía de un adecuado nivel de servicio, este es el caso del Método AASHTO. Otros métodos establecen valores límites de esfuerzos y/o deformaciones en la estructura, con la finalidad de prevenir ciertos tipos de falla, el método del Instituto del Asfalto es una de ellas.

## 2.3 MÉTODO AASHTO 1993 PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS

### 2.3.1 ALCANCES GENERALES

La *Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos -1993*, proporciona un grupo completo de procedimientos, los cuales pueden ser usados para el diseño y rehabilitación de pavimentos. La Guía ha sido desarrollada para proporcionar recomendaciones concernientes a la determinación de la estructura de pavimentos. Esas recomendaciones incluyen la determinación del espesor total de la estructura del pavimento, así como el espesor de los componentes estructurales individuales.

El Método AASTHO establece relaciones entre el nivel de servicio y las propiedades estructurales de los materiales que conforman la estructura del pavimento, basándose en un análisis de regresión con datos recolectados en forma experimental.

### 2.3.2 VARIABLES PARA EL DISEÑO

#### a) Período de Diseño

Es el periodo de uso o periodo de tiempo transcurrido para que una estructura de pavimento, nueva o rehabilitada, se deteriore desde su serviciabilidad inicial hasta su serviciabilidad final.

#### b) Tránsito

La demanda o volumen de vehículos, requiere ser expresado en términos de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 t de peso, con neumáticos con presión de 80 lb/pulg<sup>2</sup>.

Desde el punto de vista del diseño de pavimento sólo tienen interés los vehículos pesados (buses, camiones, trailers, etc), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 2.5 t. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles, camionetas y micros) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.

### **c) Confiabilidad**

Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño – comportamiento de un pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y medio ambiente durante el periodo de diseño.

La confiabilidad básicamente es un medio para introducir cierto grado de certeza en el procedimiento de diseño. El factor de diseño basado en la confiabilidad, toma en cuenta las posibles variaciones en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento y por lo tanto, proporciona un determinado nivel de seguridad (R), que las secciones de pavimento sobrevivirán durante el periodo para el cual fueron diseñados.

### **d) Efectos Ambientales**

El medio ambiente puede afectar el comportamiento del pavimento en varias formas. Los cambios de temperatura y humedad pueden tener cierto efecto sobre la resistencia, durabilidad y capacidad de carga del pavimento y de los suelos de subrasante. Otro impacto ambiental mayor es el efecto directo del hinchamiento de los suelos de subrasante, levantamiento de los pavimentos, congelamiento por heladas, desintegraciones, etc, los cuales reducen la calidad de manejo y la serviciabilidad del pavimento.

## **2.3.3 CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO**

### **a) Serviciabilidad**

La serviciabilidad de un pavimento se define como la habilidad para servir a la clase de tránsito que lo va utilizar. La mejor forma de evaluarlo es a través del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), el cual varía de cero (carretera imposible) a 5 (carretera perfecta). La filosofía básica del diseño es el concepto del comportamiento y capacidad de servicio, el cual proporciona un medio para diseñar un pavimento con base en un volumen específico de tránsito total y un mínimo de nivel de serviciabilidad deseado al final del periodo de diseño.

La selección de un PSI más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación, la AASHTO sugiere un índice de 2.5 o mayor para carreteras principales y de 2.0 para las demás carreteras.

Teniendo en cuenta que la serviciabilidad final de un pavimento ( $P_t$ ) depende del tránsito y de la serviciabilidad inicial ( $P_o$ ), es necesario hacer una determinación de este último. De los ensayos observados por la AASHTO se obtuvo un valor de 4.2 para pavimentos flexibles.

Una vez que  $P_o$  y  $P_t$  sean establecidos, deberá aplicarse la siguiente ecuación para definir el cambio total en el índice de serviciabilidad.

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$$

### 2.3.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

#### a) Módulo Resiliente de la Subrasante

La AASHTO propone actualmente el uso del módulo resiliente o módulo elástico ( $M_R$ ) para una mejor caracterización de la subrasante con fines de diseño de pavimentos. Sin embargo, este módulo se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición y por tal motivo se han establecido ecuaciones de correlación entre los valores de CBR y  $M_R$  para obtener el valor requerido. Así por ejemplo, la AASHTO propone la siguiente correlación:

$$M_R = 1500 \times \text{CBR}$$

Esta correlación es adecuada para suelos finos con CBR inferior a 10%. En otros países de Latinoamérica, como Venezuela, se utilizan las siguientes ecuaciones de correlación:

$$\begin{aligned} M_R &= 1500 \times \text{CBR} && \text{para CBR} < 7.2 \\ M_R &= 3000 \times \text{CBR}^{0.65} && \text{para CBR de 7.2 a 20} \end{aligned}$$

La primera ecuación es la misma sugerida por la AASHTO, mientras que la segunda fue desarrollada en Sudáfrica.

Para suelos granulares, la siguiente ecuación desarrollada en base a la propia guía AASHTO ofrece una buena correlación:

$$M_R = 4326 \times \ln CBR + 241$$

Cabe destacar, que en la determinación del  $M_R$  con ecuaciones de correlación, sigue siendo limitante la variabilidad de los valores de CBR debido a las condiciones de estado de la subrasante. El CBR será diferente si se realiza el ensayo para un estado del suelo húmedo, saturado o seco-saturado que representaría las posibles condiciones de la subrasante. Para fines de diseño la AASHTO recomienda el concepto de valor de daño relativo para considerar la variabilidad estacional, a fin de ponderar las características de la subrasante a las condiciones particulares de cada proyecto, adoptando un  $M_R$  efectivo para fines de diseño.

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

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

## **b) Características de los Materiales de las Capas del Pavimento**

La caracterización de las diversas capas del pavimento se efectúa a través de sus módulos de elasticidad, obtenidos de ensayos normalizados de laboratorio.

El método no presenta requisitos específicos respecto de la calidad de los materiales de subbase, resultando aceptable cualquier material convencional. El uso de la subbase en este método requiere del empleo de un coeficiente de capa ( $a_3$ ) para convertir su espesor en un número estructural (SN), que es el indicativo de su espesor dentro de la estructura del pavimento.

En relación con la base, está podrá ser granular, estabilizada y los requisitos de calidad deben ser, superiores a los de subbase. El material estará representado por un coeficiente ( $a_2$ ) que permite convertir su espesor real a su número estructural.

Respecto a la capa de rodadura, consistirá en una mezcla de agregados pétreos y un producto bituminoso. La mezcla se deberá diseñar y construir de modo que no solo preste una función estructural, sino que además, resista la fuerza abrasiva del tránsito, proporcione una superficie antideslizante y uniforme y prevenga la penetración del agua superficial.

### c) Coeficientes de capa

Se asigna a cada capa del pavimento un coeficiente ( $a_i$ ), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento.

#### **Concreto Asfáltico**

El Anexo 1 presenta un gráfico que puede emplearse para el coeficiente ( $a_1$ ).

#### **Bases Granulares**

El Anexo 2 presenta un gráfico que puede emplearse para el coeficiente ( $a_2$ ), a partir de cuatro resultados de ensayos diferentes.

#### **Subbases Granulares**

El Anexo 3 presenta un gráfico que puede emplearse para el coeficiente ( $a_3$ ), en función de los mismos ensayos considerados para las bases granulares.

## **2.3.5 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO**

### **a) Drenaje**

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 el nivel (o calidad) de drenaje alcanzado bajo ciertas condiciones de drenaje.

### Cuadro N° 10

#### Niveles de Drenaje de la Estructura de Pavimento

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	No drena

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

El tratamiento para el nivel esperado de drenaje de un pavimento flexible se logra a través del empleo de coeficientes de capas modificadas. El factor para modificar el coeficiente de capa está referido como un valor  $m_i$  y ha sido integrado dentro de la ecuación del número estructural (SN) junto con el coeficiente de capa ( $a_i$ ) y el espesor ( $D_i$ ).

El cuadro N°11 muestra los valores que recomienda la AASHTO, en función de la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo durante el año en que la estructura del pavimento debería normalmente estar expuesta a niveles de humedad aproximadamente iguales a la saturación. Obviamente esto depende de las precipitaciones anuales promedio y las condiciones de drenaje prevalecientes. El valor de  $m_1$  es 1.0 en la carretera experimental AASHTO.

### Cuadro N° 11

#### Valores de $m_i$ recomendados para los Coeficientes de Capa Modificados de materiales de Base y Subbase no tratada de Pavimentos Flexibles

Calidad de Drenaje	% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1	1-5	5-25	> 25
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

### 2.3.6 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

El método de la AASHTO (American Associations of State Highway and Transportation Officials) permite calcular el espesor de pavimento necesario para satisfacer un valor estructural determinado. Este valor o número estructural (SN) asegura que la estructura diseñada será capaz de soportar un flujo determinado de tránsito ( $W_{18}$ ), sin que los esfuerzos inducidos excedan la capacidad de soporte de la subrasante.

Este método proporciona una expresión analítica que, dada su complejidad, para efectos prácticos es reemplazada por nomogramas. Dicha formulación se presenta a continuación:

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

Donde:

- $W_{18}$  = Numero estimado de ejes simples equivalentes a 8.2 t.
- $Z_R$  = Desviación estándar normal.
- $S_o$  = Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento de la estructura.
- $\Delta \text{PSI}$  = Diferencia entre la serviciabilidad inicial ( $P_o$ ) y la final ( $P_t$ ).
- $M_R$  = Módulo resiliente de la subrasante.

El SN es un número abstracto, que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido, para una combinación dada de soporte de la subrasante ( $M_R$ ), del tránsito total ( $W_{18}$ ), de la serviciabilidad terminal, y de las condiciones ambientales.

SN = Número Estructural indicador del espesor total del pavimento requerido:

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

Siendo:

- $a_i$  = Coeficiente estructural de la capa "i"  
 $D_i$  = Espesor de la capa "i" (pulgadas)  
 $m_i$  = Coeficiente de drenaje de la capa gradual "i"

### Determinación del Número Estructural

El nomograma de diseño recomendada por la AASHTO (Anexo 4) permite la obtención del número estructural a partir de los siguientes parámetros:

1. Tránsito estimado durante el período de diseño ( $W_{18}$ )
2. Nivel de confiabilidad (R)
3. La desviación estándar total ( $S_o$ )
4. El módulo resiliente de la subrasante ( $M_R$ )
5. La pérdida del nivel de servicio durante el período de diseño ( $\Delta PSI$ )

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

### Selección de los espesores de las capas

Determinado el número estructural, el paso siguiente consiste en identificar un conjunto de capas cuyos espesores, convenientemente combinados, proporcionen la capacidad de soporte a dicho SN. La fórmula a utilizar es la siguiente:

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

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

## 1er Método: Espesores Mínimos

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

**Cuadro N° 12**  
**Espesores mínimos**

No de ejes equivalentes (millones)	Concreto Asfáltico (pulg)	Base Granular (pulg)
< 0.05	1.0 o TSB	4
0.05-0.15	2.0	4
0.15-0.50	2.5	4
0.50-2.00	3.0	6
2.00-7.00	3.5	6
> 7.00	4.0	6

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

No obstante estos espesores mínimos pueden ser variados de acuerdo a las condiciones locales y la experiencia de cada entidad.

## 2do Método: Análisis del 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 Módulo Resiliente del material inferior. Esto garantiza que exista una coherencia estructural, no sólo entre el espesor total del pavimento y la calidad de la subrasante, sino también, entre el espesor de cada capa y la calidad del material de la capa inmediatamente inferior, por lo que se tiene:

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

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

$$D^*_2 \geq (SN_2 - SN^*_1) / a_2 \times m_2$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq (SN_3 - SN^*_1 - SN^*_2) / a_3 \times m_3$$

## 2.4 CÁLCULO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO

**Periodo de diseño:** 10 años

**Ejes Equivalentes ( $W_{18}$ ):**

a) Determinación del Factor Camión:

Se ha determinado el FC usando las cargas máximas reglamentarias.

Tipo de vehículo	Factor Camión
	Cargas máx. Regl.
Bus 2E	4.50
Bus > 2E	3.28
C2	4.50
C3	3.28
T2S2	6.52
T2S3	5.92
T3S2	5.30
T3S3	4.71
C3R3	8.54

Fuente: RNV 2003

b) Determinación de los Ejes Equivalentes Acumulados (EAL):

Tipo de vehículo	IMD	Factor Camión	Tasa de crecimiento	Factor de crecimiento	Días	EAL
Bus 2E	19	4.50	2.5%	11.203	365	349913
Bus > 2E	6	3.28	2.5%	11.203	365	80589
C2	40	4.50	6.0%	13.181	365	866681
C3	20	3.28	6.0%	13.181	365	316042
T2S2	3	6.52	6.0%	13.181	365	94144
T2S3	8	5.92	6.0%	13.181	365	228005
T3S2	4	5.30	6.0%	13.181	365	102066
T3S3	11	4.71	6.0%	13.181	365	248993
C3R3	5	8.54	6.0%	13.181	365	205479
<b>Total</b>						<b>2.49E+06</b>

c) Cálculo de  $W_{18}$

$$W_{18} = EAL \times D_D \times D_L$$

Donde:

EAL: Ejes equivalentes a 8.2 t

$D_D$  : Factor de distribución direccional (50%, generalmente)

$D_L$  : Factor de distribución de carril (100%, para 1 solo carril por dirección)

Reemplazando valores tenemos:

$$W_{18} = 2.49E+06 \times 0.5 \times 1$$

$$W_{18} = 1.25E+06$$

**Confiabilidad (R):**

La carretera Cañete-Yauyos es parte de la Ruta Nacional PE-24, al realizar un analogía con la clasificación AASHTO, está es una Arteria Principal Rural, entonces del Cuadro N° 13 tenemos una variación de 75 – 95, elegimos un valor promedio de **85%**.

**Cuadro N° 13**  
**Nivel de Confiabilidad Sugeridos**

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Otras Vías Libres	85-99.9	80-99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO

Para una confiabilidad de 85% tenemos una Desviación Estándar Normal  $Z_R$  igual a **-1.037**.

**Desviación Estándar total (So)**

Para pavimentos flexibles 0.40 – 0.50 (AASHTO 1993)

Se elige un promedio **So = 0.45**

## Diferencia de la serviciabilidad inicial y la final $\Delta$ PSI

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$$

Donde:

Po: Índice de Serviciabilidad Inicial (4.2 Bueno – Excelente)

Pt : Índice de Serviciabilidad Final (2.2 Regular)

Reemplazando valores tenemos:

$$\Delta \text{PSI} = 4.2 - 2.2$$

$$\Delta \text{PSI} = 2.0$$

## Módulo Resiliente de la Subrasante $M_R$

Usaremos la siguiente correlación:

$$M_R = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

### a) Determinación del CBR

El pavimento estará colocado sobre una plataforma que resulte de un nuevo trazo geométrico, en donde se ha considerado que los rellenos se realizarán con material propio. Es así, que se asume que el CBR de la nueva plataforma tiene un valor igual al obtenido de la muestra de suelo (Calicata realizada en campo) llevada a laboratorio. (Ver Anexo 5 – Ensayos de laboratorio):

$$\text{CBR (95\%)} = 37.3\%$$

Finalmente reemplazando valores tenemos:

$$M_R = 2555 \times 37.3^{0.64}$$

$$M_R = 25899 \text{ psi}$$

## CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL SN

Datos:

Confiabilidad	R	= 85%
Desviación estándar normal	$Z_R$	= -1.037
Desviación estándar total	$S_o$	= 0.45
Ejes equivalentes	$W_{18}$	= 1.25E+06
Módulo resiliente	$M_R$	= 25899 psi
Pérdida de nivel de servicio	$\Delta PSI$	= 2

Según el nomograma AASHTO: **SN = 2.15**

Ajustando el valor en la ecuación AASHTO: **SN = 2.13**

## DISEÑO DE ESPESORES

Las condiciones de drenaje asumidas para el proyecto son buenas y el porcentaje de tiempo que la estructura de pavimento es expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación es de 1 a 5 % para la capa de base granular y sub base granular.

Coefficientes de drenaje, del cuadro N°11 se tiene:

Coefficiente de drenaje de la base granular  $m_2 = 1.2$

Coefficiente de drenaje de la subbase granular  $m_3 = 1.2$

Coefficientes de capas:

Carpeta asfáltica  $E = 450,000 \text{ psi}$   $a_1 = 0.44 \text{ pulg}^{-1}$

Base granular  $CBR = 100\%$   $a_2 = 0.14 \text{ pulg}^{-1}$

Subbase granular  $CBR = 40\%$   $a_3 = 0.12 \text{ pulg}^{-1}$

### a) 1er método: Espesores Mínimos

Para un tránsito  $1.25E+06$  los espesores mínimos recomendados por la AASHTO.

$$D_1 = 3''$$

$$D_2 = 6''$$

Reemplazando valores:

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

$$2.13 = 0.44 \times 3 + 0.14 \times 6 \times 1.2 + 0.12 \times D_3 \times 1.2$$

$$D_3 = -1.34''$$

$$\Rightarrow D_3 = 0$$

$$SN_{req} < SN_{res}$$

$$2.13 < 2.33$$

Los espesores resultantes son:

Carpeta asfáltica  $D_1 = 3''$

Material de Base  $D_2 = 6''$

### b) 2do método: Análisis del diseño por capas

$$M_R (\text{Base}) = 30000 \text{ psi}$$

Con este dato calculamos el  $SN_1 = 2.01$

Número estructural de la subrasante  $SN_2 = 2.13$

Luego:

$$D^*_1 \geq SN_1 / a_1 = (2.01 / 0.44) = 4.57 \Rightarrow D^*_1 = 5''$$

$$SN^*_1 = a_1 \times D^*_1 \geq SN_1 = 0.44 \times 5 = 2.2 \geq 2.01$$

$$D^*_2 \geq (SN_2 - SN^*_1) / a_2 \times m_2 = (2.13 - 2.2) / (0.14 \times 1.2) = -0.42 \Rightarrow D^*_2 = 0''$$

Los espesores resultantes son:

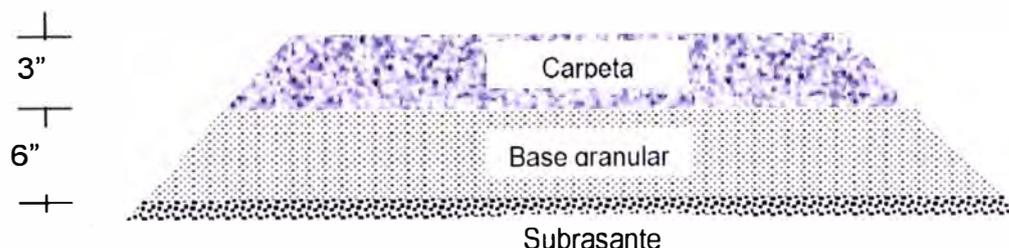
Carpeta asfáltica  $D_1 = 5''$

Material de Base  $D_2 = 0''$

De los dos métodos recomendados por el AASHTO 1993, el segundo método siempre da valores más altos para la carpeta asfáltica. Esto nos lleva a analizar la estructura por el primer método. Sin embargo esto no nos exime de realizar el segundo método.

De los resultados obtenidos con el primer método, tenemos la siguiente estructura:

**Figura N° 2**  
**Estructura de Pavimento Final**



## **CAPÍTULO**

### **3**

## **EXPEDIENTE TÉCNICO**

### **3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **3.1.1 ANTECEDENTES**

El proyecto “Mejoramiento de la carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al 57+600” es parte del mejoramiento integral de la carretera Cañete – Chupaca, el mismo que forma parte del proyecto de desarrollo vial “Proyecto Perú”, el cual tiene como finalidad elevar el nivel de competitividad de esta vía de integración y así elevar el nivel socioeconómico de los pobladores de la zona.

#### **3.1.2 OBJETIVO**

La construcción de la carretera tiene como objetivo principal mejorar el nivel de transitabilidad de esta vía. Mejorando su trazo geométrico y cambiando su nivel de carretera afirmada a carretera asfaltada.

#### **3.1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS DEL KM 57+300 AL KM 57+600”, está localizado en el distrito de Zúñiga, provincia de Cañete en el Departamento de Lima, a una altitud promedio de 800 msnm.

#### **3.1.4 ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA**

Actualmente, la carretera en estudio presenta una deficiencia en su trazo geométrico y tiene una superficie de rodadura con material de afirmado en regular estado.

### 3.1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El tramo se inicia en el Km 57+300 y culmina en el Km 57+600, con una longitud total de 300m, con un ancho de calzada de 7 metros y un sobreebanco de 1.10 metros.

El proyecto consiste en la colocación de una nueva estructura de pavimento con capas de base de espesor  $e=6''$  y carpeta asfáltica de espesor  $e=3''$ .

Las principales actividades consideradas son: el transporte de material, la colocación de material granular (base), la colocación mezcla asfáltica en caliente y la restauración de áreas afectadas por la ejecución del proyecto. El monto referencial total asciende a **S/. 186,841.51** y el tiempo total de ejecución es de **18** días calendario.

### 3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las exigencias de calidad de los materiales, equipos, procesos constructivos y control durante y después de las actividades, contempladas dentro de este proyecto, se deben ceñir a lo indicado en las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 elaborada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Por fines prácticos y académicos del presente informe, se ha desarrollado las especificaciones técnicas referidas únicamente a la especialidad de pavimentos (Ver Anexo 6 – Especificaciones Técnicas).

### 3.3 PLANILLA DE METRADOS

#### PLANILLA DE METRADOS

Proyecto: Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al 57+600

Fecha: Noviembre 2008

#### Pavimentos del Km 57+300 al 57+600

##### BASE

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Parcial	Total (m <sup>3</sup> )
Plataforma	2100.10	0.15	320.06	320.06
				<b>320.06</b>

##### MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Parcial	Total (m <sup>3</sup> )
Plataforma	2100.10	0.08	160.03	160.03
				<b>160.03</b>

##### IMPRIMACIÓN

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Parcial	Total (m <sup>2</sup> )
Plataforma	2100.10	-	2100.10	2100.10
				<b>2100.10</b>

#### TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR

Cantera Km 95+000 (Base)

Desde	Hasta	Long. Km	Vol. Comp. m <sup>3</sup>	C.G.	Origen		Distancia		Transporte m <sup>3</sup> -Km	
					B	DB- Km	Hasta 1 km	a más de 1 km		
57.300	57.600	0.300	320.06	57.450	95.000	39.050	320.06	12,178.10		

<b>Metrado Total</b>	<b>320.06</b>	<b>12,178.10</b>
----------------------	---------------	------------------

### CÁLCULO DE RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE

#### Transporte de material granular $d \leq 1\text{Km}$

<b>Datos Generales</b>		
Velocidad cargado		25km/hr
Velocidad descargado		30km/hr
Tiempo de viaje cargado	Tc	2.4d
Tiempo de viaje descargado	Td	2.0d
Volumen de tolva de volquete		12m <sup>3</sup>
Distancia de transporte		1.0km
<b>Cálculo de rendimientos</b>		
Tiempo de carguío de volquete		5.5min
Tiempo de descarga del volquete		3min
Tiempo útil: 8hrs (90%)		432min
Tiempo del ciclo del volquete		8.5' + 4.4d
Para d=1 km Ciclo		12.9min
Número de ciclos		34
Volumen total por día		408
Esponjamiento		30%
<b>Rendimiento</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>	<b>314</b>

#### Transporte de material granular $d > 1\text{Km}$

<b>Datos Generales</b>		
Velocidad cargado		25km/hr
Velocidad descargado		30km/hr
Tiempo de viaje cargado	Tc	2.4d
Tiempo de viaje descargado	Td	2.0d
Volumen de tolva de volquete		12m <sup>3</sup>
Distancia de transporte		1.0km
<b>Cálculo de rendimientos</b>		
Tiempo útil: 8hrs (90%)		432min
Tiempo del ciclo del volquete		4.4d
Para d > 1km Ciclo		4.4min
Número de ciclos		99
Volumen total por día		1188
Esponjamiento		30%
<b>Rendimiento</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>	<b>914</b>

### 3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

S10

Proyecto: Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al 57+600

Fecha: Noviembre 2008

Partida	01.01	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS				
Rendimiento	glb/DIA	EQ.		CUD por: glb	11,000.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
0402050005	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb		1.0000	11,000.00	11,000.00
						<b>11,000.00</b>

Partida	01.02	OBRAS PROVISIONALES				
Rendimiento	glb/DIA 1.0000	EQ.	1.0000	CUD por: glb	6,000.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
0401010158	OBRAS PROVISIONALES	glb		1.0000	6,000.00	6,000.00
						<b>6,000.00</b>

Partida	01.03	CARTEL DE OBRA				
Rendimiento	glb/DIA	EQ.		CUD por: glb	3,000.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
0402050006	CARTEL DE OBRA	glb		1.0000	3,000.00	3,000.00
						<b>3,000.00</b>

Partida	01.04	TRAZO Y REPLANTEO				
Rendimiento	glb/DIA 1.0000	EQ.	1.0000	CUD por: glb	500.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
0401010159	TRAZO Y REPLANTEO	glb		1.0000	500.00	500.00
						<b>500.00</b>

Partida	02.02		BASE GRANULAR			
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>360.0000</b>	EQ.	<b>360.0000</b>	CUD por : m3	<b>44.21</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0222	11.33	0.25
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.1333	10.24	1.36
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0222	21.03	0.47
						<b>2.08</b>
<b>Materiales</b>						
0205300072	MATERIAL CHANCADO DE BASE	m3		1.2500	28.00	35.00
						<b>35.00</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.08	0.10
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101HP	hm	1.0000	0.0222	60.00	1.33
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0222	125.00	2.78
						<b>4.21</b>
<b>Subpartidas</b>						
909701043156	TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1800	16.24	2.92
						<b>2.92</b>

Partida	02.03		IMPRIMACION ASFÁLTICA			
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>4,000.0000</b>	EQ.	<b>4,000.0000</b>	CUD por : m2	<b>1.50</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subcontratos</b>						
0401010157	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2		1.0000	1.50	1.50
						<b>1.50</b>

Partida	02.04		CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE (E= 3")			
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>250.0000</b>	EQ.	<b>250.0000</b>	CUD por : m3	<b>293.91</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	12.76	0.41
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	11.33	0.73
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.2560	10.24	2.62
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0320	21.03	0.67
						<b>4.43</b>

<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.43	0.22
0349030025	RODILLO NEUMÁTICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20t	hm	1.0000	0.0320	70.00	2.24
0349030043	RODILLO TANDEM ESTÁTICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10t	hm	1.0000	0.0320	50.00	1.60
0349250003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69 HP	hm	1.0000	0.0320	60.00	1.92
						<b>5.98</b>
<b>Subcontratos</b>						
0401010156	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (PUETA EN OBRA)	m3		1.0500	270.00	283.50
						<b>283.50</b>

Partida	<b>03.01 TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES D&lt;= 1Km</b>					
Rendimiento	<b>m3k/DIA</b>	<b>314.0000</b>	EQ.	<b>314.0000</b>	CUD por : m3k	<b>4.53</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0127	11.33	0.14
						<b>0.14</b>
<b>Equipos</b>						
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	1.0000	0.0255	120.00	3.06
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	0.5000	0.0127	105.00	1.33
						<b>4.39</b>

Partida	<b>03.02 TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES D&gt; 1Km</b>					
Rendimiento	<b>m3k/DIA</b>	<b>914.0000</b>	EQ.	<b>914.0000</b>	CUD por : m3k	<b>1.06</b>
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Equipos</b>						
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	1.0000	0.0088	120.00	1.06
						<b>1.06</b>

Partida	<b>04.01 RESTAURACIÓN DE PATIO DE MÁQUINARIAS</b>					
Rendimiento	<b>glb/DIA</b>	<b>1.0000</b>	EQ.	<b>1.0000</b>	CUD por : glb	<b>1,820.00</b>
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0401010160	RESTAURACIÓN DE PATIO DE MAQUINARIAS	glb		1.0000	1,820.00	1,820.00
						<b>1,820.00</b>

Partida	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	CUD por : glb	8,000.00
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
0401010153	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL	glb		1.0000	8,000.00	8,000.00
						<b>8,000.00</b>

Partida	DESMOVLIZACIÓN DE EQUIPOS					
Rendimiento	glb/DIA		EQ.		CUD por : glb	11,000.00
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
0402050007	DESMOVLIZACIÓN DE EQUIPOS	glb		1.0000	11,000.00	11,000.00
						<b>11,000.00</b>

Subpartida	TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA					
Rendimiento	m3/DIA	MO.50.00	EQ.50.00		CUD por : m3	16.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1600	10.24	1.64
						<b>1.64</b>
	<b>Materiales</b>					
0234000003	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0200	9.85	0.20
						<b>0.20</b>
	<b>Equipos</b>					
0348120094	MOTOBOMBA 7 - 10 HP D=3-4"	hm	1.0000	0.1600	4.97	0.80
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.1600	85.00	13.60
						<b>14.40</b>

### 3.5 ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES

#### ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES

Proyecto: Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al 57+600

Fecha: Noviembre 2008

Ítem	Descripción	Parcial (S/.)	(%)
A	<b>GASTOS FIJOS</b>		
A-1	GASTOS ADMINISTRATIVOS	1,000.00	
A-2	GASTOS FINANCIEROS	2,300.02	
A-3	GASTOS TRIBUTARIOS	2,400.26	
	<b>Sub-Total Gastos Fijos</b>	<b>5,700.28</b>	<b>5%</b>
B	<b>GASTOS VARIABLES</b>		
B-1	GASTOS VARIABLES (Obra)	14,120.00	
B-2	GASTOS VARIABLES (Control de Calidad)	5,175.00	
	<b>Sub-Total Gastos Variables</b>	<b>19,295.00</b>	<b>16%</b>
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES (%)</b>		<b>24,995.28</b>	<b>21%</b>

#### A GASTOS FIJOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	MONTO	PARCIAL
A-1	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>				
	GASTOS DE LICITACION Y PERMISOS	GLB	1.00	1,000.00	1,000.00
					1,000.00
A-2	<b>GASTOS FINANCIEROS</b>				
	CARTAS FIANZA POR FIEL CUMPLIMIENTO	UND	0.0015	120,013.08	185.71
	CARTA FIANZA POR ADELANTO DIRECTO	UND	0.0030	120,013.08	371.43
	CARTA FIANZA POR ADELANTO DE MATERIALES	UND	0.0060	120,013.08	742.88
	POLIZA DE SEGUROS CONTRA ACCIDENTES PERSONAL	GLB	1.00	1,000.00	1,000.00
					2,300.02
A-2	<b>GASTOS TRIBUTARIOS</b>				
	SENCICO	UND	0.02	120,013.08	2,400.26
					2,400.26
<b>TOTAL</b>				<b>S/.</b>	<b>5,700.28</b>

**B GASTOS VARIABLES**

**B-1 GASTOS VARIABLES (OBRA)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	TIEMPO	CANTIDAD	MONTO	PARCIAL
<b>B-1.1</b>	<b>DIRECCION TECNICA Y ADMINISTRATIVA</b>					
	INGENIERO RESIDENTE	MES	1.00	1.00	4,000.00	4,000.00
	PRACTICANTE	MES	1.00	1.00	800.00	800.00
	CAPATAZ GENERAL	MES	1.00	1.00	2,500.00	2,500.00
	ADMINISTRADOR	MES	0.25	1.00	3,000.00	750.00
	GUARDIANES	MES	1.00	1.00	1,200.00	1,200.00
						<b>9,250.00</b>
<b>B-1.2</b>	<b>GASTOS DE ALIMENTACION</b>					
	PERS x 30 días x S/. 25	DÍA	21.00	4.00	20.00	1,680.00
						<b>1,680.00</b>
<b>B-1.3</b>	<b>EQUIPOS NO INCLUIDOS EN COSTOS DIRECTOS</b>					
	CAMIONETA PICK UP	MES	1.00	1.00	1,500.00	1,500.00
	ESTACION TOTAL	MES	0.25	1.00	1,200.00	300.00
	COMPUTADORAS	MES	1.00	2.00	80.00	160.00
	IMPRESORA	MES	1.00	1.00	30.00	30.00
	EQUIPO DE RADIO ESTIMADO	GLB		1.00	400.00	400.00
						<b>2,390.00</b>
<b>B-1.4</b>	<b>ALQUILERES</b>					
	OFICIINA - VIVIENDA EMPLEADOS	MES	1.00	1.00	150.00	150.00
	VIVIENDA DE SUPERVISION	MES	1.00	1.00	150.00	150.00
						<b>300.00</b>
<b>B-1.5</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b>					
	PERSONAL PROFESIONAL	GLB		1.00	300.00	300.00
	PERSONAL TECNICO	GLB		1.00	200.00	200.00
						<b>500.00</b>

**B-2 GASTOS VARIABLES (CONTROL DE CALIDAD)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	TIEMPO	CANTIDAD	MONTO	PARCIAL
<b>B-2</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>					
	CONTROL DE CALIDAD	GLB	1.00	1.00	5,175.00	5,175.00
						<b>5,175.00</b>

<b>TOTAL</b>					<b>S/. 19,295.00</b>	
--------------	--	--	--	--	----------------------	--

### 3.6 VALOR REFERENCIAL DE OBRA

#### VALOR REFERENCIAL DE OBRA

Proyecto: Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al 57+600

Lugar: Lima-Cañete-Zúñiga

Fecha: Noviembre 2008

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>20,500.00</b>
1.01	Movilización de Equipo	glb	1.00	11,000.00	11,000.00
1.02	Obras Provisionales	glb	1.00	6,000.00	6,000.00
1.03	Cartel de Obra	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
1.04	Trazo y Replanteo	glb	1.00	500.00	500.00
2.00	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>64,334.42</b>
2.01	Base Granular	m3	320.06	44.21	14,149.85
2.02	Imprimación asfáltica	m2	2100.10	1.50	3,150.15
2.03	Carpeta Asfáltica en Caliente (e=3")	m3	160.03	293.91	47,034.42
3.00	<b>TRANSPORTE</b>				<b>14,358.66</b>
3.01	Transporte de materiales granulares D ≤ 1 Km	m3-km	320.06	4.53	1,449.87
3.02	Transporte de materiales granulares D > 1 Km	m3-km	12178.10	1.06	12,908.79
4.00	<b>OBRAS DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>1,820.00</b>
4.01	Restauración de Patio de maquinarias	glb	1.00	1,820.00	1,820.00
5.00	<b>VARIOS</b>				<b>19,000.00</b>
5.01	Mantenimiento de Transito y Seguridad Vial	glb	1.00	8,000.00	8,000.00
5.02	Desmovilización de Equipo	glb	1.00	11,000.00	11,000.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>120,013.08</b>
<b>GASTOS GENERALES (21%)</b>					<b>24,995.28</b>
<b>UTILIDAD (10%)</b>					<b>12,001.31</b>
<b>SUB TOTAL</b>					<b>157,009.67</b>
<b>IGV (19%)</b>					<b>29,831.84</b>
<b>TOTAL (S/.)</b>					<b>186,841.51</b>

### 3.7 FÓRMULA POLINÓMICA DE REAJUSTE

#### FÓRMULA POLINÓMICA DE REAJUSTE

Proyecto: Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al 57+600

Fecha: Noviembre 2008

$$K = 0,059 Jr / Jo + 0,060 Ar / Ao + 0,260Cr / Co + 0,220 Mr / Mo + 0,401 Ir / Io$$

Monomio	Factor	Símbolo	Descripción	% Incidencia	Índice Unificado
1	0.059	J	Mano de Obra	100%	47
2	0.060	A	Agregado grueso	100%	05
3	0.260	C	Cemento Asfáltico	100%	20
4	0.220	M	Maquinaria y Equipo Nacional	100%	48
5	0.401	I	Índice General de Precios al Consumidor	100%	39

### 3.8 RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO

#### RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO

Proyecto: Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al 57+600

Fecha: Noviembre 2008

#### EQUIPO TRANSPORTADO

ÍTEM	EQUIPO	CANTIDAD
1	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	1.00
2	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20 ton	1.00
3	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 ton	1.00
4	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	1.00
5	MOTONIVELADORA DE 125 HP	1.00
6	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69 HP	1.00

#### EQUIPO MINIMO AUTOTRANSPORTADO

ÍTEM	EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	CANTIDAD
1	CAMION VOLQUETE 12 m3	4.00
3	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	1.00
4	CAMIONETA PICK-UP 4 x 2	1.00

### 3.9 CRONOGRAMA DE DESEMBOLOSOS

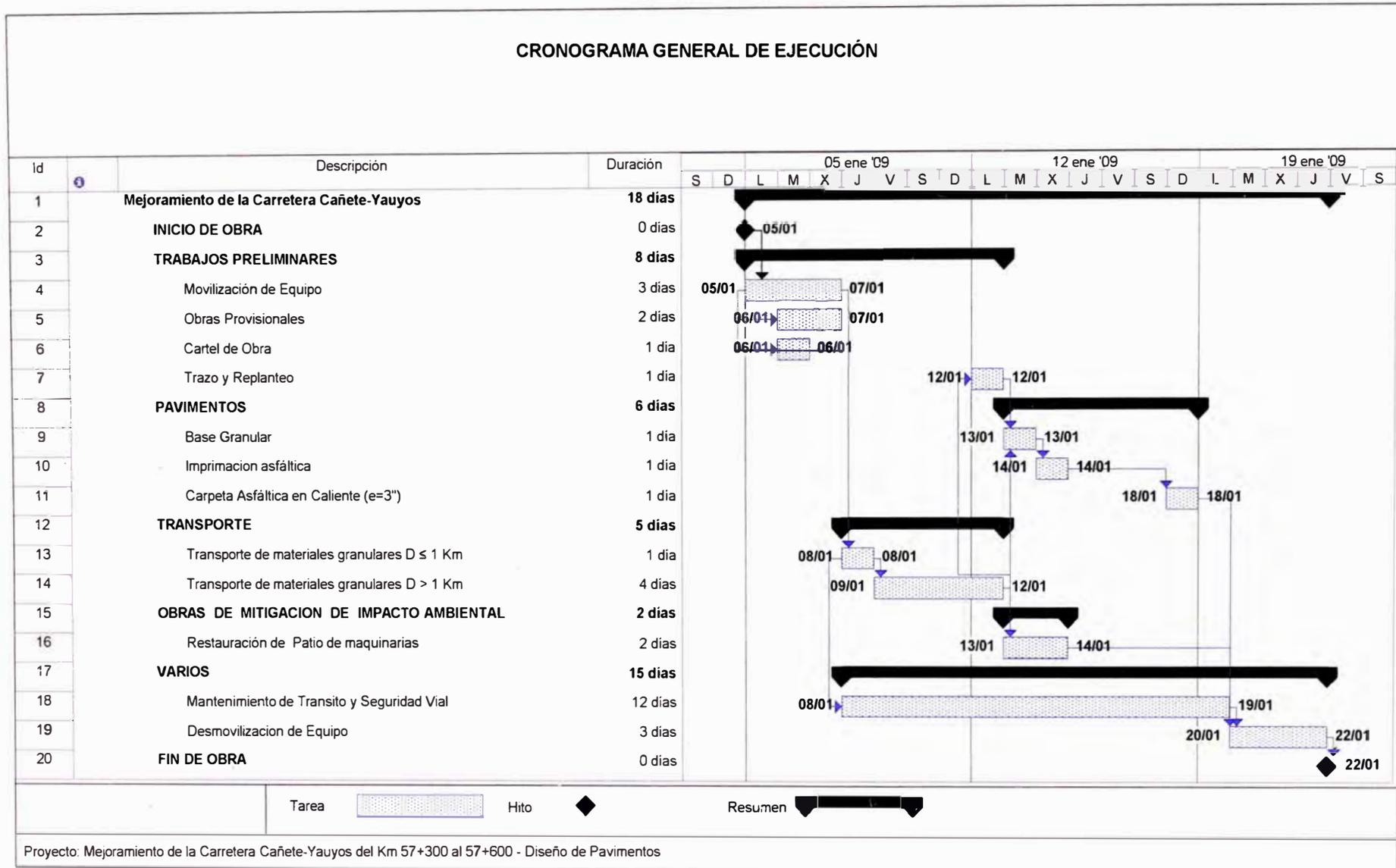
#### CRONOGRAMA DE DESEMBOLOSOS

Proyecto: Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al 57+600

Fecha: Noviembre 2008

Ítem	Descripción	Semana 1	Semana 2	Semana 3
1.00	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>			
1.01	Movilización de Equipo	14,390.98		
1.02	Obras Provisionales	7,849.63		
1.03	Cartel de Obra	3,924.81		
1.04	Trazo y Replanteo		654.14	
2.00	<b>PAVIMENTOS</b>			
2.01	Base Granular		18,511.84	
2.02	Imprimación asfáltica		4,121.25	
2.03	Carpeta Asfáltica en Caliente (e=3")		61,533.78	
3.00	<b>TRANSPORTE</b>			
3.01	Transporte de materiales granulares D ≤ 1 Km	1,896.82		
3.02	Transporte de materiales granulares D > 1 Km	12,666.15	4,222.05	
4.00	<b>OBRAS DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			
4.01	Restauración de Patio de maquinarias		2,381.05	
5.00	<b>VARIOS</b>			
5.01	Mantenimiento de Transito y Seguridad Vial	3,488.73	6,105.27	872.17
5.02	Desmovilización de Equipo			14,390.98
<b>TOTAL (S/.)</b>		<b>44,217.12</b>	<b>97,529.39</b>	<b>15,263.16</b>

### 3.10 CRONOGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN



### **3.11 PLANOS DE OBRA**

Ver Anexo – 8.

## CONCLUSIONES

- Para desarrollar los capítulos del Estudio de Perfil, el Diseño de Pavimento y el Expediente Técnico, por fines prácticos, se ha tomado como referencia el tramo del Km 57+300 al Km 57+600 de la carretera en estudio, con la finalidad de tomar los datos necesarios para la elaboración de los mencionados capítulos.
- En el Estudio de Perfil se ha identificado como problema central el bajo nivel de transitabilidad de la carretera en estudio, debido al mal estado de su superficie de rodadura y deficiente diseño geométrico, lo que origina altos costos de transportes y tiempos de viaje excesivos, perjudicando con ello a las actividades socio económicas de la zona.
- Actualmente, el tránsito vehicular en la carretera en estudio se encuentra afectada por la ejecución de la Central Hidroeléctrica el Platanal. Por lo que la proyección del tránsito calculado en el Estudio de Perfil, se considera como datos aproximados.
- Para estimar los costos de inversión por cada alternativa se han extrapolado los costos obtenidos en el tramo de referencia.
- De los resultados obtenidos en la evaluación socioeconómica se observa que la **ALTERNATIVA 1** es la más rentable, demostrado esto en los valores de VAN de S/. 15'503,222.00 y la TIR de 17%. Además, de presentar un mejor comportamiento de sensibilidad en sus variables de costos y beneficios.
- El diseño de la estructura de pavimento se ha desarrollado con el método AASHTO 1993, obteniéndose como resultado una estructura formada por una capa de base de de espesor  $D_2=6"$  y un capa de asfalto de espesor  $D_1=3"$ .
- Generalmente el diseño por análisis de capas del pavimento lleva a obtener espesores de carpeta asfáltica altos, elevando los costos de construcción.

- La selección de espesores de una estructura de pavimento son función de muchos factores. Por ello considerando aspectos de ingeniería y costos se debe elegir la estructura más apropiada.
- El proyecto “Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al Km 57+600”, que por fines prácticos del presente informe, sólo ha considerado las actividades para la construcción de la estructura de pavimento, tiene un monto referencial total de **S/. 186,841.51** y un tiempo total de ejecución es de **18** días calendario.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los estudios de preinversión, como el caso el caso del estudio a nivel de perfil, sean formulados considerando metodologías adecuadas de evaluación de proyectos, las cuales se reflejan en las Guías Metodológicas que publica la DGPM.
- Se recomienda que el diseño de pavimentos por el método AASHTO 1993 se realice por espesores mínimos, ya que generalmente el análisis de espesores de capas, lleva a diseñar espesores de la capa de asfalto más elevados que los obtenidos por el de espesores mínimos.
- Se recomienda que la selección de un diseño final a partir de varias alternativas, este basada en análisis económicos y de ingeniería.
- Durante la ejecución de los proyectos viales en carreteras existentes, se recomienda no interrumpir el tránsito, además de salvaguardar las vidas de las personas que trabajan en obra y terceros, por lo que se recomienda considerar actividades para el mantenimiento de tránsito y seguridad vial.
- Como parte del cuidado del medio ambiente se recomienda considerar actividades de restauración de las áreas afectadas durante la ejecución de los proyectos, con la finalidad de presupuestar los costos de estas tareas.
- Se recomienda programar tareas de mantenimiento rutinario y periódico para garantizar que el pavimento se conserve estructural y funcionalmente durante su periodo de vida.

## BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS; Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993; IDPP, Lima, 1997

CHANG ALBITRES, CARLOS M.; Pavimentos - Un enfoque al futuro; Fondo Editorial ICG, Lima, 2007

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2000; MTC, Lima, 2000

MONTEJO FONSECA, ALFONSO; Ingeniería de Pavimentos; Universidad Católica de Colombia, Colombia, 2006

## ANEXOS

ANEXO 1 – Carta para la Estimación del Coeficiente Estructural de Capa de Concreto Asfáltico.

ANEXO 2 – Carta de la Variación del Coeficiente Estructural de Capa de Base con Diferentes Parámetros de Resistencia.

ANEXO 3 – Carta de la Variación del Coeficiente Estructural de Capa de Subbase con Diferentes Parámetros de Resistencia.

ANEXO 4 – Nomograma AASHTO para el Cálculo del Número Estructural.

ANEXO 5 – Resultado de Ensayos de Laboratorio – Calicata.

ANEXO 6 – Especificaciones Técnicas.

ANEXO 7 – Resultado de Ensayos de Laboratorio – Canteras (Base).

ANEXO 8 – Planos de Obra.

ANEXO 9 – Panel Fotográfico.

# ANEXO 1

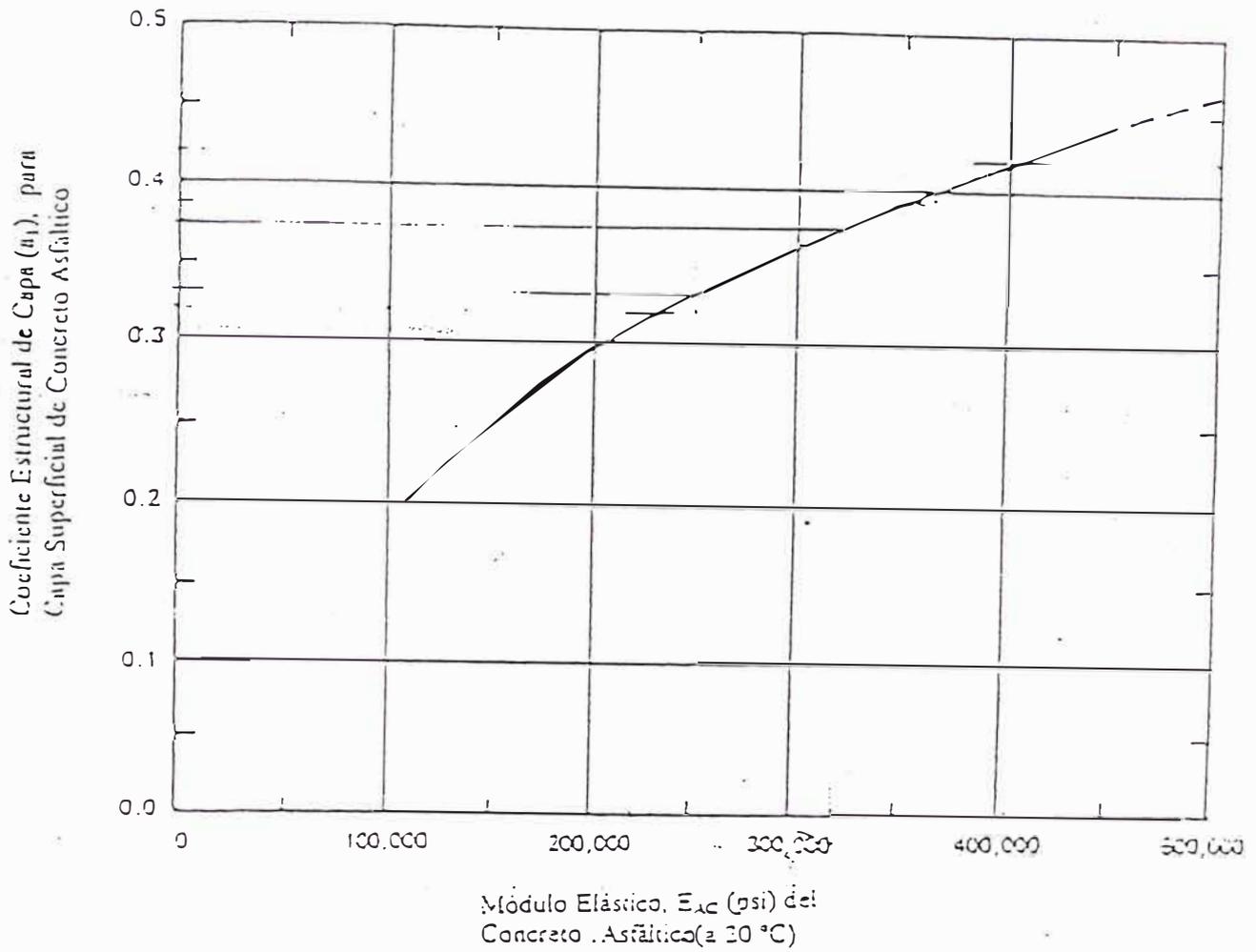
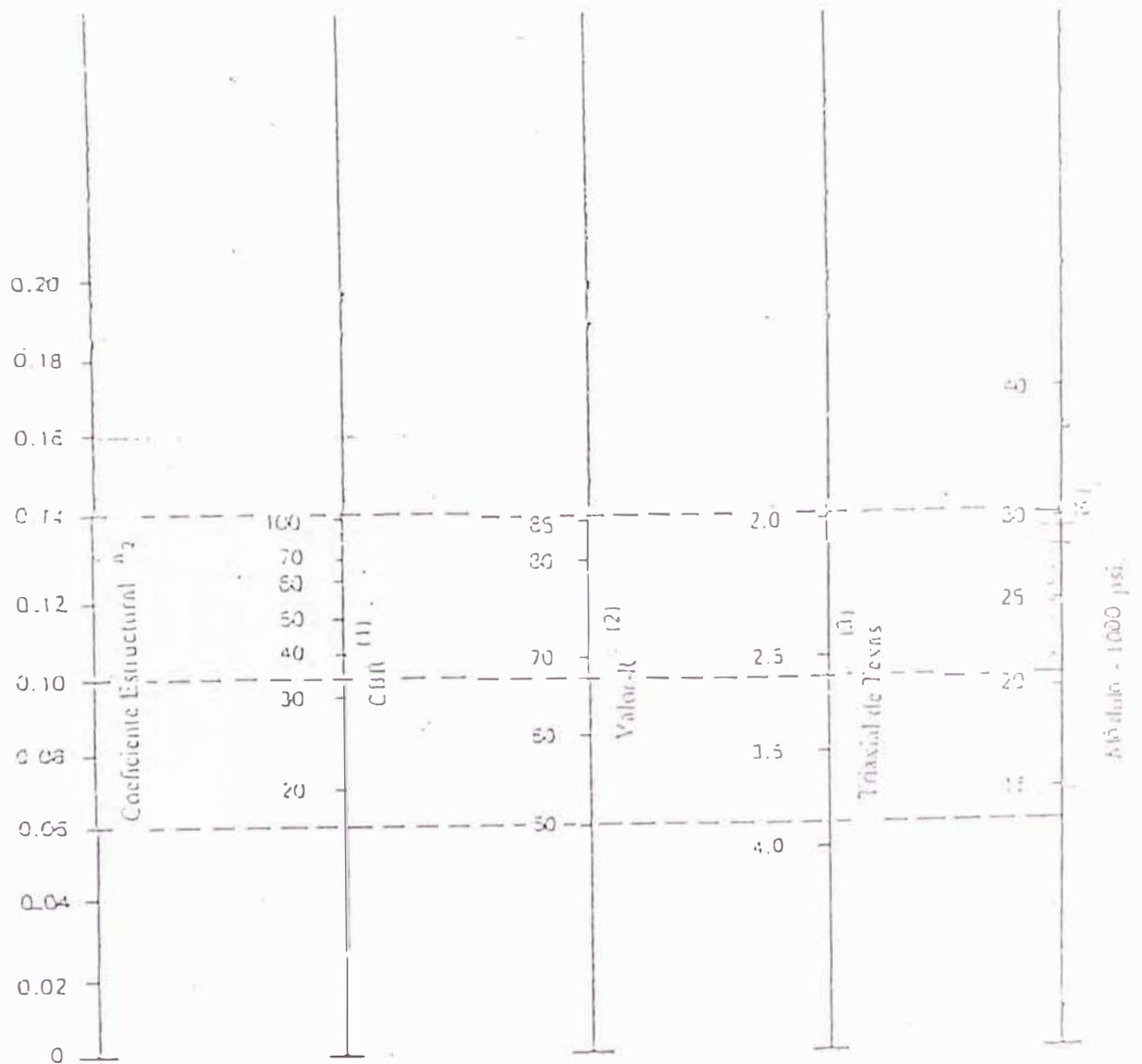


Figura 2.5. Carta para la Estimación del Coeficiente Estructural de Capa de Concreto Asfáltico de Gradación Densa Basado en el Módulo Elástico (Resiliente) (3)

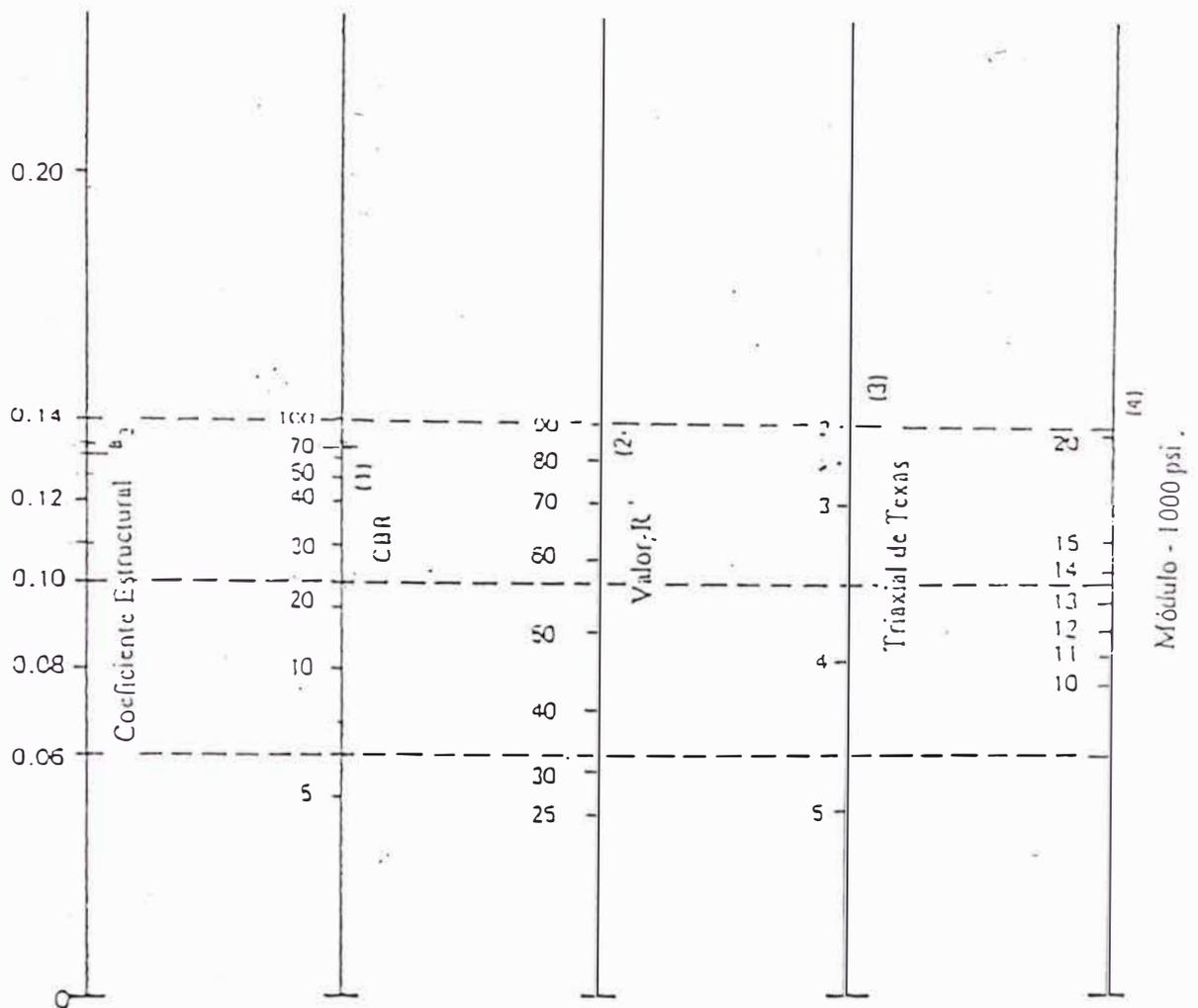
# ANEXO 2



- (1) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas de Illinois
- (2) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming
- (3) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Figura 2.6. Variación en el Coeficiente Estructural de Capa de Base ( $a_2$ ) con Diferentes Parámetros de Resistencia (3)

# ANEXO 3



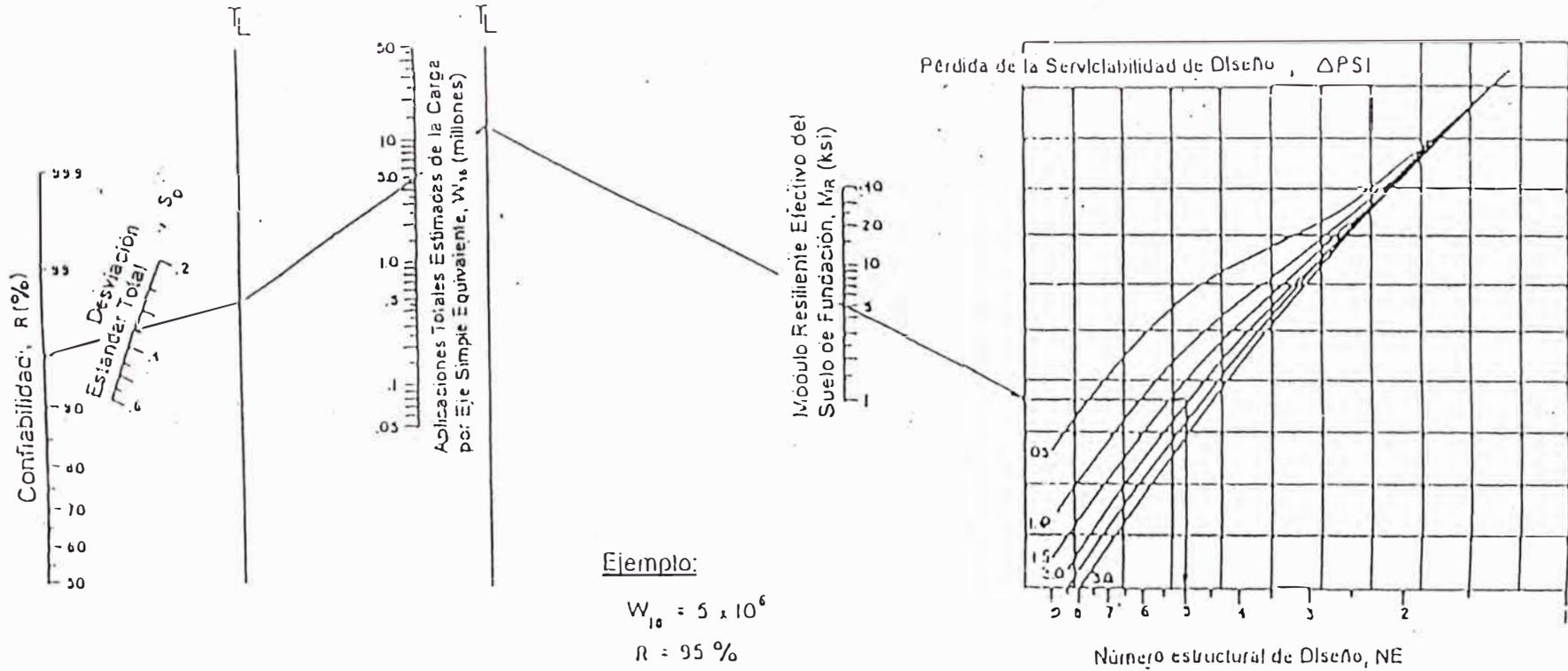
- (1) Escala derivada de las correlaciones obtenidas de Illinois
- (2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, Nuevo México y Wyoming
- (3) Escala derivada de las correlaciones obtenidas de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Figura 2.7. Variaciones en el Coeficiente de Capa de Subbase Granular ( $a_3$ ) con Diferentes Parámetros de Subbase (Resiliencia) (J)

# ANEXO 4

SOLUCION DEL NOMOGRAMA

$$\log_{10} W_{10} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log_{10} (\Delta PSI) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SIRI) 5.19}} + 2.32 \cdot \log_{10} M_R - 0.07$$



Ejemplo:

- $W_{10} = 5 \times 10^6$
- $R = 95 \%$
- $S_0 = 0.35$
- $M_R = 5000 \text{ psi}$
- $\Delta PSI = 1.9$
- Solución:  $NE = 5.0$

Figura 3.1. Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos.

# ANEXO 5



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú" "Año de las cumbres Mundiales en el Perú"

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO**

EXPEDIENTE N° : 33881 - 02 - 2008  
SOLICITANTE : NALDA VILLAVICENCIO CHUQUILLANQUI  
ATENCIÓN : ING. LUIS DOMINGUEZ  
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS  
TRAMO KM. 57 + 300 A LA 57+600  
UBICACIÓN : CAÑETE  
FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 09 DE SETIEMBRE DEL 2008  
FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 17 DE SETIEMBRE DEL 2008 ( B/V. N° 040 - 18315 )  
FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 19 DE SETIEMBRE DEL 2008

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SÓLIDOS  
ASTM D 854 / NTP 339.131**

MUESTRA	PROGRESIVA	GRAVEDAD ESPECIFICA DE SÓLIDOS
M - 2 (CARRETERA CAÑETE YAUYOS-CHUPACA)	57 + 450	2.68

**OBSERVACIÓN** : Muestras provistas e identificadas por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

FECHA DE ENSAYO : Del 18 al 19 de Setiembre del 2008  
HECHO POR : Tec. Javier Valerio Valverde

  
Ing. VANNA GUFFANTI PARRA  
Jefe del Laboratorio de  
Ensayo de Materiales



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú" "Año de las cumbres Mundiales en el Perú"

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO**

EXPEDIENTE N° : 33881 - 04 - 2008  
PETICIONARIO : NALDA VILLAVICENCIO CHUQUILLANQUI  
ATENCIÓN : ING. LUIS DOMINGUEZ  
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS  
TRAMO KM. 57 + 300 A LA 57+600  
UBICACIÓN : CAÑETE  
FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 09 DE SETIEMBRE DEL 2008  
FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 17 DE SETIEMBRE DEL 2008 ( B.V. N° 040 - 18315 )  
FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 18 DE SETIEMBRE DEL 2008

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD  
DE UNA MUESTRA DE SUELO  
NTP 339.127 / ASTM D2216**

CANTERA	PROGRESIVA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M - 2 (CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-CHUPACA)	57 + 450	2.5

OBSERVACIONES :

Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,  
salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : Téc. Máximo Navarro Salazar  
FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 18 Setiembre del 2008

Ing VANNA GUFFANTI PARRA  
Jefe del Laboratorio de  
Ensayo de Materiales



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú" "Año de las cumbres Mundiales en el Perú"

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO**

EXPEDIENTE N° : **33881 - 01 - 2008**  
 PETICIONARIO : NALDA VILLAVICENCIO CHUQUILLANQUI  
 ATENCIÓN : ING. LUIS DOMINGUEZ  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS  
 TRAMO KM. 57 + 300 A LA 57+600  
 UBICACIÓN : CAÑETE  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 09 DE SETIEMBRE DEL 2008  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 17 DE SETIEMBRE DEL 2008 ( B/V. N° 040 - 18315 )  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 19 DE SETIEMBRE DEL 2008

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422**

MUESTRA	M - 2 (CARRETERA CAÑETE YAUYOS - CHUPACA)
PROGRESIVA ( m )	57 + 450

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	98.6
3/4"	98.0
1/2"	94.9
3/8"	93.3
1/4"	91.0
N°4	89.3
N°10	81.7
N°20	71.2
N°40	60.9
N°60	52.1
N°140	37.0
N°200	33.5

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318**

% LÍMITE LÍQUIDO	22
% LÍMITE PLÁSTICO	13
% ÍNDICE PLÁSTICO	9

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM D2487)**

SUCS	SC
NOMBRE DE GRUPO	ARENA ARCILLOSA

**OBSERVACIÓN** : Muestra provista e identificada por el peticionario  
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : Téc. Máximo Navarro Salazar  
 FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 19 de Setiembre del 2008

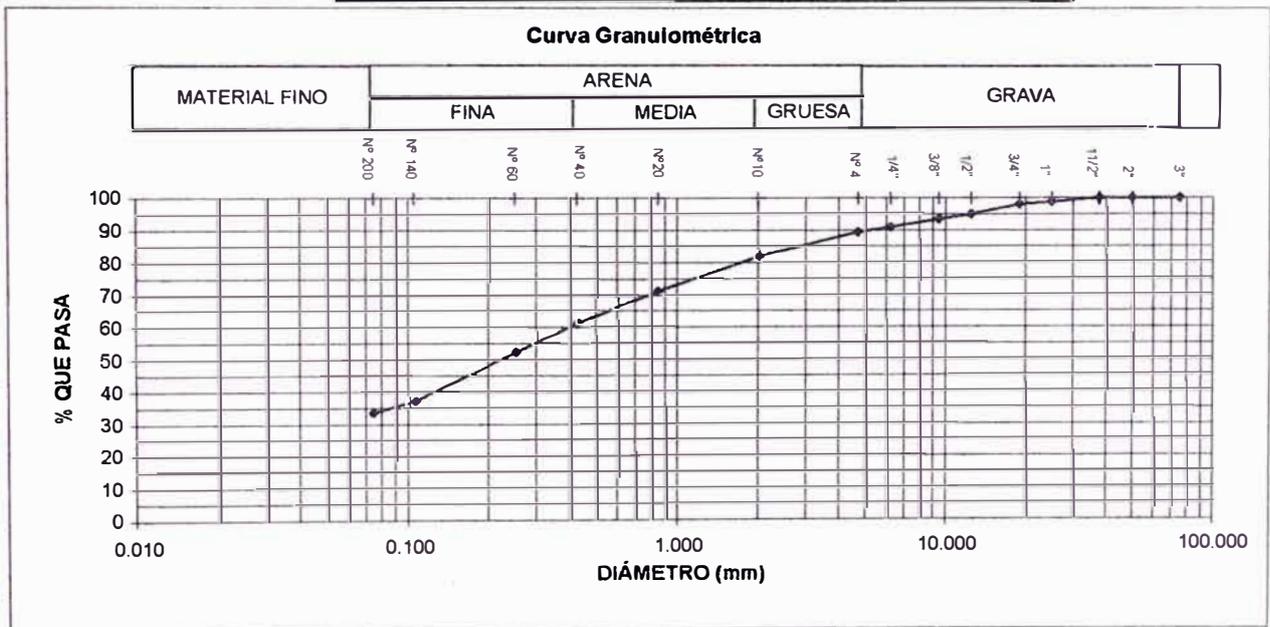
Ing. VANNA GUFFANTI PARRA  
 Jefe del Laboratorio de  
 Ensayo de Materiales

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú" "Año de las cumbres Mundiales en el Perú"

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO**

EXPEDIENTE N° : 33881 - 01 - 2008  
 PETICIONARIO : NALDA VILLAVICENCIO CHUQUILLANQUI  
 ATENCIÓN : ING. LUIS DOMINGUEZ  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS  
 UBICACIÓN : CAÑETE  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 09 DE SETIEMBRE DEL 2008  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 17 DE SETIEMBRE DEL 2008 ( B/V. N° 040 - 18315 )  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 19 DE SETIEMBRE DEL 2008

MUESTRA	M - 2 (CARRETERA CAÑETE YAUYOS - CHUPACA)
PROGRESIVA ( m )	57 + 450



**OBSERVACIÓN** : Muestra provista e identificada por el peticionario  
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,  
 salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : Téc. Máximo Navarro Salazar  
 FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 19 de Setiembre del 2008

  
 Ing. VANNA GUFFANTI PARRA  
 Jefe del Laboratorio de  
 Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO

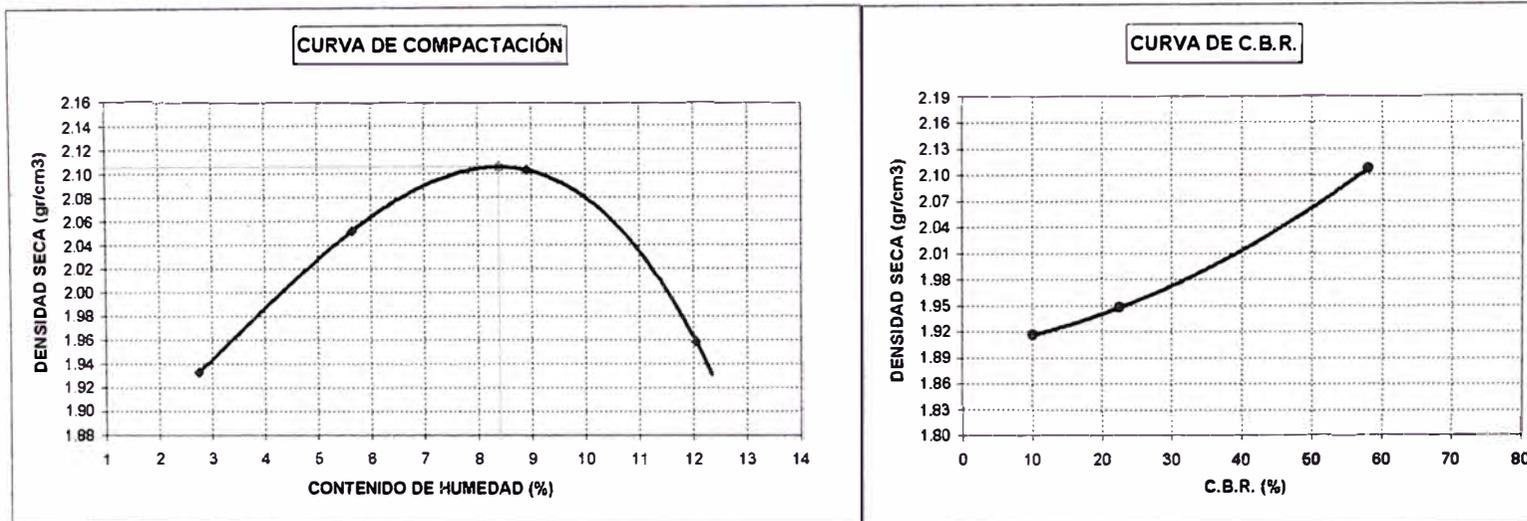
EXPEDIENTE N° : 33881 - 03 - 2008  
 PETICIONARIO : NALDA VILLAVICENCIO CHUQUILLANQUI  
 ATENCIÓN : ING. LUIZ DOMINGUEZ  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE YAUYS TRAMO KM. 57 + 300 A LA 57 + 600  
 UBICACIÓN : CAÑETE  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 09 DE SETIEMBRE DEL 2008  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 17 DE SETIEMBRE DEL 2008, N° BV ( 040 - 18315 )  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 22 DE SETIEMBRE DEL 2008

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR**

NTP 339.145 / ASTM D1883

**DATOS DE LA MUESTRA**

PROGRESIVA : KM. 57 + 450  
 MUESTRA : M - 2 ( CARRETERA CAÑETE YAUYS - CHUPACA )



OBSERVACIÓN : 1) Muestra provista e identificada por el Peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

TÉCNICO LSA-LEM : Téc. Maximo Navarro Salazar  
 FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 22 de Setiembre del 2008

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA

Jefe del Laboratorio de  
Ensayo de Materiales



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú" "Año de las cumbres Mundiales en el Perú"

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO**

EXPEDIENTE N° : 33881 - 03 - 2008  
PETICIONARIO : NALDA VILLAVICENCIO CHUQUILLANQUI  
ATENCIÓN : ING. LUIZ DOMINGUEZ  
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE YAUYOS TRAMO KM. 57 + 300 A LA 57 + 600  
UBICACIÓN : CAÑETE  
FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 09 DE SETIEMBRE DEL 2008  
FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 17 DE SETIEMBRE DEL 2008, N° BV ( 040 - 18315 )  
FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 22 DE SETIEMBRE DEL 2008

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
NTP 339.145 / ASTM D1883**

**DATOS DE LA MUESTRA**

PROGRESIVA : KM. 57 + 450  
MUESTRA : M - 2 ( CARRETERA CAÑETE YAUYOS - CHUPACA )

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

Máxima Densidad Seca	2.106 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo Contenido de Humedad	8.4 %

**ENSAYO CBR**

Especimen	Número de Golpes	% CBR	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Expansión %	Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
1	56	58.0	2.107	0.0	0.1	100.0	58.0
2	25	22.5	1.948	0.0	0.1	95.0	37.3
3	10	10.2	1.916	0.0			

OBSERVACIÓN : 1) Muestra provista e identificada por el Peticionario  
2) La muestra no presenta expansión

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

TÉCNICO LSA-LEM : Téc. Maximo Navarro Salazar  
FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 22 de Setiembre del 2008

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA  
Jefe del Laboratorio de  
Ensayo de Materiales

# ANEXO 6

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### BASE GRANULAR

#### 305.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular.

#### 305.02 Materiales

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en las EG-2000. Además de cumplir con las tablas siguientes:

#### Requerimientos Granuométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso
50 mm (2")	100
25 mm (1")	75-95
9.5 mm (3/8")	40-75
4.75 mm (No. 4)	30-60
2.0 mm (No. 10)	20-45
425 µm (No. 40)	10-15
75 µm (No. 200)	5-15

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

Valor relativo de soporte, C.B.R., MTC E 132, al 100% MSD	Mín, 80%
Grado de compactación, MTC E 117	Mín, 100%

### **Agregado Grueso**

Deberán cumplirse con las siguientes características:

#### **Requerimientos Agregado Grueso**

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	80 % mín.
Partículas con dos caras fracturas	MTC E 210	40 % mín.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	40% máx.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% máx.

### **Agregado Fino**

Deberán cumplirse con las siguientes características:

#### **Requerimientos Agregado Fino**

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>
Índice plástico	MTC E 111	4 % máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	35 % mín.
Sales solubles totales	MTC E 219	0.55% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% mín.

### **305.03 Equipo**

Se aplican las condiciones generales establecidas en la Subsección 300.03 de las EG-2000, 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 300.08 de las EG-2000.

### **305.05 Preparación de la superficie existente**

Se realizará de acuerdo a lo indicado en el mismo ítem de la subbase.

### **305.06 Tramo de Prueba**

Se aplica lo descrito en la Subsección 300.05 de las EG-2000.

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

Se realizará de acuerdo a lo indicado en el mismo ítem de la subbase.

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

Se realizará de acuerdo a lo indicado en el mismo ítem de la subbase.

### **305.09 Compactación**

El procedimiento para compactar la base granular es igual al descrito en la Subsección 303.09 de las EG-2000. También, resultan válidas las limitaciones expuestas en dicha Subsección.

### **305.10 Apertura al tránsito**

Se aplica lo descrito en la Subsección 303.10 de las EG-2000.

### **305.11 Conservación**

Resulta aplicable todo lo indicado en la Subsección 303.11 de las EG-2000.

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

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

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.07(a) de las EG-2000.

**(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 las EG-2000.

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

**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.

También, deberán efectuarse las siguientes comprobaciones:

**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 cien (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De).

$$D_m \geq D_e$$

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

**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).

$$em \geq ed \pm 10 \text{ mm}$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual ( $e_i$ ) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$e_i \geq 0.9 \text{ ed}$$

### **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 quince milímetros (15 mm) para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. 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**

Se aplicará lo indicado en la Subsección 303.13 de las EG-2000.

### **305.15 Medición**

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.08 de las EG-2000.

### **305.16 Pago**

Se aplica lo especificado en la Subsección 300.10 de las EG-2000.

En los gastos generales se deberán incluir los relacionados con la ejecución de los ensayos de deflectometría sobre la superficie terminada de la base granular.

**Ítem de Pago**

Base granular

**Unidad de Pago**

Metro cúbico ( $m^3$ )

## PAVIMENTO ASFÁLTICO

### IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA

#### **401.01 Descripción**

Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de base, a fin de prepararla para recibir la capa de pavimento asfáltico.

Los materiales y equipo en el que se transportara la imprimación estarán en cumplimiento con lo indicado en las EG-2000.

#### **Requerimientos de Construcción**

#### **401.04 Clima**

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra esté por encima de los diez grados Celsius (10° C), la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión del Supervisor, 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. Las concentraciones de material fino deben ser removidas por medio de la cuchilla niveladora o con una ligera escarificación. Cuando lo autorice el Supervisor, la superficie preparada puede ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

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

Durante la ejecución de los trabajos, el contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar incendios, siendo el responsable por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por 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 las EG-2000, 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. Se 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.

El Contratista deberá conservar satisfactoriamente la superficie imprimada hasta que la capa de superficie sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y parchar las roturas de la superficie imprimada con mezcla bituminosa. En otras palabras, cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa, deberá ser reparada antes de que la capa superficial sea colocada, a costo del Contratista.

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

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

Se aplica todo lo que sea pertinente de la Subsección 400.07(a) de las EG-2000.

##### **(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 EG-2000, según el material bituminoso que se esté usando.

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 EG-2000.

**(c) Dosificación**

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

**401.10 Medición**

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.08(a) de las EG-2000. 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 las EG-2000.

**401.11 Pago**

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.09 de las EG-2000.

El material bituminoso se pagará de acuerdo con el tipo de material utilizado y según lo establecido en la Sección 421 o 422 de las EG-2000.

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Imprimación asfáltica	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

## PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO CALIENTE

### **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. En este proyecto se usará la Mezcla Asfáltica Normal (MAC).

Los materiales y exigencias para la preparación de la mezcla asfáltica en caliente estarán en cumplimiento con lo especificado en las EG-2000.

### **Requerimientos de Construcción**

#### **410.06 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 diez grados Celsius (10 C) y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además, la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

#### **410.07 Preparación de la superficie existente**

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

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie.

Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el contratista deberá efectuar un riego adicional de adherencia, a su costa, en la cuantía que fije el Supervisor.

#### **410.10 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.

#### **410.11 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.

Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta 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 deberán realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

#### **410.12 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.

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; aquéllos 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.

#### **410.15 Apertura al tránsito**

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

#### **410.16 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.

#### **410.17 Aceptación de los trabajos**

##### **Controles**

Lo que resulte aplicable de la Subsección 400.07(a) y 410.17 (b, c y d) de las EG-2000.

##### **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 del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura, no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada.

Además, el Supervisor estará obligado a efectuar las siguientes verificaciones:

### **(1) Compactación**

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall.

$$D_m \geq 0,98 D_e$$

Además, la densidad de cada testigo individual (Di) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media de los testigos del tramo (Dm).

$$D_i \geq 0,97 D_m$$

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con norma MTC E 509 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas MTC E 506, MTC E 508 Y MTC E 510.

### **(2) Espesor**

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei), deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

### **(3) Lisura**

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de cinco milímetros (5 mm) en capas de rodadura o diez milímetros (10 mm) en capas de base y bacheos, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Supervisor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

### **(4) Textura**

En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) luego del curado de la mezcla deberá ser, como mínimo, de cuarenta y cinco centésimas (0.45) en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de dos (2) pruebas por jornada de trabajo.

### **(5) Regularidad superficial o Rugosidad**

La regularidad superficial de la superficie de rodadura será medida y aprobada por el Supervisor, para lo cual, por cuenta y cargo del contratista, deberá determinarse la rugosidad en unidades IRI.

Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros o cualquier otro método aprobado por el Supervisor.

La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, deberá efectuarse en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones parciales para cada kilómetro. La rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor máximo de 2,0 m/km. En el evento de no satisfacer este requerimiento, deberá revisarse los equipos y procedimientos de esparcido y compactado, a fin de tomar las medidas correctivas que conduzcan a un mejoramiento del acabado de la superficie de rodadura.

### **(6) Medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada**

Se efectuarán mediciones de deflexión en los dos carriles, en ambos sentidos cada 50 m y en forma alternada. Se analizará la deformada o la curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres valores por punto y se obtendrán indirectamente los módulos de elasticidad de la capa asfáltica. Además, la deflexión característica obtenida por sectores homogéneos se comparará con la deflexión admisible para el número de repeticiones de ejes equivalentes de diseño.

Para efecto de la medición de deflexiones podrá emplearse la viga Benkelman; los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se hayan efectuado a nivel de subrasante.

La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada, se efectuará al finalizar la obra como control final de calidad del pavimento terminado y para efectos de recepción de la obra.

### **Medición**

Se aplica lo descrito en la Subsección 400.08(b) de las EG-2000.

Para determinar la cantidad de asfalto por pagar, se calculará el peso de la mezcla asfaltada en su posición final, mediante el producto del volumen aprobado por su densidad media en obra y aplicando a este valor el porcentaje de asfalto promedio que resulte de los ensayos de extracción sobre muestras representativas del volumen de mezcla aceptada en cada jornada de ejecución.

### **Pago**

Se aplica lo descrito en la Subsección 400.10 de las EG-2000.

Todos los transportes inherentes al proceso de fabricación y puesta en obra de la mezcla se incluyen en el precio de la misma.

En los gastos generales se deberán incluir los relacionados con la ejecución de los ensayos de deflectometría sobre la superficie terminada de la carpeta asfáltica.

También en dichos gastos generales se deberán incluir los relacionados con el suministro del personal y de los equipos necesarios para la medición de la regularidad superficial de la carpeta asfáltica terminada (rugosidad en unidades IRI).

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Pavimento de concreto asfáltico en caliente	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

# ANEXO 7

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL  
PROVIAS NACIONAL**

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

**M.T.C**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)**

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

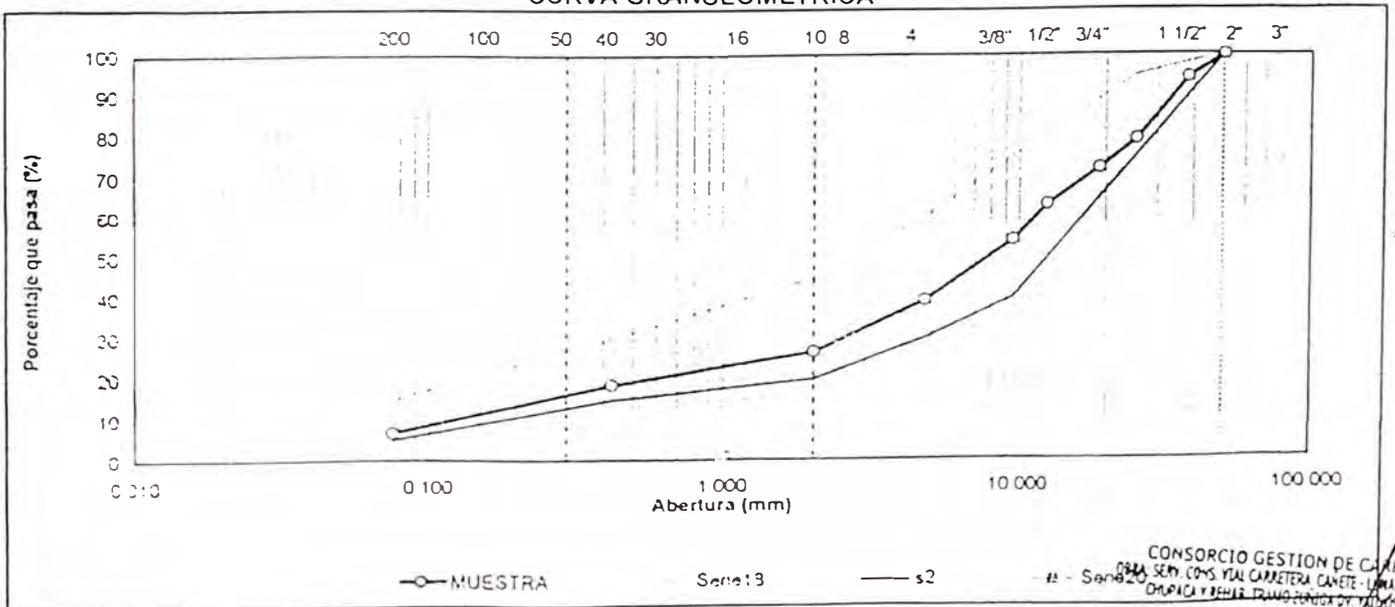
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y  
REALIZADO: G.H.M  
REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H  
MATERIAL: DE AFIRMADO (PRODUCCION) FECHA: 13/06/2008  
CANTERA : KM: 95+000 L.DER N° REGISTRO: G-001

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA M-01 TAMAÑO MAXIMO : 2"  
Peso Inicial seco : 14378 g  
Peso lavado seco : 11460 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0		Contenido de Humedad (%) : 2.5
2"	50.800					100	Límite Líquido (LL) : 15.0
1 1/2"	38.100	920	5.7	5.7	94.3		Límite Plástico (LP) : NP
1"	25.400	2189	15.2	20.9	79.1	75 95	Índice Plástico (IP) : NP
3/4"	19.000	1021	7.1	28.0	72.0		Clasificación (SUCS) : GP - GC
1/2"	12.500	1276	8.9	36.9	63.1		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
3/8"	9.500	1280	8.9	45.8	54.2	40 75	Índice de Grupo : 0
N° 4	4.750	2142	14.9	60.7	39.3	30 60	Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 8	2.360						Módulo de Fineza :
N° 10	2.000	2622	12.7	73.4	26.6	20 45	Materia Orgánica :
N° 15	1.190						Turba :
N° 20	0.840						OBSERVACIONES :
N° 30	0.600						Bolcena > 3" : 0.0
N° 40	0.425	1624	7.9	81.3	18.7	15 30	Grava 3" - N° 4 : 60.7
N° 50	0.300						Arena N° 4 - N° 200 : 32.4
N° 80	0.177						Finos < N° 200 : 6.9
N° 100	0.150						
N° 200	0.075	2437	11.8	93.1	6.9	5 15	Fraccion : 809.9
< N° 200	FONDO	1416	6.9	100.0	0.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



ING. JAVIER TALO CRIMALDO VALDEPUEMA  
RESIDENTE DE OBRA

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
OBRA SERV. COM. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN  
CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
OBRA SERV. COM. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN  
CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA  
GERENTE VIAL

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL  
 PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40  
 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REALIZADO G.H.M  
 TRAMO: REHABILITACION DEL TRAMO ZUNIGA DV YAUYO - RONCHAS REVISADO E.M.H  
 MATERIAL: DE AFIRMADO (PRODUCCION) FECHA 13/06/2008  
 CANTERA: KM: 95+000 L.DER N° REGISTRO L-001

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01 TAMAÑO MAXIMO N° 40

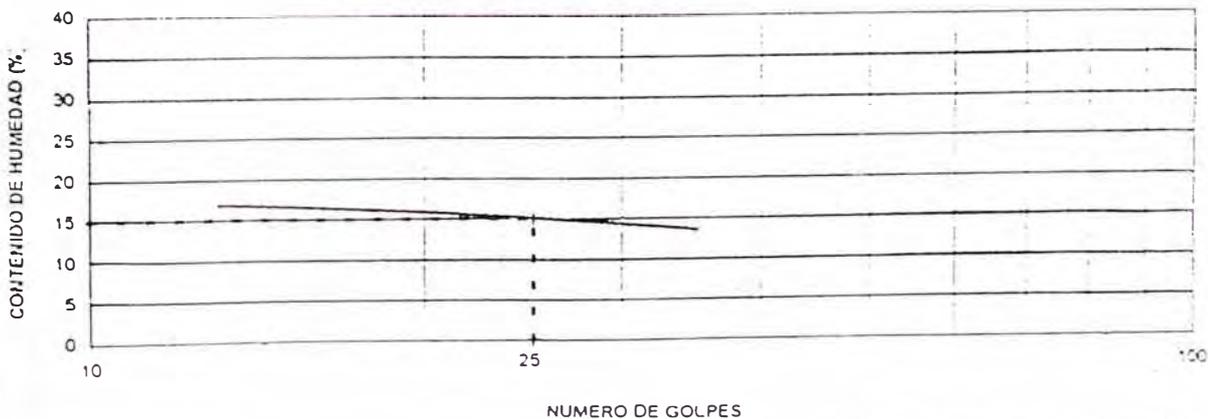
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	30.45	29.67	30.21
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	27.35	26.69	27.54
PESO DE AGUA	(g)	3.10	2.78	2.67
PESO DEL TARRO	(g)	8.64	8.91	8.80
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.71	17.98	18.74
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.57	15.46	14.25
NUMERO DE GOLPES		15	24	30

LIMITE PLASTICO

N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DEL TARRO	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	NP	NP	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	15.0
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES

Empty box for observations.

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. COM. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUNIGA DV YAUYO - RONCHAS

ING. JAVIER ITALO GRIJALBA VALDEPARRAMA  
 RESIDENTE DE OBRA

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. COM. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUNIGA DV YAUYO - RONCHAS

JAVIER ELORRIETA CARBAJAL  
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. COM. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUNIGA DV YAUYO - RONCHAS

ING. LUIS HORAZO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL  
 PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO GESTION DE  
 CARRETERAS

**M.T.C**

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
 (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO: G.H.M REVISADO: E.M.H
MATERIAL:	AFIRMADO (PRODUCCION)	FECHA: 19/06/2008
CANTERA:	KM: 95+000 L.DER	Nº REGISTRO: P-001

**DATOS DE LA MUESTRA**

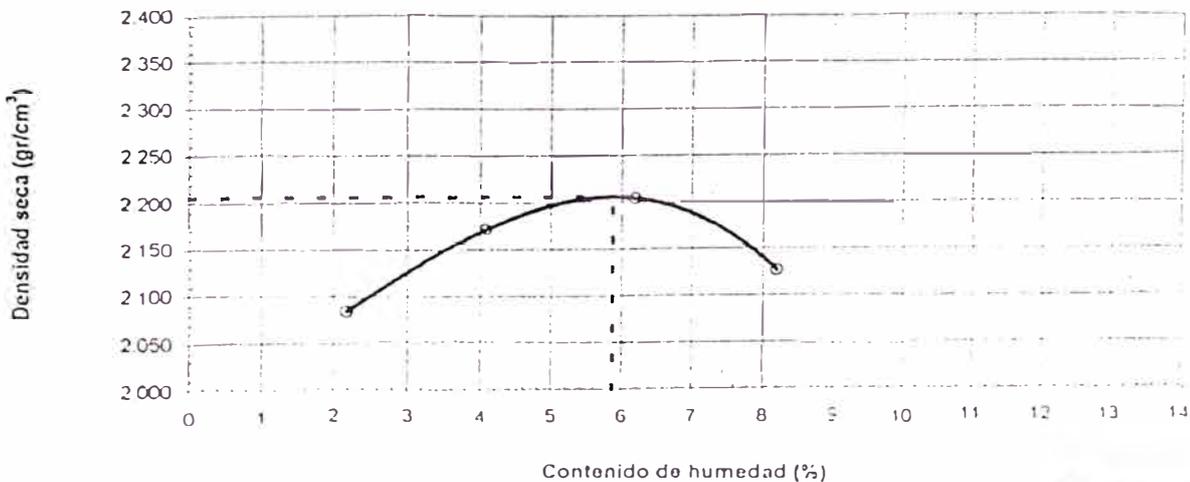
MUESTRA :	M-01	PROGRESIVA KM: 95+000 CLASF. (SUCS) GC - GM CLASF. (AASHTO) A-1-a (0)
-----------	------	---

METODO DE COMPACTACION : C

FECHA DE ENSAY 19/06/2008

Peso suelo + molde	gr	12976.00	13250.00	13421.00	13335.00	
Peso molde	gr	8477.00	8477.00	8477.00	8477.00	
Peso suelo húmedo compacta	gr	4499.00	4773.00	4944.00	4858.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2112.00	2112.00	2112.00	2112.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.13	2.26	2.34	2.30	
Recipiente Nº		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	354.80	321.80	367.40	387.10	
Peso del suelo seco + tara	gr	347.20	309.20	346.00	357.80	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	7.60	12.60	21.40	29.30	
Peso del suelo seco	gr	347.20	309.20	346.00	357.80	
Contenido de agua	%	2.19	4.08	6.18	8.19	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.085	2.171	2.205	2.126	
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						2.206
<i>Humedad óptima (%)</i>						5.9

**RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



Observaciones:

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 .....  
 ING. JAVIER TALO GRIMALDO VALDERAMA

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 .....  
 JAVIER ELORRIETA CARBUJAL  
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 .....  
 ING. LUIS HORAZO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**  
**PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL**  
**PROVIAS NACIONAL**

CONSORCIO GESTIO DE  
CARRETERAS

**M.T.C**

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REALIZADO: G.H.M  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H  
 MATERIAL: AFIRMADO (PRODUCCION) FECHA: 19/06/2008  
 CANTERA: KM: 95+000 L.DER N° REGISTRO: C-001

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA: M-01 PROGRESIVA: KM: 95+000  
 CLASF. (SUCS): OC - GM  
 CLASF. (AASHTO): A-1-a (0)

**COMPACTACION**

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso de molde + Suelo húmedo	12939.00		12680.00		12029.00	
Peso de molde (g)	7515.00		7473.00		7090.00	
Peso del suelo húmedo (g)	5424.00		5207.00		4939.00	
Volumen del molde (cm³)	2398.00		2314.00		2308.00	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.350		2.250		2.140	
Tara (N°)	0.0		0.0		0.0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	412.80		387.90		409.70	
Peso suelo seco + tara (g)	389.10		365.60		386.50	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	23.70		22.30		23.20	
Peso de suelo seco (g)	389.10		365.60		386.50	
Contenido de humedad (%)	6.00		6.10		6.00	
Densidad seca (g/cm³)	2.215		2.121		2.019	

**NO EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND kg/cm²	MOLDE N°					MOLDE N°					MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION			CARGA		CORRECCION			CARGA		CORRECCION	
		Dial (dis)	kg	kg	mm	%	Dial (dis)	kg	kg	mm	%	Dial (dis)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0				
0.635		55	238.9			41	178.9			32	140.3				
1.270		90	388.8			61	264.6			59	256.1				
1.905		150	615.3			110	474.4			91	393.1				
2.540	70.455	250	1071.5	1142.0	32	200	858.6	940.5	68.0	134	576.9	917.6	66.3		
3.810		400	1708.1			360	1284.1			289	1257.4				
5.080	105.68	450	1919.5	2101.6	101.3	367	1568.3	1715.9	82.7	333	1424.2	1636.7	79.8		
7.620		531	2261.2			413	1763.1			389	1661.5				
10.160															

CONSORCIO GESTIO DE CARRETERAS  
 OBRA SERV CONS VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS  
 ING. JAVIER ITALO GRIMALDO VALDERRAMA  
 RESPONSABLE DE OBRA

CONSORCIO GESTIO DE CARRETERAS  
 OBRA SERV CONS VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS  
 ING. JAVIER ELORRIETA CARBAJAL  
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTIO DE CARRETERAS  
 OBRA SERV CONS VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL  
 PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

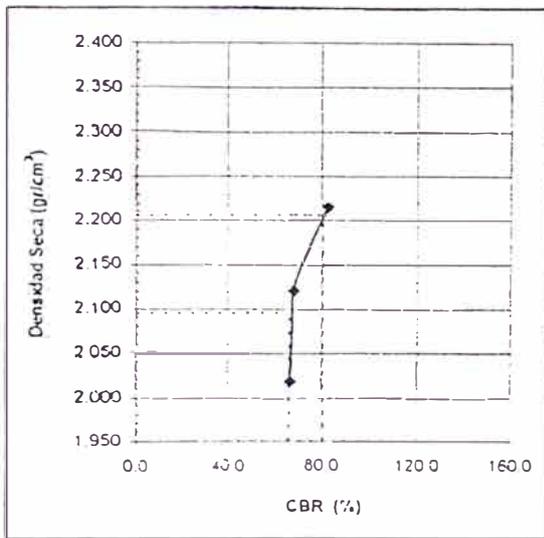
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1833)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAWANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO: G.H.M REVISADO: E.M.H
MATERIAL:	AFIRMADO (PRODUCCION)	FECHA: 19/06/2008
CANTERA:	KM: 95+000 L.DER	Nº REGISTRO: G-001

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA:	M-01	PROGRESIVA	: KM: 96+000
		CLASF. (SUCS)	: GC - GM
		CLASF. (AASHTO)	: A-1-a (0)



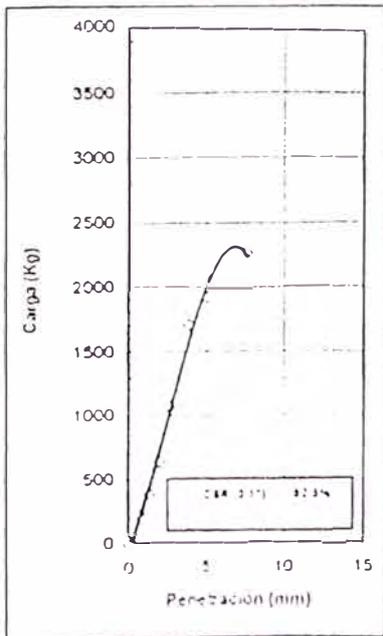
METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.206
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 5.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.096

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	80.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	66.2

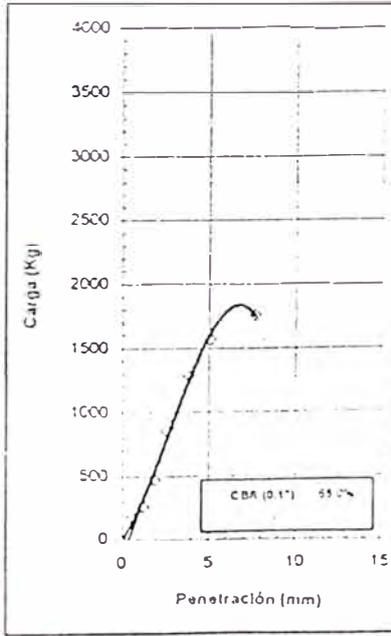
RESULTADOS:  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 80.6 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 66.2 (%)

OBSERVACIONES:

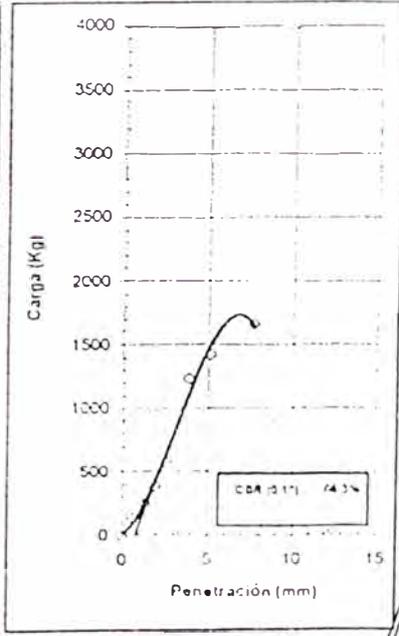
EC = 55 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

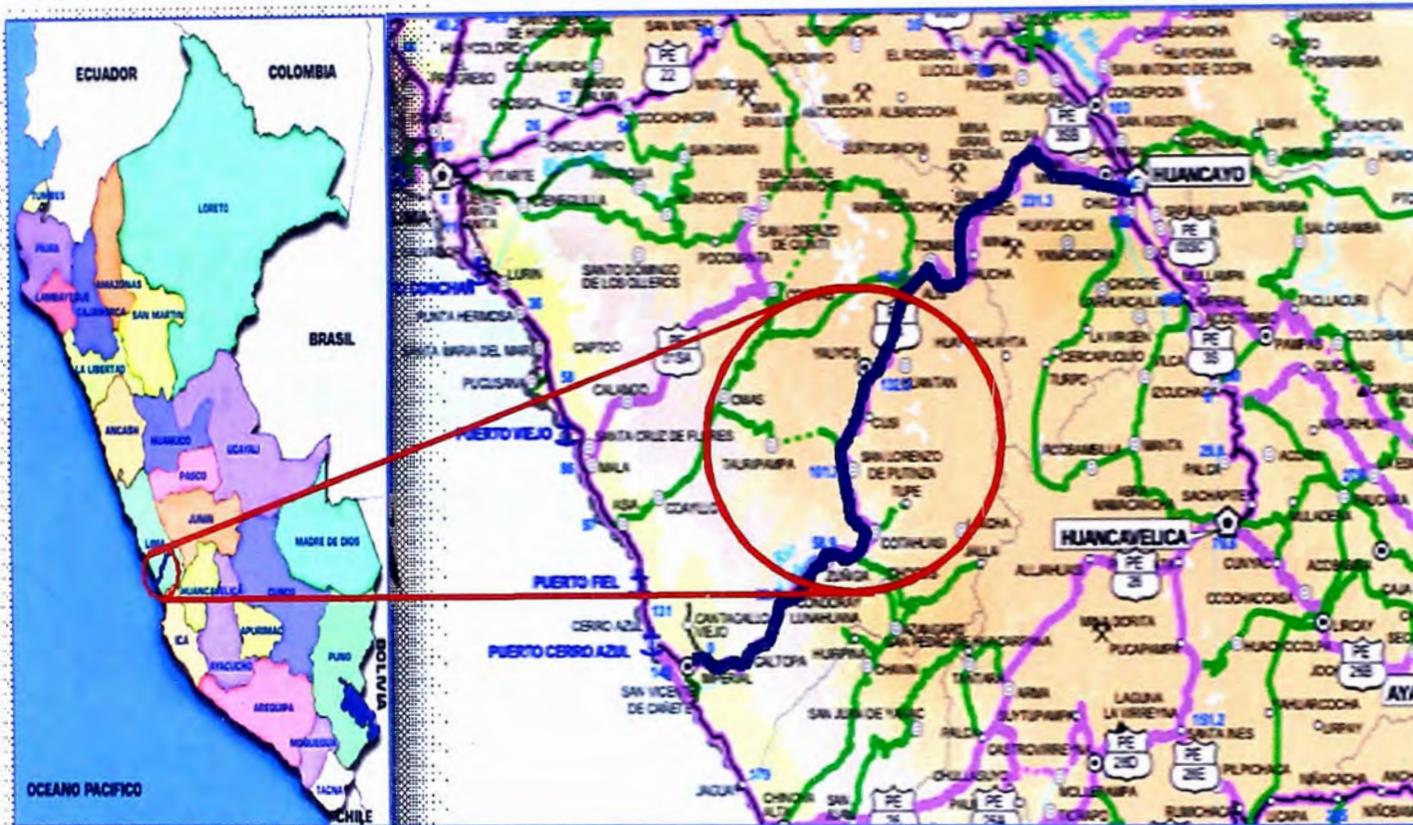


CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAWANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. JAVIER ITALO GONZALEZ VALDEPRAMA  
 RESPONSABLE DE OBRA

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAWANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. JAVIER ELORRIETA CARBAJAL  
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRA SERV. CONS. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAWANA - PACARAN - CHUPACA Y REHAB. TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

# ANEXO 8



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
 Titulación Profesional 2008

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS  
 DEL Km 57+300 AL Km 57+800

ESTUDIO:

DISEÑO DE PAVIMENTOS

PLANO:

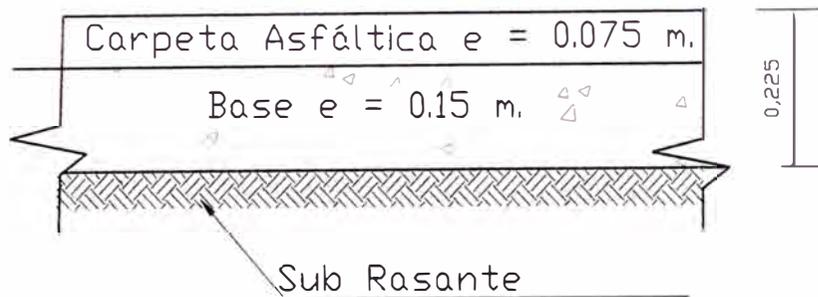
U1 - UBICACIÓN

FECHA:

NOVIEMBRE 2008

ESCALA:

S/E



**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- CBR DE LA BASE 100%

Sección típica de Pavimento

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
 Facultad de Ingeniería Civil  
 Titulación Profesional 2008

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUUYOS  
 DEL Km 57+300 AL Km 57+600

ESTUDIO: DISEÑO DE PAVIMENTOS

PLANO: P1 - SECCIÓN DE PAVIMENTO

FECHA: NOVIEMBRE 2008 ESCALA: S/E

# ANEXO 9

## PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO N° 1 – Excavación de calicata en la progresiva 57+450.



FOTO N° 2 – Se observa la estratigrafía del suelo.



FOTO N° 3 – Vista panorámica de la Carretera Cañete – Yauyos Km 57+300 al 57+600.

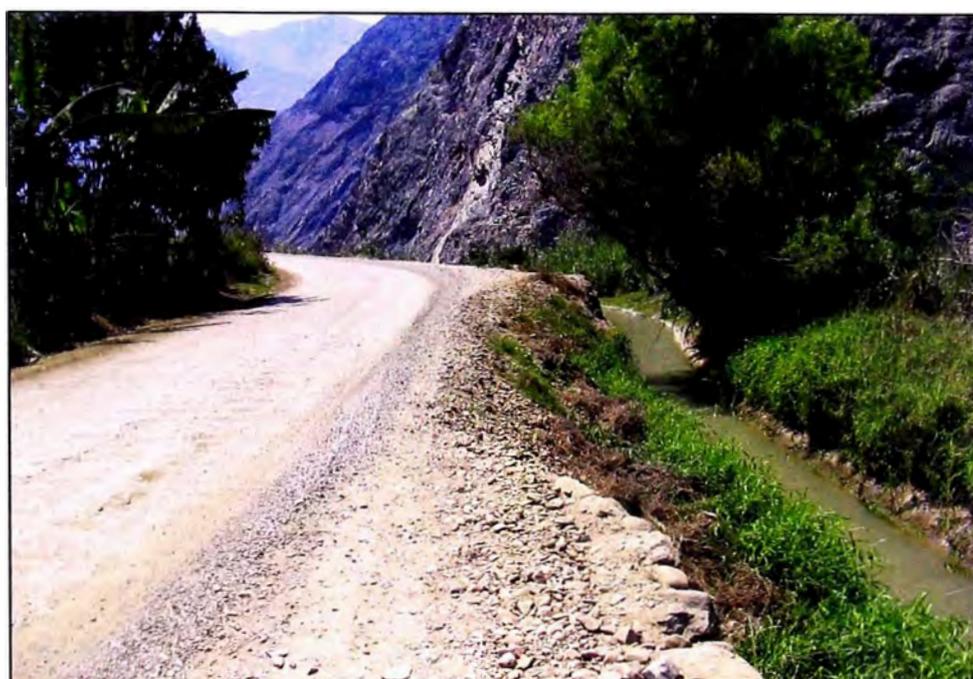


FOTO N° 4 – Se observa a la margen derecha de la carretera un canal de regadío.



FOTO N° 5 – Una tajea en el tramo de la carretera.



FOTO N° 6 – Se observa estancamiento de aguas en las cunetas de la carretera.



FOTO N° 7 – Hacia el lado izquierdo se observa arbustos secos (Pasivo ambiental,).



FOTO N° 8 – Marcando el límite del tramo en estudio Km 57+600.