

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



**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE –YAUYOS
DEL Km. 57+000 AL Km. 57+300**

DISEÑO DE PAVIMENTOS

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ISAAC MONTANO LOBATON

Lima- Perú

2008

INDICE

<i>Capítulo</i>	<i>Páginas</i>
RESUMEN EJECUTIVO	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I: PERFIL DEL PROYECTO	4
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO	4
1.2. UBICACIÓN	4
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
CAPITULO II: DISEÑO DE PAVIMENTOS	10
2.1 PARAMETROS DE DISEÑO	10
2.2 PARAMETROS FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES	16
2.3 DATOS DE LOS ESTUDIOS GEOTECNICOS	17
2.4 CALCULOS DEL NUMERO ESTRUCTURAL	22
CAPITULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO	36
3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	36
3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS	36
3.3 COSTOS Y PRESUPUESTOS	51
3.4 PROGRAMACION	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXO A	57
ANEXO B	61

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe se presenta como una alternativa de mejoramiento de un sector de la Carretera Cañete-Yauyos, tramo del km 57+000 al km 57+300, desarrollado en el Curso Taller Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana 2008. Para la obtención del Título de Ingeniero Civil por la modalidad de Actualización de Conocimientos.

Continuando con el desarrollo del mismo, el presente informe pretende ampliar los conceptos y metodologías relacionados con el diseño de pavimentos como instrumento importante en la elaboración de proyectos viales.

- El Capítulo I, es un resumen del perfil del proyecto presentado dentro del curso taller, donde se detalla el desarrollo del estudio del perfil para el mejoramiento de la Carretera Cañete -Yauyos del km 57+000 al km 57+300, en la cual se ha considerado 3 alternativas propuestas para determinar, la mejor alternativa técnica-económica.
- El Capítulo II trata el tema de diseño de pavimentos, teniendo en cuenta los "Antecedentes Existentes" y los datos recolectados del pavimento del tramo Lunahuana-Yauyos-Chupaca. El estudio de diseño de pavimentos prevé verificar que la estructura del pavimento existente pueda soportar las cargas esperadas de tráfico, antes de aplicar el tratamiento superficial bicapa.
- El Capítulo III describe la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, costos-presupuestos y programación. Todo referido al informe de Diseño de Pavimentos.

Al final del presente informe, se desarrollan las conclusiones y recomendaciones de diversa índole que permiten expandir nuestro conocimiento acerca de este y otros temas relacionados al mismo.

Adicionalmente se presentan los anexos de los datos recopilados que han sido de gran ayuda para la elaboración del informe de diseño de pavimentos.

INTRODUCCION

La Carretera Central, es una importante vía de comunicación desde Lima hacia la zona central del país, se encuentra actualmente colapsada por el creciente tráfico que ha experimentado en los últimos años. Por ello se han buscado alternativas de solución a este problema, tales como el mejoramiento de las carreteras paralelas que existen actualmente (San Vicente de Cañete-Yauyos, Canta-Huayllay, Huaraz-Acos-Huayllay y Huaura-Sayán-Churín-Oyón-Yanahuanca-Ambo) por medio de servicios de conservación vial. En tal sentido el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) ha creado el Programa Proyecto Perú, conformando para ello 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.

La carretera a tratar en el presente informe forma parte del Corredor Vial N° 13. El tramo específico a analizar corresponde a la Carretera Cañete-Yauyos del km 57+000 al km 57+300. Actualmente se encuentra a nivel de afirmado, posee un diseño geométrico deficiente, falta de ancho en el km 57+100 (necesidad de estructura de contención), carece de una sección adecuada para el paso de camiones pesados, presenta deficiencia y/o falta de señalización vertical y el sistema de drenaje existente es deficiente, siendo necesario proveer de un recubrimiento bituminoso a la superficie de rodadura de la vía, para otorgar una adecuada transitabilidad al tramo.

El desarrollo del presente Informe de suficiencia, responde a una propuesta de Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos, del km 57+000 al km 57+300 Diseño de Pavimentos, ya que actualmente la vía se encuentra en deterioro y con problemas de transitabilidad.

CAPITULO I: PERFIL DEL PROYECTO

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo general del proyecto es optimizar la integración económica de los centros poblados del valle del río Cañete con los corredores económicos dinámicos de Lima-Cañete y de Huancayo-Lima y procurar así la disminución de costos de transporte de los productos agrícolas del valle del río Cañete hacia los mercados de consumo.

Los objetivos específicos señalados con la finalidad de alcanzar el objetivo general antes mencionado son:

- Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del km 57+000 al km 57+300, Diseño de Pavimentos.
- Mantenimiento optimizado para otorgar transitabilidad en los tramos colindantes.
- Conservación de las vías mejoradas.

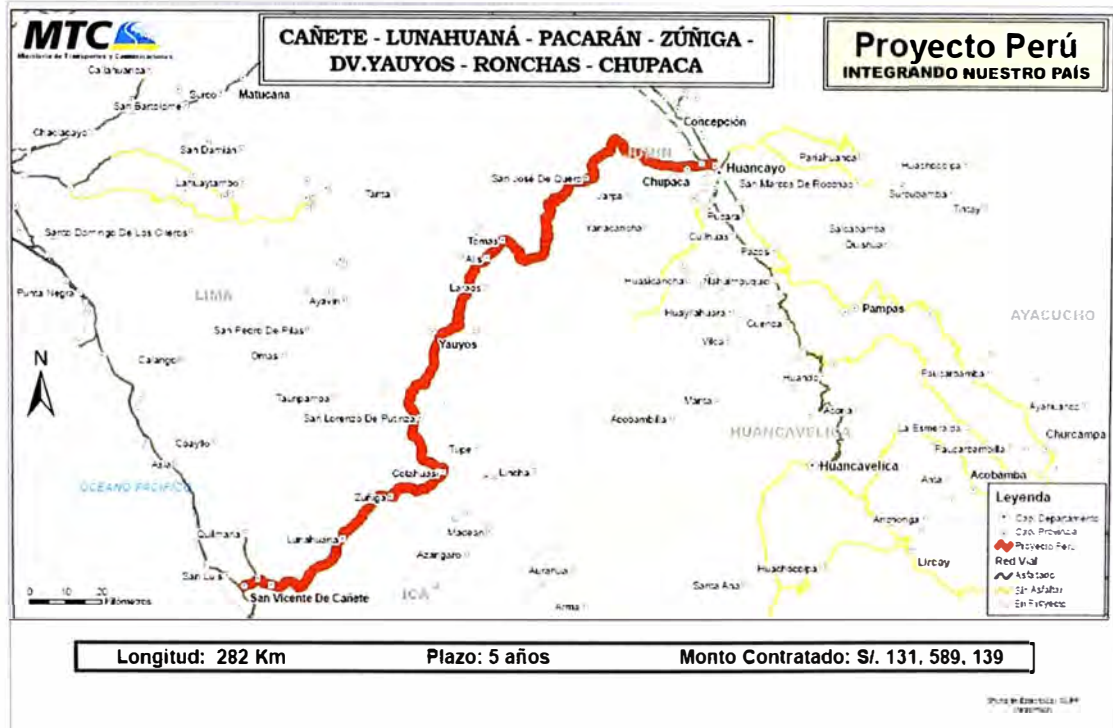
1.2. UBICACIÓN

Departamento	Lima-Junín
Provincia	Lunahuana-Yauyos-Chupaca
Distrito	Zúñiga

DATOS GENERALES DEL DISTRITO

Localidad	Varias localidades entre Cañete-Yauyos-Chupaca
Región Geográfica	Costa y Sierra
Altitud (m.s.n.m.)	827 – 3259

Coordenadas	12°51'38''S –76°00'56''O 12°03'20''S– 75°17'16''O
Fecha de Elaboración	Noviembre 2008



1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.3.1. HORIZONTE DEL PROYECTO

El período de análisis para el presente estudio de Perfil del Proyecto de Mejoramiento de la Carretera Lunahuana-Dv. Yauyos-Chupaca se ha considerado de 10 años, período en el cual se estima una recuperación de la inversión, con la generación de los beneficios esperados, donde se ha considerado un tiempo de ejecución, de operación y mantenimiento de la infraestructura vial para garantizar su funcionamiento durante su vida útil con eficiencia.

1.3.2. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El perfil a desarrollar consta de dos (02) tramos, un primer tramo que va desde LUNAHUANÁ hasta YAUYOS (Dpto. de Lima) un segundo tramo que abarca desde MAGDALENA hasta CHUPACA (Dpto. de Junín), ambos tramos con superficie de rodadura afirmada en un 100%. El primer tramo tiene una longitud de 104.500 km y el segundo tramo es de 147.770 km aproximadamente.

Tomando como área de influencia en promedio 2 km. del eje de la vía a cada lado.

La población directamente beneficiada por el proyecto se ha estimado en 54,844 habitantes, distribuidas o ubicadas espacialmente en un área de 3,314.20 km², con una densidad poblacional en los distritos de este ámbito que varía entre 2.6 Habitantes / km², y 825.7 Habitantes / km² (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1

Centros Poblados	Población (Habitantes)	Distrito	Población (Habitantes)	Superficie (Km ²)	Densidad Poblacional	Provincia	Dpto.
Lunahuaná	1192	Lunahuaná	4,233	500.33	8.5	Cañete	LIMA
Uchupampa	361	Lunahuaná				Cañete	LIMA
Pacarán	781	Pacarán	1,497	258.72	5.8	Cañete	LIMA
Romani	311	Pacarán				Cañete	LIMA
Apotara	133	Zúñiga	1,256	198.01	6.3	Cañete	LIMA
Zúñiga	367	Zúñiga				Cañete	LIMA
Catahuasi	382	Catahuasi	1,204	123.86	9.7	Yauyos	LIMA
Canchan	223	Catahuasi				Yauyos	LIMA
Chichicay	50	Allauca	1,123	438.79	2.6	Yauyos	LIMA
Pacalay	22	Catahuasi				Yauyos	LIMA
Calachota	85	Allauca				Yauyos	LIMA
Pnte. Auco	70	Yauyos	1,966	327.17	6.00	Yauyos	LIMA
Magdalena	90	Yauyos				Yauyos	LIMA
Yauyos	1216	Yauyos				Yauyos	LIMA
Huamuchaca	6	Yauyos				Yauyos	LIMA
Llapay	51	Laraos	1,188	403.76	2.9	Yauyos	LIMA
Alis	288	Alis	3,224	142.06	22.7	Yauyos	LIMA
Tomas	291	Tomas	939	299.27	3.1	Yauyos	LIMA
Yauricocha	2131	Alis				Yauyos	LIMA
Huancachi	42	Tomas				Concepción	JUNÍN
San José de Quero	481	San José de Quero	6,614	317.0	20.9	Concepción	JUNÍN
Chaquicocha	11	San José de Quero					JUNÍN
Angasmayo	413	Chambara	3,045	103.27	29.5	Concepción	JUNÍN
Cullhuas	473	Cullhuas	3,155	108.01	29.2	Huancayo	JUNÍN
Huarisca	468	Ahuac	7309	72.04	101.4	Huancayo	JUNÍN
Chupaca	8398	Chupaca	18,091	21.91	825.7	Huancayo	JUNÍN
TOTAL			54,844	3,314.2			

Fuente: INEI- Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993

1.3.3. EVALUACION SOCIAL

A través de la Evaluación Económica para las tres (03) alternativas propuestas y en base a los indicadores de la evaluación económica, se evidencia que la alternativa tres (03) que corresponde a un nivel de afirmado total es técnica y económicamente factible, correspondiéndole para el Tramo 1 Lunahuaná-Yauyos una TIR de 32.26%, VAN de 12.11 millones de dólares y un ratio de Beneficio-Costo (B/C) de 1.0177. Del mismo modo se observa que el Tramo II Magdalena-Chupaca la alternativa tres (03), muestra también indicadores favorables con una TIR de 32.41%, VAN de 17.41 millones de dólares y un ratio de Beneficio-Costo (B/C) de 1.0142 . En consecuencia se muestra que en ambos tramos la alternativa tres (03) que corresponde a un nivel de afirmado total de la carretera es la alternativa mas conveniente económicamente, como se observa en el cuadro adjunto de Indicadores de la Evaluación Económica.

Tramo1
EVALUACION ECONOMICA-ALTERNATIVA 3
en miles de dolares

AÑO	INVERSION	COSTO MANTENIMIENTO	BENEFICIO AHORRO COV.	FLUJO NETO.
2008	15,675.00			-15,675.00
2009		209.00	5,117.79	4,908.79
2010		209.00	5,288.73	5,079.73
2011		209.00	5,466.66	5,257.66
2012		399.00	5,651.94	5,252.94
2013		209.00	5,845.09	5,636.09
2014		209.00	6,046.15	5,837.15
2015		209.00	6,255.38	6,046.38
2016		399.00	6,473.32	6,074.32
2017		209.00	6,700.30	6,491.30
2018		-2,267.65	6,936.78	9,204.43

TASA DE DESCUENTO 14%	VAN	12,113.90
	TIR	32.26%
	B/C	1.0177

Tramo 2
EVALUACION ECONOMICA-ALTERNATIVA 3
en miles de dolares

AÑO	INVERSION	COSTO MANTENIMIENTO	BENEFICIO AHORRO COV.	FLUJO NETO.
2008	22,165.00			-22,165.00
2009		295.54	7,236.90	6,941.36
2010		295.54	7,478.63	7,183.09
2011		295.54	7,730.22	7,434.68
2012		485.54	7,992.23	7,506.69
2013		295.54	8,265.36	7,969.82
2014		295.54	8,549.66	8,254.12
2015		295.54	8,845.52	8,549.98
2016		485.54	9,153.71	8,668.17
2017		295.54	9,474.67	9,179.13
2018		-4,137.46	9,809.07	13,946.53

TASA DE DESCUENTO 14%

VAN

17,415.62

TIR

32.41%

B/C

1.0142

1.3.4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DEL PROYECTO

De los resultados obtenidos se determina que la alternativa tres (03) en ambos tramos es la que muestra indicadores de Evaluación Económica mas alta y corresponde a un nivel de Afirmado Total del Proyecto.

De otro lado es importante indicar la posibilidad de optar por la alternativa dos (02) que hace parte del presente informe, que corresponde a un nivel de Tratamiento Superficial Bicapa (TSB), la misma que podría ser viable económicamente en un segundo nivel de estudio de prefactibilidad.

1.3.5. ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Perfil del Proyecto de Mejoramiento de la Carretera Lunahuana-Dv. Yauyos-Chupaca, se ha desarrollado tomando en consideración la zona de influencia del proyecto, así como los Impactos Ambientales más importantes que se han observado durante el desarrollo del proyecto vial.

El estudio de Impacto Ambiental. Describe los componentes ambientales en el área donde se desarrollará el proyecto identificando los componentes Abióticos, Bióticos y Socioeconómicos, asimismo se han considerado los siguientes ítems.

- Identificación y descripción de los Impactos Ambientales, utilizando el método de la lista de verificación.
- Evaluación los impactos producidos ya sean positivos o negativos, directos e indirectos, mediante el método de matrices de interacción causa y efecto.
- Se ha precisado la ubicación de botaderos, canteras y fuentes de agua para los tramos del proyecto.

Finalmente se ha determinado las medidas mitigadoras, mediante la elaboración de los cronogramas de implementación, órganos responsables y de Impactos Ambientales potenciales.

1.3.6. INGENIERIA DEL PROYECTO

La alternativa seleccionada en el desarrollo del Perfil del Proyecto, contempla las siguientes soluciones:

- Mejoramiento de diseño geométrico $V_d=30\text{km/hr}$.
- Carpeta de rodadura a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa $e=1''$
- Drenaje $Q_1=14\text{ m}^3/\text{seg.}$, propuesta de obra de arte (Alcantarilla TMC).
- Estructura de Contención (Muro).

De los cuales el presente informe detalla el desarrollo de diseño de pavimentos de la carpeta de rodadura.

CAPITULO II: DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.1. PARAMETROS DE DISEÑO

2.1.1 Parámetros de Tráfico

El estudio del tráfico consistió de los análisis del estudio de tráfico realizado en 2003 para los estudios de preinversión a nivel de perfil de la carretera ruta 22, tramo: "Lunahuana-Dv. Yauyos-Chupaca".

A continuación se presentan los conteos vehiculares y el cálculo del número "N" de solicitaciones del eje estándar, simple, rueda doble y carga de 8,2 tn, para un período de diseño de 10 años, según la metodología de la AASHTO.

Los datos de tráfico considerados para el tramo Lunahuana-Yauyos fueron obtenidos de la estación de conteo (E-1) Catahuasi y la Estación (E-2) para el tramo Magdalena-Chupaca. Y son presentados en los cuadros siguientes:

ESTACION	IMD	TRAMO	VEHICULOS LIVIANOS			OMNIBUS		CAMIONES			SEMTRAYLER				TOTAL
			AUTO	CAMIONETA	MICRO	BUS 2C	BUS 3C	2C	3C	4C	2S2	2S3	3S2	3S3	
CATAHUASI	IMD	LUNAHUANA YAUYOS	74.00	30.00	33.00	18.00	0.00	32.00	15.00	0.00	6.00	0.00	11.00	6.00	225.00
	% IMD		33%	13%	15%	8%	0%	14%	7%	0%	3%	0%	5%	3%	100%
CHAQUICOCHA	IMD	MAGDALENA CHUPACA	84.00	27.00	27.00	17.00	0.00	27.00	14.00	0.00	9.00	0.00	7.00	9.00	221.00
	% IMD		38%	12%	12%	8%	0%	12%	6%	0%	4%	0%	3%	4%	100%

Tasas de Crecimiento

De otro lado, para el caso, y para efectos de determinar la proyección de la demanda vehicular en el presente informe, durante el horizonte de 10 años, se consideran los siguientes supuestos:

1. Para el crecimiento del Tráfico Liviano Normal (autos y camionetas), la tasa utilizada será igual a la tasa (promedia ponderada) de crecimiento poblacional del departamento de Junín (0.8%)

2. En lo relacionado al crecimiento del Trafico Pesado Normal (ómnibus y camiones), se ha utilizado la tasa de crecimiento del PBI, de los Departamentos de Junín (4.3%)

3. Para el tráfico generado por el mismo proyecto, se ha considerado 25 % para el tramo Lunahuana -Yauyos, y de 15 % para el tramo Yauyos-Chupaca

Proyecciones Tráfico

La experiencia en planificación de transporte ha determinado que el crecimiento del tráfico es particularmente dependiente del crecimiento de la economía de un país y del crecimiento de la población. Estos factores inciden en el crecimiento del parque automotor y, consiguientemente, en el crecimiento del tráfico en la carretera. Sin embargo, el crecimiento de la economía (y consiguientemente del tráfico) es un proceso muy difícil de predecir, debido a la variedad y cantidad de factores que tienen influencia directa en este crecimiento.

El tráfico proyectado, en general, es un ejercicio que, debido a su naturaleza, tiene muchas implicancias y dificultades. En la realidad los factores que pueden modificar el tráfico proyectado son numerosos y muchas veces imprevisibles en su evolución; y la ponderación de todos los factores al interior de una metodología de previsión es imposible. En otras palabras no existe un algoritmo definido que pueda explicar la dinámica evolutiva del tráfico a través de sus relaciones con todos los otros factores que tengan implicancias sobre el tráfico mismo.

Factores de Vehículos

Para el cálculo de los factores de vehículos fueron considerados, los registros de las dos estaciones de conteo de vehículos.

Se ha considerado 75% de los vehículos comerciales circulando con las cargas máximas legales por eje y 25% de los camiones circulando vacíos.

A continuación se presenta el cálculo de los factores de vehículos por las metodologías AASHTO y USACE – Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos.

Determinación de los Factores de Vehículos

TRAMO: LUNAHUANA - YAUYOS

USACE											
Clasificación Vehicular		N° de Ejes				IMD	% de Vehículos	Factores de Vehículos - USACE			
		Simples (rueda simples)	Simples (rueda doble)	Tandem doble (rueda doble)	Tandem triple (rueda doble)			ANUAL	Pesados	Individual	
Vehículos	Clase					Con sobrepeso	Sin sobrepeso			Total	
Bus	2C	1	1	0	0	18	20.5%	6.49	0.15	4.90	1.003
Bus	3C	2	1	0	0	0	0.0%	7.00	0.17	5.29	0.000
Camiones	2C	1	1	0	0	32	36.4%	6.49	0.15	4.90	1.783
Camiones	3C	1	0	1	0	15	17.0%	12.21	0.10	9.18	1.565
Camiones	4C	1	0	0	1	0	0.0%	8.84	0.14	6.67	0.000
Articulados	2S1	1	2	0	0	0	0.0%	12.46	0.28	9.41	0.000
Articulados	2S2	1	1	1	0	6	6.8%	18.18	0.23	13.69	0.934
Articulados	2S3	1	1	0	1	0	0.0%	14.81	0.28	11.18	0.000
Articulados	3S2	1	0	2	0	11	12.5%	23.91	0.18	17.98	2.247
Articulados	3S3	1	0	1	1	6	6.8%	20.54	0.23	15.46	1.054
Articulados	3T6	1	0	3	0	0	0.0%	35.60	0.26	26.77	0.000
Total						88	100.0%	166.54	2.17	125.44	8.59

Vehículos con sobrepeso máxima
Vehículos sin sobrepeso

75%
25%

Tipo de Ejes	Cargas (tf)		FC-USACE	
	Con sobrepeso	Sin sobrepeso	Con sobrepeso	Sin sobrepeso
simples (rueda simples)	7.0	3.0	0.52	0.02
simples (rueda dupla)	11.0	5.0	5.97	0.13
tandem doble (rueda doble)	18.0	6.0	11.70	0.08
tandem triple (rueda doble)	25.0	9.0	8.33	0.13

AASHTO											
Clasificación Vehicular		N° de Ejes				IMD	% de Vehículos	Factores de Vehículos - AASHTO			
		Simples (rueda simples)	Simples (rueda doble)	Tandem doble (rueda doble)	Tandem triple (rueda doble)			ANUAL	Pesados	Individual	
Vehículos	Clase					Con sobrepeso	Sin sobrepeso			Total	
Bus	2C	1	1	0	0	18	20.5%	4.25	0.14	3.22	0.659
Bus	3C	2	1	0	0	0	0.0%	4.89	0.15	3.70	0.000
Camiones	2C	1	1	0	0	32	36.4%	4.25	0.14	3.22	1.172
Camiones	3C	1	0	1	0	15	17.0%	2.72	0.04	2.05	0.349
Camiones	4C	1	0	0	1	0	0.0%	2.07	0.04	1.56	0.000
Articulados	2S1	1	2	0	0	0	0.0%	7.87	0.26	5.96	0.000
Articulados	2S2	1	1	1	0	6	6.8%	6.33	0.16	4.79	0.327
Articulados	2S3	1	1	0	1	0	0.0%	5.69	0.16	4.30	0.000
Articulados	3S2	1	0	2	0	11	12.5%	4.80	0.06	3.61	0.452
Articulados	3S3	1	0	1	1	6	6.8%	4.15	0.06	3.13	0.213
Articulados	3T6	1	0	3	0	0	0.0%	6.88	0.08	5.18	0.000
Total						88	100.0%	53.90	1.27	40.74	3.17

Vehículos con sobrepeso máxima
Vehículos sin sobrepeso

75%
25%

Tipo de Ejes	Cargas (tf)		FC-AASHTO	
	Con sobrepeso	Sin sobrepeso	Con sobrepeso	Sin sobrepeso
simples (rueda simples)	7.0	3.0	0.64	0.02
simples (rueda dupla)	11.0	5.0	3.61	0.12
tandem doble (rueda doble)	18.0	6.0	2.08	0.02
tandem triple (rueda doble)	25.0	9.0	1.43	0.02

Determinación de los Factores de Vehículos

TRAMO: MAGDALENA - CHUPACA

USACE											
Clasificación Vehicular		N° de Ejes				IMD	% de Vehículos	Factores de Vehículos - USACE			
		Simples (rueda simples)	Simples (rueda doble)	Tandem doble (rueda doble)	Tandem triple (rueda doble)			Individual			FV
Vehículos	Clase					ANUAL	Pesados	Con sobrepeso	Sin sobrepeso	Total	
Bus	2C	1	1	0	0	17	20.5%	6.49	0.15	4.90	1.004
Bus	3C	2	1	0	0	0	0.0%	7.00	0.17	5.29	0.000
Camiones	2C	1	1	0	0	27	32.5%	6.49	0.15	4.90	1.595
Camiones	3C	1	0	1	0	14	16.9%	12.21	0.10	9.18	1.549
Camiones	4C	1	0	0	1	0	0.0%	8.84	0.14	6.67	0.000
Articulados	2S1	1	2	0	0	0	0.0%	12.46	0.28	9.41	0.000
Articulados	2S2	1	1	1	0	9	10.8%	18.18	0.23	13.69	1.485
Articulados	2S3	1	1	0	1	0	0.0%	14.81	0.28	11.18	0.000
Articulados	3S2	1	0	2	0	7	8.4%	23.91	0.18	17.98	1.516
Articulados	3S3	1	0	1	1	9	10.8%	20.54	0.23	15.46	1.676
Articulados	3T6	1	0	3	0	0	0.0%	35.60	0.26	26.77	0.000
Total						83	100.0%	166.54	2.17	125.44	8.83
Vehículos con sobrepeso máxima						75%					
Vehículos sin sobrepeso						25%					
Tipo de Ejes		Cargas (tf)		FC-USACE							
		Con sobrepeso	Sin sobrepeso	Con sobrepeso	Sin sobrepeso						
simples (rueda simples)		7.0	3.0	0.52	0.02						
simples (rueda dupla)		11.0	5.0	5.97	0.13						
tandem doble (rueda doble)		18.0	6.0	11.70	0.08						
tandem triple (rueda doble)		25.0	9.0	8.33	0.13						

AASHTO											
Clasificación Vehicular		N° de Ejes				IMD	% de Vehículos	Factores de Vehículos - AASHTO			
		Simples (rueda simples)	Simples (rueda doble)	Tandem doble (rueda doble)	Tandem triple (rueda doble)			Individual			FV
Vehículos	Clase					ANUAL	Pesados	Con sobrepeso	Sin sobrepeso	Total	
Bus	2C	1	1	0	0	17	20.5%	4.25	0.14	3.22	0.660
Bus	3C	2	1	0	0	0	0.0%	4.89	0.15	3.70	0.000
Camiones	2C	1	1	0	0	27	32.5%	4.25	0.14	3.22	1.048
Camiones	3C	1	0	1	0	14	16.9%	2.72	0.04	2.05	0.345
Camiones	4C	1	0	0	1	0	0.0%	2.07	0.04	1.56	0.000
Articulados	2S1	1	2	0	0	0	0.0%	7.87	0.26	5.96	0.000
Articulados	2S2	1	1	1	0	9	10.8%	6.33	0.16	4.79	0.519
Articulados	2S3	1	1	0	1	0	0.0%	5.69	0.16	4.30	0.000
Articulados	3S2	1	0	2	0	7	8.4%	4.80	0.06	3.61	0.305
Articulados	3S3	1	0	1	1	9	10.8%	4.15	0.06	3.13	0.339
Articulados	3T6	1	0	3	0	0	0.0%	6.88	0.08	5.18	0.000
Total						83	100.0%	53.90	1.27	40.74	3.22
Vehículos con sobrepeso máxima						75%					
Vehículos sin sobrepeso						25%					
Tipo de Ejes		Cargas (tf)		FC-AASHTO							
		Con sobrepeso	Sin sobrepeso	Con sobrepeso	Sin sobrepeso						
simples (rueda simples)		7.0	3.0	0.64	0.02						
simples (rueda dupla)		11.0	5.0	3.61	0.12						
tandem doble (rueda doble)		18.0	6.0	2.08	0.02						
tandem triple (rueda doble)		25.0	9.0	1.43	0.02						

Número "N"

Considerándose el volumen de tráfico del estudio de tráfico realizado en 2003 para los estudios de preinversión a nivel de perfil de la carretera ruta 22, tramo: "Lunahuana-Yauyos-Chupaca". El Número "N" de Solicitaciones del Eje Estándar de 8,2 t. para el período estimado de 10 años se presenta a continuación.

CALCULO DEL NUMERO "N"

TRAMO: LUNAHUANA - YAUYOS

CÁLCULO DEL NÚMERO "N"											
TRAMO: LUNAHUANA - YAUYOS											
CÁLCULO DE LOS FACTORES DE VEHICULOS											
CLASE	BUS 2C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	TOTAL	
IMD	18	32	16	0	0	6	0	11	6	88	
FACTORES DE VEHICULOS	AASHTO	3.22	3.22	2.05	1.56	5.96	4.79	4.30	3.61	3.13	-
	USACE	4.90	4.90	9.18	6.67	9.41	13.69	11.18	17.98	15.46	-
FACTORES DE VEHICULOS MÉDIOS DE LA FROTA =								AASHTO =	3.17	USACE =	8.69
DATOS BÁSICOS	Tasas de Crecimiento (%)					PISTA	Factor Direccional	Factor			
	Autos, Camionetas		Bus	Camiones	Articulados	comercial	S/D	K	Climático		
	0.80		4.30	4.30	4.30	-	S	0.50	1.0		
CÁLCULO DEL NUMEROS "N"											
AÑO	Vida del Pavim.	Volumen por tipo de vehiculo (en los 2 sentidos)				IMD total	IMD comercial	NP - AASHTO		NP - USACE	
		Autos	Bus	Camiones	Articulados			En el Año	Acumulado	En el Año	Acumulado
2.003	0	137	18	47	23	225	88	5.09E+04		1.38E+05	
2.004	1	138	19	49	24	230	92	5.31E+04	5.31E+04	1.44E+05	1.44E+05
2.005	2	139	20	51	25	235	96	5.54E+04	1.09E+05	1.50E+05	2.94E+05
2.006	3	140	20	53	26	240	100	5.78E+04	1.66E+05	1.56E+05	4.50E+05
2.007	4	141	21	56	27	246	104	6.03E+04	2.27E+05	1.63E+05	6.13E+05
2.008	5	143	22	58	28	251	109	6.29E+04	2.89E+05	1.70E+05	7.84E+05
2.009	6	144	23	61	30	257	113	6.56E+04	3.55E+05	1.78E+05	9.61E+05
2.010	7	145	24	63	31	263	118	6.84E+04	4.23E+05	1.85E+05	1.15E+06
2.011	8	146	25	66	32	269	123	7.13E+04	4.95E+05	1.93E+05	1.34E+06
2.012	9	147	26	69	34	276	129	7.44E+04	5.69E+05	2.01E+05	1.54E+06
2.013	10	148	27	72	35	282	134	7.76E+04	6.47E+05	2.10E+05	1.75E+06
2.014	11	150	29	75	37	289	140	8.09E+04	7.28E+05	2.19E+05	1.97E+06
2.015	12	151	30	78	38	297	146	8.44E+04	8.12E+05	2.29E+05	2.20E+06
2.016	13	152	31	81	40	304	152	8.81E+04	9.00E+05	2.38E+05	2.44E+06
2.017	14	153	32	85	41	312	159	9.18E+04	9.92E+05	2.49E+05	2.69E+06
2.018	15	154	34	88	43	320	165	9.58E+04	1.09E+06	2.59E+05	2.94E+06

El número "N" de solicitudes del eje estándar de 8.2 t del tramo Lunahuana - Yauyos, considerado para el diseño un horizonte de 10 años es de $1,09 \times 10^6$ - AASHTO y de $2,94 \times 10^6$ - USACE (Cuerpo de Ingenieros de los EUA).

CÁLCULO DEL NÚMERO “N”

TRAMO: MAGDALENA – CHUPACA

CÁLCULO DEL NÚMERO "N"											
TRAMO: MAGDALENA - CHUPACA											
CÁLCULO DE LOS FACTORES DE VEHÍCULOS											
CLASE	BUS 2C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	TOTAL	
IMD	17	27	14	0	0	9	0	7	9	83	
FACTORES DE VEHÍCULOS	AASHTO	3.22	3.22	2.05	1.56	5.96	4.79	4.30	3.61	-	
	USACE	4.90	4.90	9.18	6.67	9.41	13.69	11.18	17.98	-	
FACTORES DE VEHÍCULOS MÉDIOS DE LA FROTA =								AASHTO =	3.22	USACE =	8.83
DATOS BÁSICOS	Tasas de Crecimiento (%)					PISTA	Factor Direccional	Factor Climático			
	Autos, Camionetas		Bus	Camiones	Articulados				comercial	S/D	K
	0.80		4.30	4.30	-	S	0.50	1.0			
CÁLCULO DEL NÚMERO "N"											
AÑO	Vida del Pavim.	Volumen por tipo de vehículo (en los 2 sentidos)				IMD total	IMD comercial	NP - AASHTO		NP - USACE	
		Autos	Bus	Camiones	Articulados			En el Año	Acumulado	En el Año	Acumulado
2,003	0	138	17	41	25	221	83	4.87E+04		1.34E+05	
2,004	1	139	18	43	26	226	87	5.08E+04	5.08E+04	1.39E+05	1.39E+05
2,005	2	140	18	45	27	231	90	5.30E+04	1.04E+05	1.45E+05	2.85E+05
2,006	3	141	19	47	28	236	94	5.53E+04	1.59E+05	1.52E+05	4.37E+05
2,007	4	142	20	49	30	241	98	5.77E+04	2.17E+05	1.58E+05	5.95E+05
2,008	5	144	21	51	31	246	102	6.02E+04	2.77E+05	1.65E+05	7.60E+05
2,009	6	145	22	53	32	252	107	6.27E+04	3.40E+05	1.72E+05	9.32E+05
2,010	7	146	23	55	34	257	111	6.54E+04	4.05E+05	1.80E+05	1.11E+06
2,011	8	147	24	57	35	263	116	6.82E+04	4.73E+05	1.87E+05	1.30E+06
2,012	9	148	25	60	37	269	121	7.12E+04	5.45E+05	1.95E+05	1.49E+06
2,013	10	149	26	62	38	276	126	7.42E+04	6.19E+05	2.04E+05	1.70E+06
2,014	11	151	27	65	40	283	132	7.74E+04	6.96E+05	2.12E+05	1.91E+06
2,015	12	152	28	68	41	289	138	8.08E+04	7.77E+05	2.22E+05	2.13E+06
2,016	13	153	29	71	43	297	143	8.42E+04	8.61E+05	2.31E+05	2.36E+06
2,017	14	154	31	74	45	304	150	8.79E+04	9.49E+05	2.41E+05	2.60E+06
2,018	15	156	32	77	47	312	156	9.16E+04	1.04E+06	2.51E+05	2.86E+06

El número “N” de solicitaciones del eje estándar de 8.2 t del tramo Magdalena - Chupaca, considerado para el diseño un horizonte de 10 años es de $1,04 \times 10^6$ – AASHTO y de $2,86 \times 10^6$ – USACE (Cuerpo de Ingenieros de los EUA).

En conclusión, el número “N” de solicitaciones del eje estándar de 8.2 t del tramo Lunahuana-Yauyos-Chupaca, considerado para el diseño un horizonte de 10 años es de $2,94 \times 10^6$ – AASHTO.

2.2 PARAMETROS FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES

Levantamiento Visual Detallada (LVD)

El desempeño de la vía es evaluado por los Niveles de Servicio de la carretera. De esta forma, ha sido desarrollada una metodología específica de evaluación de fallas. El procedimiento se basa en una inspección visual detallada que permite establecer la condición superficial del pavimento identificando la severidad, la ubicación y el área precisa de las fallas. De esta forma, se podrá, programar y hacer las correcciones funcionales de acuerdo al tipo y severidad de fallas existentes en cada punto de la capa de rodadura.

Medición de Deflexiones del Pavimento

La evaluación estructural se basa en las mediciones de deflexión con equipo FWD (Falling Weight Deflectometer) y/o las deflexiones medidas con la viga Benkelman, con la respectiva división de los segmentos homogéneos.

CONSIDERACIONES:

Los estudios para la recuperación de la carretera son elaborados considerándose los siguientes:

- Diagnostico funcional del pavimento;
- Diagnostico estructural del pavimento.

El presente informe, toma en consideración para la recuperación de la carretera, el diagnostico estructural del pavimento existente, en base al análisis de la información de campo y laboratorio.

2.3 DATOS DE LOS ESTUDIOS GEOTECNICOS

El afirmado actual presenta una capa consolidada conformada por gravas limo. arcillosas, gravas-limosas y gravas-arcillosas, con pequeños sectores con arenolimosas .

Dentro del estudio de suelos comprendemos el estudio de las canteras y fuentes de agua, se han realizado prospecciones a nivel de plataforma de las que se extrajo material que fue analizado (Cuadro N° 1), obteniendo sus propiedades índice, valor de soporte y su naturaleza química, datos importantes para el diseño del pavimento.

Ensayos de Suelos en Laboratorio de Mecánica de Suelos

Las muestras de suelos disturbadas procedentes del sector investigado se ensayaron siguiendo las Normas NTP en laboratorios especializados de Mecánica de Suelos. Los ensayos efectuados permitieron determinar las propiedades índices para la identificación de los suelos mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), para la definición de los parámetros de resistencia al corte.

Ensayos de laboratorio:

Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012)
- Límites de consistencia (Límites de Atterberg) (NTP 339.129)
Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
- Clasificación SUCS (NTP 339.134)
- Clasificación AASHTO (NTP 339.135)
- Contenido de humedad (NTP 339.127)
- Proctor modificado (NTP 339.141)
- California Bearing Ratio (NTP 339.145)

Cuyos resultados se presentan en el Anexo A.

Cuadro N° 1

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS DEL Km 57+000 al Km 57+300
TRAMO	CAÑETE-YAUYOS DEL Km 57+000 al Km 57+300
SUB-TRAMO	CAÑETE-YAUYOS DEL Km 57+000 al Km 57+300

PROGRESIVA	Km. 57 + 300	LADO	Izquierdo	LOCALIZACION	Zuñiga
CALICATA	C-1	PROF. (m)	1.50	COTA (m.s.n.m.)	
N. F. (m)		OPERADOR		FECHA	Setiembre de 2008



(m)	Muestra	Descripción del estrato	SUCS	AASHTO
0.00	M-1	Arena pobremente graduada, en estado seco, compacto, de color gris (*)	SP	
0.90	M-2	Material de relleno conformado por arena limosa con grava, con 59% de arena, 20% de finos sin plasticidad	SM	A-2-4 (0)
1.20	M-3	Arena limosa con grava, con 70% de arena, 15% de gravas de forma plana en estado humedo de color marron. Matriz no plastica (*)	SM	A-1(b) (0)
1.50				

Observaciones :

(*) Datos obtenidos del Estudio de Factibilidad del Proyecto de Rehabilitacion y Mejoramiento de la Carretera Lunahuana - Dv Yauyos - Chupaca

Provias Nacional - MTC, Agosto 2005

Relación de Ensayos

PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	LIMITES DE ATTERBERG (%)			CLASIFICACION DE SUELOS	
				L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
57+300	C-1	M - 2	0.90 - 1.20	19.0	NP	NP	SM	A-2-4 (0)

PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD DEL SUELO SECO PROMEDIO		PROCTOR MODIFICADO	
				W(%)	g/cm ³	Densidad Maxima(g/ cm ³)	OCH (%)
57+300	C-1	M - 2	0.90 - 1.20	11.20	1.73	2.025	7.5

PROGRESIVA (Km)	TIPO DE SUELO		CBR (%)		REFERENCIA
	SUCS	AASHTO	95% de MDS	100% de MDS	
57+300	SM	A-2-4(0)	18.20	34.10	Prospecciones en campo a nivel de plataforma - Grupo 3 ⁽¹⁾
57+300	SM	A-2-4(0)	10.50	-	Estudio de Factibilidad del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuana-Dv.Yauyos-Chupaca, Provias Nacional-MTC, Agosto 2005.

⁽¹⁾ Se ha estudiado principalmente esta capa superficial para establecer su empleo en la estructura del pavimento con un espesor promedio de 50cm.

Para la determinación del valor representativo de la capacidad de soporte del suelo se ha utilizado el criterio recomendado por la AASHTO, con el valor promedio. Luego de realizado los cálculos, se obtuvo el CBR de diseño de la sub-rasante igual a 14.40, que es considerado para el tramo en general.

2.3.1 ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

Con la finalidad de ubicar volúmenes disponibles de materiales con características geotécnicas adecuadas en relación con el uso a dar, la facilidad de acceso, los procedimientos de explotación y la distancia de transporte, se efectuó el reconocimiento y estudio de los diversos tipos de materiales existentes en la zona.

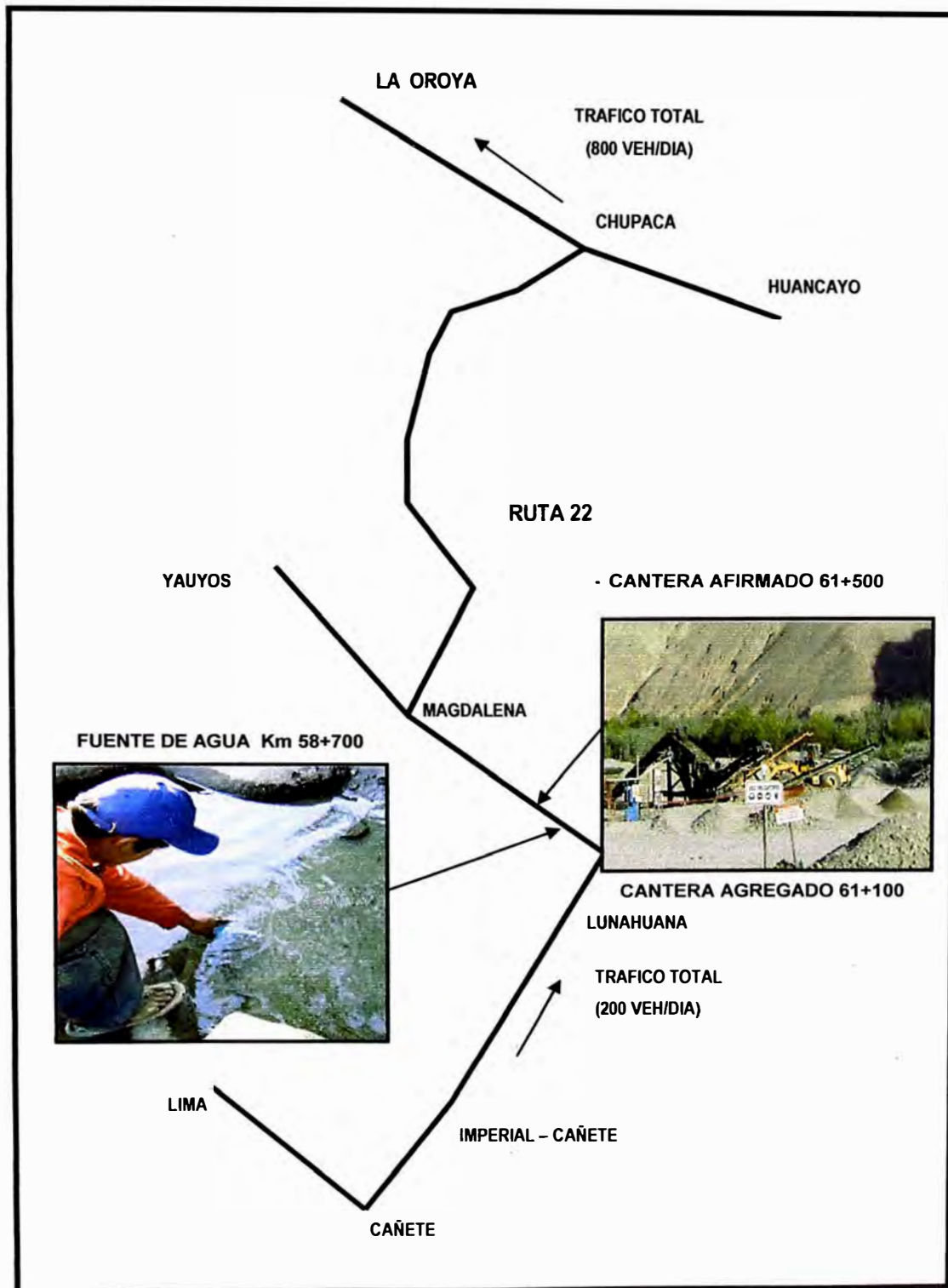
La calidad de los materiales para usos diversos, ha sido verificada mediante los siguientes ensayos estándar:

- Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012)
- Material pasante la malla N° 200 (NTP 339.132)
- Límites de consistencia (NTP 339.129)
Límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad
- Clasificación SUCS (NTP 339.134)
- Clasificación AASHTO (NTP 339.135)
- Contenido de humedad (NTP 339.127)
- Proctor modificado (NTP 339.141)
- Equivalente de arena (NTP 339.146)
- Abrasión (NTP 400.020)
- California Bearing Ratio (CBR) (NTP 339.145)
- Durabilidad con sulfato de magnesio (NTP 400.016)
- Porcentaje de caras de fractura (NTP 400.040)
- Porcentaje de partículas planas y alargadas (NTP 400.040)
- Peso unitario (NTP 400.017)
- Gravedad específica y absorción agregado grueso (NTP 400.021)
- Impurezas orgánicas en agregados finos (NTP 400.024)
- Residuos sólidos (sales solubles totales) (NTP 339.071)
- Sulfatos expresados como ión SO₄= (NTP 339.074)
- Cloruros expresados como ión Cl - (NTP 339.076)
- Materia orgánica en agua, expresado como oxígeno (NTP 339.072)

Cuyos resultados se presentan en el Anexo A.

Se muestra el diagrama lineal de las canteras, botaderos y fuentes de agua a ser utilizados en el presente estudio.

DIAGRAMA LINEAL CANTERAS Y FUENTES DE AGUA



2.4 CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

Rehabilitación Estructural del Pavimento

Con el análisis de la información de campo y laboratorio, se ha logrado identificar las causas de las fallas y proponer alternativas de solución para la rehabilitación del pavimento.

El diseño del espesor de refuerzo propuesto en el presente informe fue hecho por la metodología AASHTO. Considerando para ello un periodo estimado de diseño de 10 años. Los detalles y cálculos pertinentes se presentan a continuación.

Método ASSHTO

El método de refuerzo de la AASHTO es un procedimiento empírico y se basa en la ecuación básica de diseño de pavimento nuevo, descrita a continuación, para la determinación de la estructura necesaria para el refuerzo estructural del pavimento existente.

Así, se determina el número estructural necesario para el pavimento (SNNEC) a través de la relación con el número de repeticiones del eje estándar de 8,2 ton (18 kpi) que un pavimento debe soportar para alcanzar la serviciabilidad terminal definida en proyecto, y considerando, aún, la capacidad de soporte de la subrasante, los factores ambientales y el nivel de confiabilidad.

$$\log W_{18} = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log M_R - 8,07$$

Donde:

- W18 = Número estimado de solicitaciones del eje Standard de 8,2 ton (18 kip) para periodo de proyectos;
- ZR = Confiabilidad asumida en función de la clase funcional de la carretera;
- S₀ = Desvío Estándar;
- SN = Número estructural de la estructura, en pulgadas;

MR = Módulo resiliente de la subrasante, en psi;

Δ PSI = Diferencia entre la serviciabilidad inicial y la serviciabilidad final;

El número estructural SN, de acuerdo con el Guía de la AASHTO, es un parámetro que procura caracterizar la capacidad estructural del pavimento, en lo que concierne al aspecto de resistencia a la acción de las cargas del tráfico. Es definido por una relación empírica, en la cual el espesor (h_i en pulgadas) y el coeficiente de resistencia (a_i) de cada capa son combinados.

$$SN = a_1 \times h_1 + a_2 \times h_2 \times m_2 + a_3 \times h_3 \times m_3$$

Donde:

SN = número estructural que representa la resistencia necesaria (en términos de espesor) de la estructura total del pavimento;

a_1 , a_2 e a_3 = coeficientes que representan la calidad del material de las capas de la carpeta, base y sub-base, respectivamente;

h_1 , h_2 e h_3 = espesores en pulgadas, de la carpeta, base y sub-base, respectivamente;

m_2 e m_3 = Coeficientes que dependen de la calidad del sistema de drenaje de la base y de la sub-base, respectivamente.

Todos estos parámetros se detalladamente en el Guía de la AASHTO (1993).

Conforme ya se comentó, la metodología de la AASHTO considera que la estructura de pavimento existente sometida a la acción del tráfico presenta una reducción en su desempeño y serviciabilidad a lo largo del tiempo, traducida en deterioro. Para elevar la condición del pavimento a una serviciabilidad próxima de la original, es necesaria una capacidad estructural adicional SNREF, en la forma de un refuerzo.

Esa capacidad estructural, en conjunto con la capacidad estructural efectiva del pavimento existente(SNef), debe ser equivalente a la capacidad estructural SNNEC del pavimento reforzado, proyectado conforme condiciones y cargas de tráfico previstas.

La AASHTO recomienda la utilización de ensayos no destructivos para evaluar las propiedades de los materiales de las diversas capas y la capacidad

estructural del pavimento existente. Por tanto, la determinación de S_{Nef} es la etapa más crítica de esa metodología para la determinación del espesor de refuerzo. Si es superestimado, resultará en una capa de refuerzo inadecuada para las condiciones existentes; si es subestimado, generará un refuerzo súper calculado.

A continuación, se describe la metodología usual para determinación del número estructural efectivo, recomendadas por la AASHTO:

Criterio Deflectométrico

Inicialmente, se determina el módulo de la subrasante a través de la ecuación presentada a continuación.

$$E_3 = \frac{0,24 \times Q}{D_x \times x}$$

Donde:

- E₃ = Módulo resiliente de la capa de la subrasante en el campo, en psi;
- Q = Carga dinámica del equipo deflectométrico FWD, en libras;
- D_x = Deformación vertical recuperable medida a una distancia "x" del centro de aplicación de la carga, en pulgadas;
- X = Distancia del centro de aplicación de la carga, en pulgadas (generalmente se adopta, el valor de 36 pulgadas).

Siendo que: $x \geq 0,7 \times a_e$

$$a_e = \sqrt{r^2 + \left(h_1 \times 3 \sqrt{\frac{E_p}{E_3}} \right)^2}$$

Donde:

- a_e = Radio del bulbo de tensiones en la interfase pavimento / subrasante, en pulgadas;

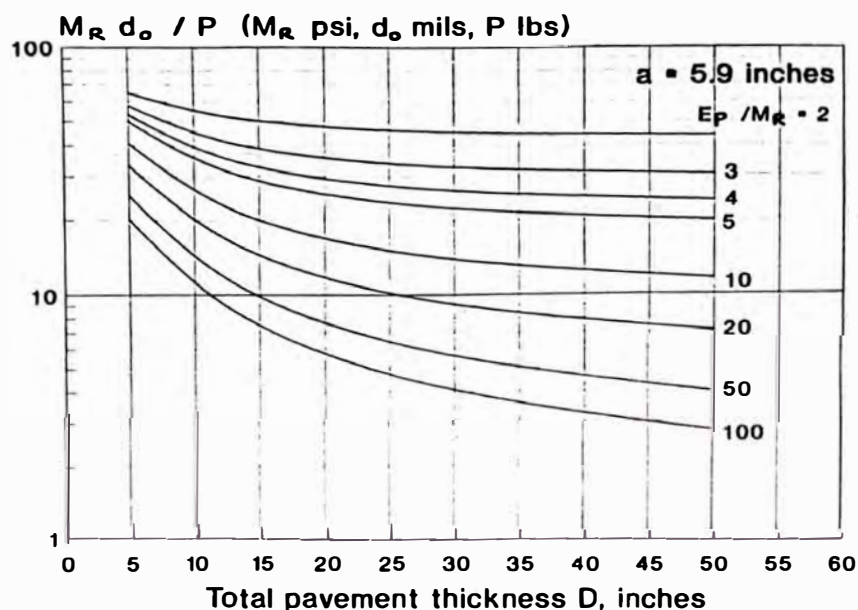
- r = Radio de la placa del equipo deflectométrico, en pulgadas;
 h_t = Espesor total del pavimento por encima de la subrasante, en pulgadas;
 E_p = Módulo efectivo total del pavimento por encima de la subrasante, en psi;
 E_3 = Módulo efectivo de la subrasante, en psi.

Con la ecuación ó gráfica, mostrada a continuación, se determina el valor de E_p .

$$D_0 = 1,5 \times p \times r \left[\frac{1}{E_3 \times \sqrt{1 + \left(\frac{h_t}{r} \times \sqrt{\frac{E_p}{E_3}} \right)^2}} \right] + \left[\frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{h_t}{r} \right)^2}}}{E_p} \right]$$

Donde:

- D_0 = Deformación vertical recuperable máxima, medida bajo el centro de aplicación de la carga, en pulgadas;
 p = Presión de contacto, en psi;
 r = Radio de la placa de carga del ensayo deflectométrico, en pulgadas;
 h_t = Espesor total del pavimento por encima de la subrasante, en pulgadas;
 E_p = Módulo efectivo total del pavimento por encima de la subrasante, en psi;
 E_3 = Módulo efectivo de la subrasante, en psi.



El número estructural efectivo (SN_{ef}) se obtiene por la siguiente expresión:

$$SN_{ef} = 0,0045 \times h_t \times \sqrt[3]{E_p}$$

Donde:

- ht = Espesor total del pavimento por encima de la subrasante, en pulgadas;
Ep = Módulo resiliente total efectivo, en psi.

Para el cálculo del espesor de refuerzo estructural, se consideraron los siguientes parámetros:

- confiabilidad (Z_r) igual a 90%;
- desviación standard total (S_o) igual a 0,45;
- serviciabilidad inicial (PSI_{final}) igual a 4,0;
- serviciabilidad final (PSI_{final}) igual a 2,0.

Para el cálculo del módulo de resiliencia se utilizó las siguientes ecuaciones de la AASHTO:

- MR = 1,500 x CBR si CBR < 7.2 %;
- MR = 3,000 x CBR^{0.65} (*) si 7.2 < CBR < 20 %;

(*) Ecuación de correlación presentada en la publicación N° FHWA-PL-98-029 de 1998

El espesor de refuerzo se calcula considerándose el periodo correspondiente a 10 años de diseño.

2.4.1 Cálculo del Número Estructural – Criterio Deflectométrico

DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 1993	
CRITERIO DEFLECTOMÉTRICO	
Subtramo 3	
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL Km 57+000 al Km 57+300 SECCION : Km Inicial (57+000) - Km Final (57+300)	
DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :	
1. PROPIEDADES DE MATERIALES	
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)	
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
1. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2.94E+06
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	90%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.282
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, Psi) (CBR = 14.4%)	16,984.66
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10
2. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Carpeta Asfáltica Nueva (a1)	0.44
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base (m3)	1.00
Subrasante (m4)	1.00
NUMERO ESTRUCTURAL DE REFUERZO = NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO - NUMERO ESTRUCTURAL EFECTIVO	
Numero Estructural requerido del pavimento reforzado(SN NEC) =	2.75
Numero estructural efectivo del pavimento existente(SN ef) =	3.05
Numero estructural del refuerzo del pavimento existente(SN ref) =	-0.30
ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO	
CAPA DE RODADURA NUEVA (D ₁) - REFUERZO	
CAPA DE RODADURA EXISTENTE (D ₂)	
BASE EXISTENTE (D ₃)	
SUB RASANTE EXISTENTE (D ₄)	
REFORÇO EXISTENTE (D ₄)	

H (cm)	SN ef	SN NEC
0.00	0.00	2.75
0	3.05	
0		
50		
-		
SN Total	3.05	OK

2.4.2 Diseño de Tratamiento Superficial

La necesidad de refuerzo estructural fue verificada por la metodología AASHTO a partir de las condiciones estructurales existentes, los resultados de la metodología AASHTO deflectométrico reflejan que la estructura del pavimento existente atiende la necesidad estructural del pavimento para el cumplimiento de la vida útil del diseño.

En tal sentido, el presente informe plantea la aplicación de un Tratamiento Superficial Bicapa (TSB), básicamente para los siguientes propósitos:

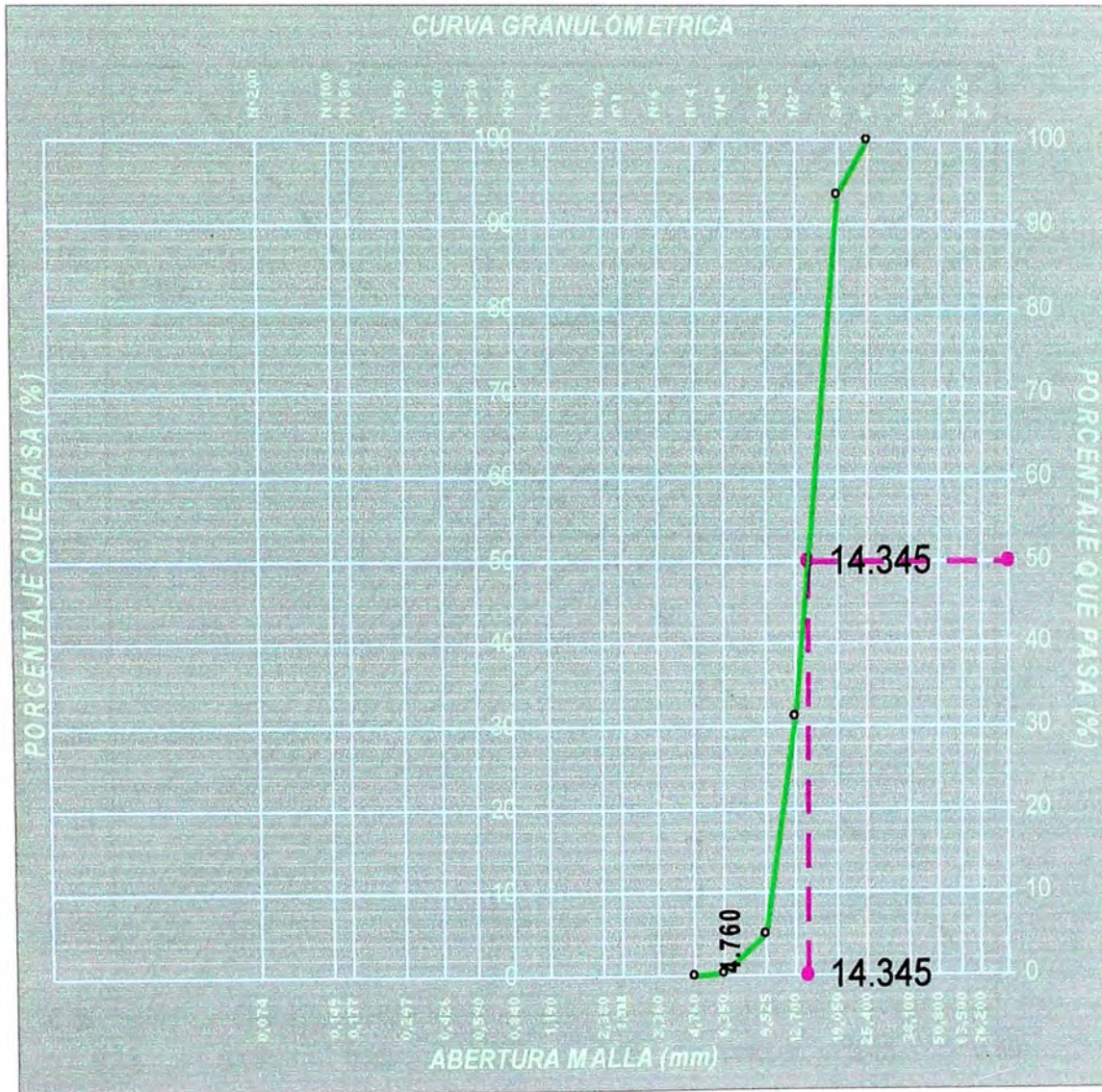
- Suministrar una superficie para todos los climas, a bajo costo en condiciones de tránsito ligero a medio.
- Formar una capa impermeable para evitar la intrusión de humedad en la capa subyacente.

2.4.3 Formulación del Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)

La presente formulación del Tratamiento Superficial Bicapa, está basado en el Método de Hanson y Norman W. McLeod.

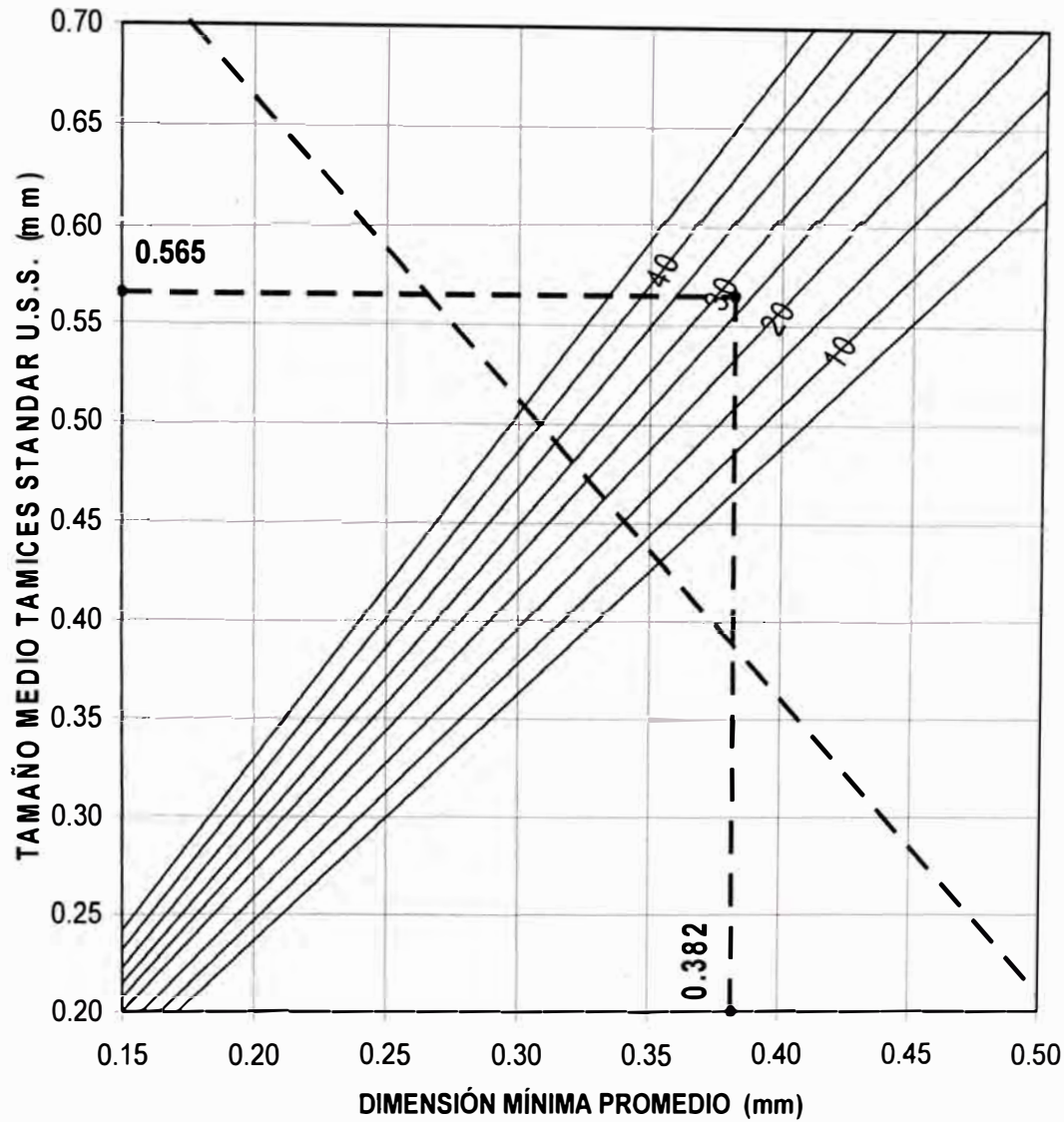
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA – 1ra CAPA

A. Tamaño medio del agregado (D_{50})



B. Dimensión mínima promedio

ÁBACO PARA DETERMINAR LA DIMENSIÓN MÍNIMA PROMEDIO



TRATAMIENTO SUPERFICIAL - BICAPA 1º CAPA

1.- GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO RET. (gr)	RETENIDO (%)	PASA (%)
1"	-		100.00
3/4"	647.0	6.52	93.48
1/2"	6,165.0	62.15	31.33
3/8"	2,610.0	26.31	5.02
1/4"	460.0	4.64	0.38
Nº 4	37.0	0.38	0.00

PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO	2.599
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO (Kg/m ³)	1405.0

2.- TAMAÑO MEDIO

Tamaño por el que pasa el 50% (D ₅₀)	14.4 mm	0.565 pulg
---	---------	------------

3.- ÍNDICE LAMINAR

TAMIZ RANURA CUADRADA	ANCHO ABERTURA ALARGADA	PESO RETENIDO EN GRAMOS	PESO QUE PASA EN GRAMOS	PESO RETENIDO TAMIZ CUADRADO
1" - 3/4"		484.0	163.0	647.0
3/4" - 1/2"	0.3750	4530.0	1635.0	6165.0
1/2" - 3/8"	0.2630			0.0
3/8" - 1/4"	0.1840			0.0
1/4" - 4	0.1310			
TOTAL		5014.0	1798.0	6812.0
		73.6%	26.4%	100.0%
ÍNDICE LAMINAR =		26.4%		

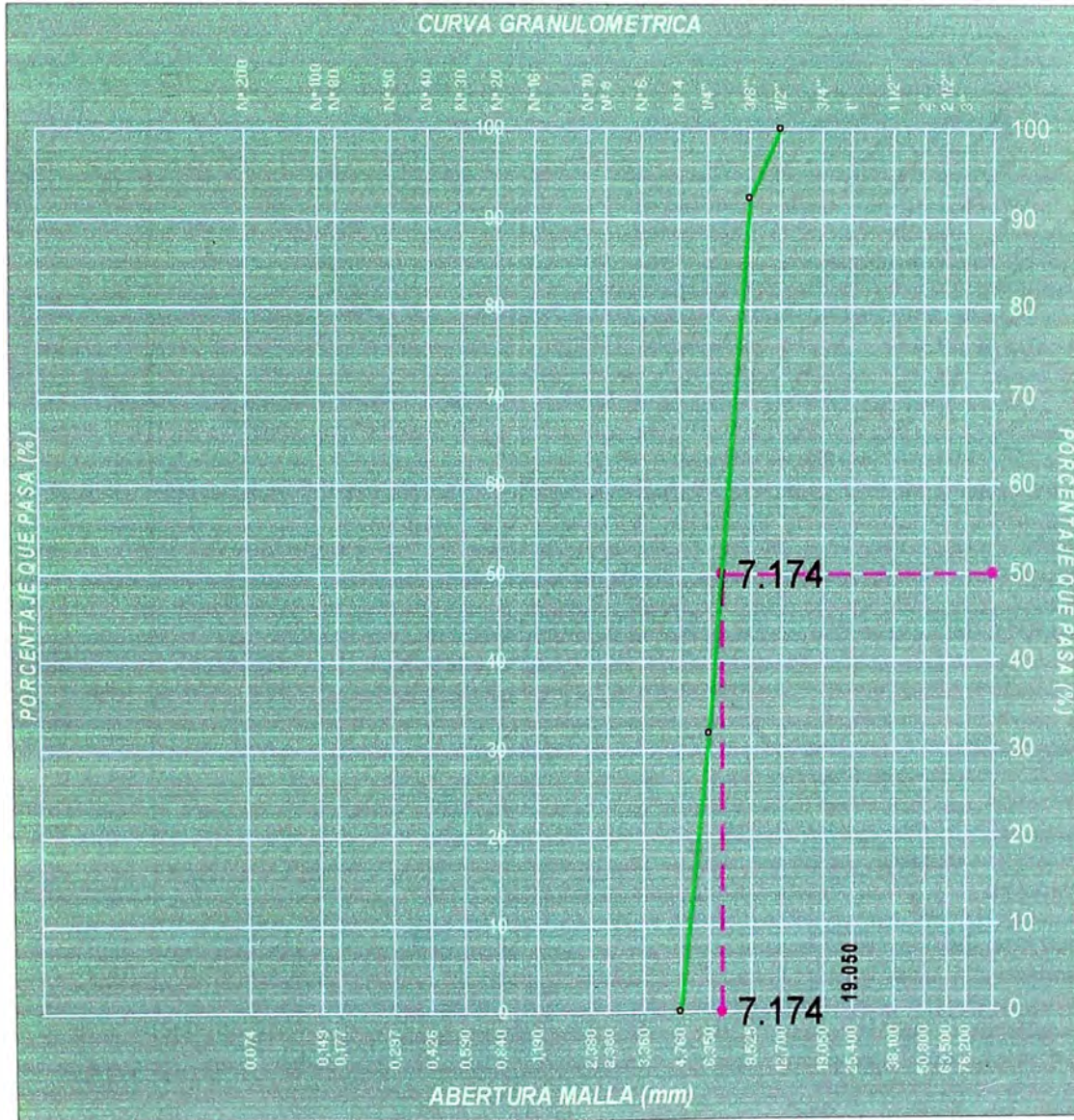
4.- DIMENSIÓN MÍNIMA PROMEDIO (H)	0.382 pulg	9.70 mm
5.- VACIOS DEL ÁRIDO SUELTO (V)	0.459	
6.- FACTOR DE DESPERDICIO DEL ARIDO (E)	1.00	
7.- CORRECCIÓN POR TEXTURA (S)	0.00 l/m ²	
8.- FACTOR DE TRÁFICO (T)	0.85	
9.- CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DEL ÁRIDO (A)	0.00	
10.- ASFALTO RESIDUAL (R)	0.65	

TASA DE APLICACIÓN DEL ÁRIDO
20.59 Kg/m²

TASA DE APLICACIÓN DE LA EMULSIÓN
2.33 lt/m² 0.62 gl/m²

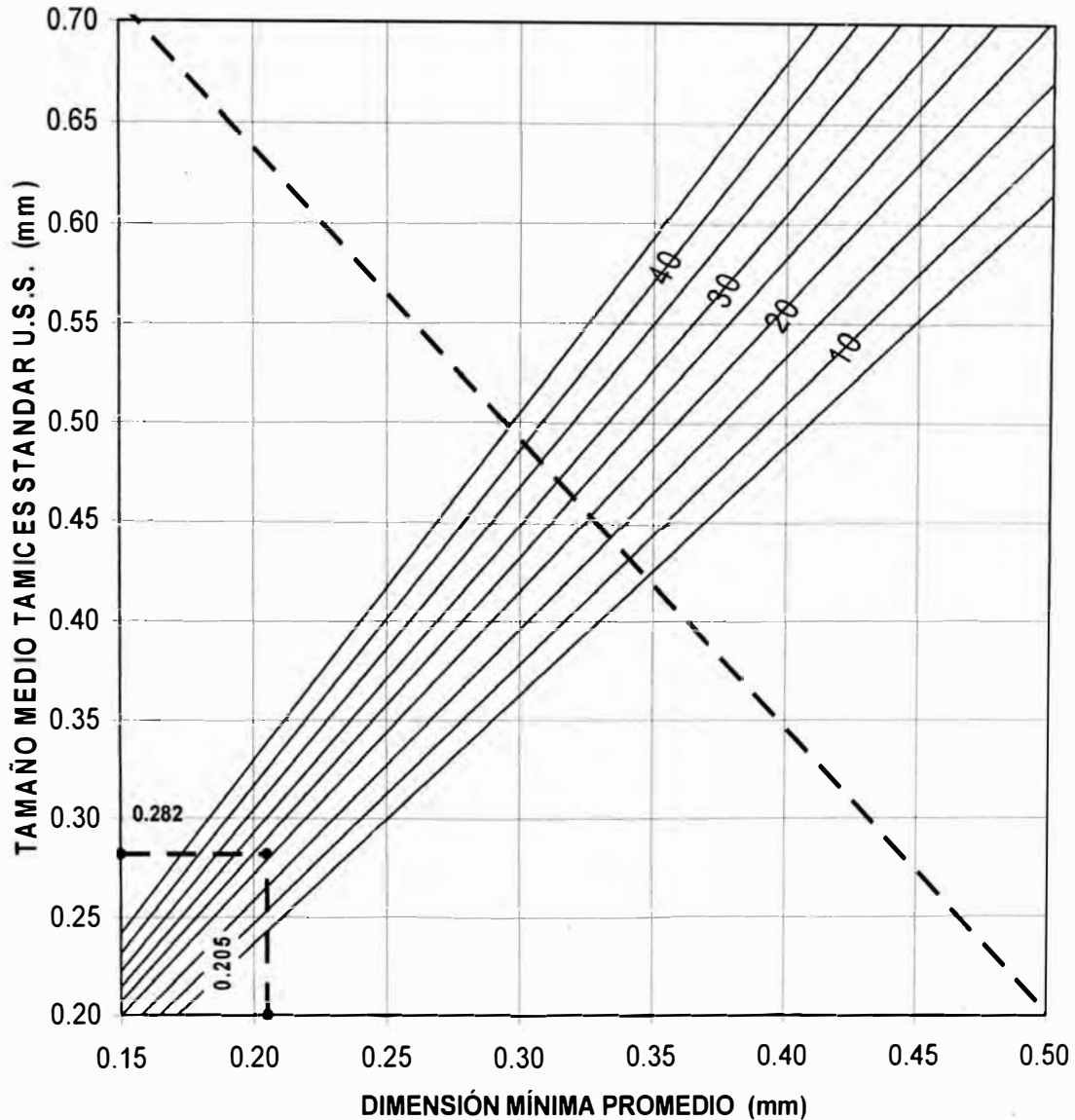
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA – 2da CAPA

A. Tamaño medio del agregado (D_{50})



B. Dimensión mínima promedio

ÁBACO PARA DETERMINAR LA DIMENSIÓN MÍNIMA PROMEDIO



TRATAMIENTO SUPERFICIAL -BICAPA 2º CAPA

1.- GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO RET. (gr)	RETENIDO (%)	PASA (%)
1"			
3/4"			-
1/2"			-
3/8"	480.0	7.80	- 7.80
1/4"	3,712.0	60.36	- 68.16
Nº 4	1,958.0	31.84	- 100.00

PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO	2.563
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO (Kg/m3)	1415.0

2.- TAMAÑO MEDIO

Tamaño por el que pasa el 50% (D ₅₀)	7.2 mm	0.282 pulg
---	--------	------------

3.- ÍNDICE LAMINAR

TAMIZ RANURA CUADRADA	ANCHO ABERTURA ALARGADA	PESO RETENIDO EN GRAMOS	PESO QUE PASA EN GRAMOS	PESO RETENIDO TAMIZ CUADRADO
		0.0	0.0	0.0
	0.3750	0.0	0.0	0.0
1/2" - 3/8"	0.2630	442.0	38.0	480.0
3/8" - 1/4"	0.1840	2847.0	865.0	3712.0
1/4" - 4	0.1310			
TOTAL		3289.0	903.0	4192.0
		78.5%	21.5%	100.0%
ÍNDICE LAMINAR =		21.5%		
4.- DIMENSIÓN MÍNIMA PROMEDIO (H)			0.205 pulg	5.21 mm
5.- VACIOS DEL ÁRIDO SUELTO (V)			0.448	
6.- FACTOR DE DESPERDICIO DEL ARIDO (E)			1.00	
7.- CORRECCIÓN POR TEXTURA (S)			0.00 lt/m2	
8.- FACTOR DE TRÁFICO (T)			0.85	
9.- CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DEL ÁRIDO (A)			0.00	
10.- ASFALTO RESIDUAL (R)			0.65	
TASA DE APLICACIÓN DEL ÁRIDO 10.95 Kg/m2				
TASA DE APLICACIÓN DE LA EMULSIÓN 1.220 lt/m2 0.32 g/m2				

En conclusión las tasas resultantes son las siguientes:

Tasa de aplicación de agregados

Para la primera capa:

Los agregados de gradación tipo A de 3/4" – 1/2", arrojaron una tasa de aplicación de 20.7 Kg /m².

Para la segunda capa:

Los agregados de gradación tipo C de 1/2" – 3/16", arrojaron una tasa de aplicación de 10.95 Kg /m².

Tasa de aplicación de Emulsión

Para la primera capa:

La tasa de aplicación de emulsión asfáltica es de 2.30 lit/m².

Para la segunda capa:

La tasa de aplicación de emulsión asfáltica es de 1.20 lit/m².

Metodología de Mc Leod:

Para tratamientos superficiales dobles Mc Leod recomienda usar el 40% del total de la emulsión en la primera aplicación y un 60% para la segunda.

Tasa Primera Capa : 2.30 lt/m²

Tasa Segunda Capa : 1.20 lt/m²

Total 3.50 lt/m²

Tasa a Aplicar en Obra:

Tasa Primera Capa: 0.40x3.50 = 1.40 lt/m²

Tasa Segunda Capa: 0.60x3.50 = 2.10 lt/m²

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

El Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) es un tipo de tratamiento superficial, que consiste en la aplicación mecanizada de asfalto-agregado, sobre cualquier clase de superficie vial siendo una de ellas la plataforma de rodadura de 6.60m de ancho del tramo: Cañete-Yauyos del km 57+000 al km 57+300.

Un tratamiento con TSB no es un pavimento en si mismo. Más bien, resiste la abrasión del tráfico moderado a pesado, forma una capa impermeable para evitar la intrusión de humedad en la capa subyacente. Añade poca o casi nada capacidad de soporte y por eso normalmente no se toma en cuenta al calcular la carga límite de un revestimiento bituminoso. En tanto que un tratamiento superficial puede suministrar una superficie excelente, si se usa para el propósito correcto, no es un remedio para resolver todos los problemas de pavimentos. Es esencial una clara comprensión de las ventajas y limitaciones de los tratamientos superficiales para obtener los mejores resultados. Es vital realizar un cuidadoso estudio de trafico, simultáneamente con una evaluación de las condiciones de los materiales y de las capas de pavimentos que se hagan.

3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - TSB

3.2.1 OBJETIVO

Establecer los procedimientos empleados para los servicios de tratamiento superficial bicapa, en la plataforma del tramo Cañete-Yauyos del km 57+000 al km 57+300.

3.2.2 ALCANCE

Ejecución de capas de tratamiento superficial en la plataforma del tramo Cañete-Yauyos del km 57+000 al km 57+300.

3.2.3 REFERENCIAS NORMATIVAS

- Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Capítulo 4 – Pavimento Asfáltico – Secciones 400, 405 y 424.
- Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Generalidades.

3.2.4 DEFINICIONES

- **MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

3.2.5 REALIZACIÓN DEL SERVICIO

Consiste en la ejecución de dos capas de tratamiento asfáltico con un riego final de emulsión diluida sobre las bermas, en conformidad con esta especificación. El tratamiento superficial asfáltico bicapa comprende la aplicación inicial de un revestimiento de imprimación cuando sea sobre base y riego de liga cuando sea sobre el pavimento existente, seguido de dos o mas aplicaciones de liga y dos o mas aplicaciones de agregado pétreo, interpuestos entre si. El riego final consiste en una última aplicación de emulsión asfáltica diluida 50% en agua, sobre el tratamiento superficial bicapa. La tasa será definida en la dosificación del tratamiento superficial.

3.2.6 MATERIALES

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

Agregados Pétreos

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad en la Tabla 1. Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, que se ajustará a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 2. El tipo de material y su respectiva gradación corresponderá a la establecida en los

estudios y el mosaico a ser definido en laboratorio será con la piedra chancada a ser utilizada en los servicios.

Tabla 1
Requisitos de Agregados Pétreos

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

Tabla 2
Rangos de Gradación para Tratamientos Superficiales

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

Material Bituminoso

El material bituminoso a ser aplicado podrá ser emulsión catiónica de rotura rápida del tipo CRS-2 según las características establecidas en la Tabla 3:

Tabla 3
Especificaciones para Emulsiones Catiónicas (ASTM D-2397)

TIPO DE EMULSIONES	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS - 1		CRS - 2		CMS-2		CMS - 2h		CSS - 1		CSS - 1h	
1. ENSAYO SOBRE EMULSIONES	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Viscosidad												
• Saybolt Furol a 25 C Seg	20	100							20	100	20	100
• Saybolt Furol a 50 C Seg			100	400	50	450	50	450				
Estabilidad de Almacenamiento												
• Sedimentación a los 7 días %		1		1		1		1		1		1
Destilación												
• Contenido de Asfalto Residual %	60		65		65		65		57		57	0
• Contenido de Disolventes %		3		3		12		12				
Tamizado												
• Retenido T 20 (850 mm)		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Rotura												
• Dioctilsulfosuccinato sódico %	40		40									
• Mezcla con cemento %												2
Carga Partícula	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Recubrimiento del agregado y resistencia de desplazamiento												
• Con agregado seco					Buena							
• Con agregado seco y acción del					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo y acción del					Satisfactoria							
DESTILACION												
Penetración (25°C, 100 gr, 5 seg) 0.1 mm.		250										
	100		100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad (25°C, 5 cm/m) cm	40		40		40		40		40		40	
Tricloroetileno %	97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5	

El material bituminoso de acuerdo a la aplicación y al tipo de tratamiento establecido será distribuido dentro de los rangos de temperatura determinados en la carta viscosidad - temperatura.

Aditivos mejoradores de adherencia

En caso de que los requisitos de adhesividad indicados no sean satisfechos, se incorporará un producto mejorador de adherencia de calidad reconocida, en una proporción adecuada. Este aditivo debe cumplir con los requisitos establecidos en el manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Capítulo 4 – Pavimento Asfáltico – Sección 424.

3.2.7 EQUIPO

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de calidad establecidas en la presente especificación. Para la ejecución del tratamiento superficial se requieren, básicamente, equipos para la explotación de agregados, una planta de trituración y clasificación de agregados, equipo para la limpieza de la superficie, distribuidor del material bituminoso, esparcidor de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.

Equipo para la elaboración y clasificación de agregados triturados

La planta de trituración estará provista de una trituradora adecuada para alcanzar la granulometría exigida para los agregados, una clasificadora y, de ser necesario, un equipo de lavado.

Equipo para la aplicación del ligante bituminoso

El carro tanque imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un tacómetro o velocímetro calibrado, visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El carro tanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al carro tanque y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carro tanque con boquilla de expansión que permita un riego uniforme.

Equipo para la extensión del agregado pétreo

Se emplearán distribuidoras de agregados autopropulsadas o extendedoras mecánicas acopladas a volquetes, que garanticen un esparcido uniforme del agregado.

Equipo de compactación

Se emplearán rodillos neumáticos de un peso superior a cinco toneladas (5 t). Sólo podrán emplearse rodillos metálicos lisos si su acción no produce fractura de los agregados pétreos.

3.2.8 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCION

Explotación y producción de agregados

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

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía. Al abandonar las canteras temporales, el Concesionario remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas.

Preparación de la superficie existente

La construcción del tratamiento no se iniciará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar, tenga la compactación y densidad adecuada, si el terreno base es sobre revestimiento existente que éste halla sido corregido de sus problemas de bacheo, hundimiento y parches.

En el momento de aplicar el ligante bituminoso, la superficie deberá estar seca y libre de cualquier sustancia que resulte objetable.

Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos en la plataforma, se deberá ejecutar un tramo de prueba para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitud definidos previamente, el método definitivo de

preparación, transporte, colocación y compactación del tratamiento, de manera que se cumplan los requisitos aplicables.

El **Supervisor** tomará muestras del tratamiento, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

En caso de que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el **Contratista** deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas en los equipos y sistemas o, si llega a ser necesario, en la fórmula de trabajo. El tramo de prueba podrá ser ejecutado dentro o fuera de la vía, a criterio del **Contratista**. Se definirán en esta fase los tiempos de rotura y curado, con el fin de que se puedan tomar las previsiones necesarias en el control del tránsito público.

Se debe dar la protección adecuada para evitar que se manche y dañe la infraestructura adyacente a la vía. Se debe proteger veredas, cursos de agua, jardines, áreas verdes naturales, zonas arqueológicas, etc.

En las áreas que han sido tratadas, no se debe permitir el paso de vehículos, para lo cual se instalarán las señalizaciones y desvíos correspondientes. En las probables zonas críticas indicadas en el proyecto se debe dar una protección adecuada contra los factores climáticos, geodinámicos, etc., a fin de que no se retrasen las obras.

Aplicación del ligante bituminoso (primera capa)

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

La dosificación elegida del ligante se aplicará de manera uniforme a una temperatura que este dentro de los rangos indicados en la **Tabla 4** evitando duplicaciones de dotación en las juntas transversales de trabajo, para lo cual se colocarán fajas de papel grueso tipo Kraft, bajo los difusores, en aquellas zonas donde comience o se interrumpa la aplicación.

Tabla 4
Rangos de Temperatura de Aplicación (°C)

Tipo y Grado del Asfalto	Rangos de Temperatura
	En Esparcido o Riego
Emulsiones Asfálticas	
CRS-1	50-85
CRS-2	60-85
CMS-2	40-70
CMS-2h; CSS-1; CSS-1h	20-70

Al comienzo de cada jornada de trabajo se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución deberán limpiarse al final de la jornada.

Por ningún motivo se permitirá la ejecución del tratamiento cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a diez grados Celsius (10°C) o el clima este lluvioso.

Durante la aplicación deberán protegerse los elementos tales como sardineles, vallas, cabezales de alcantarillas o árboles. En trabajos de prueba o de limpieza de los equipos, no se permitirá descargar el material bituminoso en zanjas o zonas próximas a la carretera.

No se permitirá ningún tipo de tránsito sobre el ligante aplicado.

Extensión y compactación del agregado pétreo (primera capa)

La extensión del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad indicada y confirmada en el tramo de prueba e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir. Las operaciones de compactación se realizarán con el rodillo neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la compactación se iniciará por el borde exterior avanzado hacia el centro. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior. La compactación continuará

hasta obtener una superficie lisa y estable. En ningún caso se aceptará menos de tres pasadas completas del rodillo.

Aplicación del ligante bituminoso (segunda capa)

El segundo y tercero riego del ligante bituminoso será aplicado en la cantidad y temperaturas indicadas en el proyecto. Se aplicará preferentemente dentro de las 24 horas siguientes a la construcción de la primera capa.

Extensión y compactación del agregado pétreo (segunda capa)

La extensión se realizará en la cantidad indicada en el Proyecto, de la misma forma que la indicada para la primera capa, inmediatamente después de la aplicación del segundo riego de ligante bituminoso. En la segunda capa, se puede utilizar un rodillo liso cilíndrico metálico, para mejorar la apariencia de la capa final y su transitabilidad.

Aplicación del ligante bituminoso (Riego Final)

El ligante bituminoso del riego final será aplicado en la cantidad y temperaturas indicadas en el proyecto, pudiendo ser la emulsión recortada en agua, de acuerdo al diseño. Se aplicará preferente mente dentro de las 24 horas siguientes a la construcción de la segunda capa.

Dosificación del Tratamiento Superficial

Las cantidades aproximadas de materiales a utilizar se dan en la **Tabla 5**, las que deben ser ajustadas para las condiciones locales, de acuerdo a la secuencia de operaciones.

Tabla 5
Cantidades aproximadas de materiales para Tratamiento Superficial
Multicapa - (Usando Emulsión Asfáltica)

Secuencia de Operaciones (1)	Tipo de Tratamiento	
	TME2	TME 4
<u>Primera Capa</u> Aplicar material asfáltico (L/m ²) Distribución Agregados: (kg/m ²) Gradación C Gradación B Gradación A	1,0 – 1,5 15 – 17	1,3 – 1,5 25 - 27
<u>Segunda Capa</u> Aplicar material asfáltico (L/m ²) Distribución Agregados: (kg/m ²) Gradación D Gradación C	0,8 – 1,2 03 - 05	1,5 – 1,7 09 - 11
<u>Riego Final</u> Aplicar emulsión asfáltica diluída en 50 % de agua (L/m ²)	0,4 – 0,6	0,4 – 0,6

(1) Gradación del Agregado Pétreo según **Tabla 2**.

(2) Las masas del agregado corresponden a un peso específico de 2.65 determinados según AASHTO-T84 y AASHTO-T85. Se deben efectuar correcciones proporcionales para agregados que tengan pesos específicos mayores de 2.75 o menores de 2.55.

(3) Después de la última distribución de agregado, aplicar una capa final de gradación D en las áreas en que no haya sido absorbido el material asfáltico y compactar.

El proyecto deberá indicar el tipo de tratamiento, agregado y de material bituminoso.

Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

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

Apertura al tránsito

Siempre que sea posible, deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 Km/h). Durante los 45 minutos iniciales después de concluida la compactación, la velocidad no debe ser mayor de quince kilómetros por hora (15 Km/h).

Reparaciones

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

3.2.9 ACEPTACION DE LOS TRABAJOS

Controles

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

- Verificar los documentos que comprueben que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el apartado 3.2.6
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados,

así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos.

Verificar los resultados de los ensayos para comprobar las dosificaciones de agregados y ligante, así como la granulometría de aquellos.

- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados durante el período de ejecución de las obras.
- Verificar los resultados de pruebas para comprobar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Verificar y aprobar los servicios ejecutados.

El **Contratista** cubrirá las áreas en las que el Supervisor efectúe verificaciones de la dosificación de los tratamientos superficiales.

El **Contratista** estado ó no presenta la supervisión, deberá realizar los respectivos ensayos y verificaciones requeridos en la presente especificación, y deberá presentar posteriormente todos los resultados obtenidos a la Supervisión.

Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Calidad del Material Bituminoso

- Por cada camión termo tanque con emulsión asfáltica para el riego, se deberá entregar al Supervisor certificado de calidad del producto, así como la garantía de que éste cumple rigurosamente las condiciones especificadas en la **Tabla 3**, según el material que se esté utilizando. Si la emulsión es producida en obra, el Concesionario emitirá el respectivo Certificado de Calidad.
- El Concesionario 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. Se guardará una muestra para ensayos posteriores de contraste, cuando se manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, el **Contratista** tomará tres (3) muestras semanales y de cada fracción de ellas se determinará:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- La adherencia, ensayo MTC E 519.
- Partículas Chatas y Alargadas MTC E 221

Cuyos resultados deberán cumplir las exigencias indicadas en el apartado 3.2.6 Durante la etapa de producción, es obligación del Contratista examinará las descargas a los acopios y ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración o partículas muy aplanadas o alargadas, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

En la Tabla 7 se indica los ensayos y frecuencias requeridas.

Tabla 7
Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	250m ³	Pista Dist. Agregado
	Tasa de aplicación	.	250m ³	Pista Dist. Agregado
	Partículas fracturadas	MTC E 210	250m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	250m ³	Cantera
	Abrasión	MTC E 207	1000 m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio	MTC E 209	1000 m ³	Cantera
	Adhesividad		1000 m ³	Cantera

3.2.9 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

El tratamiento superficial bicapa terminado deberá presentar una superficie uniforme y el ancho de la plataforma no deberá ser inferior a 6.00 ml.

Además, el **Contratista** efectuará los siguientes controles:

Tasa de aplicación

En sitios ubicados de forma aleatoria, se efectuarán en cada una de las capas de tratamiento y diariamente, como mínimo, tres (3) determinaciones de las tasas de aplicación de ligante y agregados pétreos. Las tasas medias de aplicación de ligante (TML) y de agregados (TMA) por jornada, no podrán variar en más de diez por ciento (10%) de las tasas previstas en el diseño y comprobadas en el tramo de prueba (TPL y TPA).

$$0,9 \text{ TPL} \leq \text{TML} \leq 1,1 \text{ TPL}$$

$$0,9 \text{ TPA} \leq \text{TMA} \leq 1,1 \text{ TPA}$$

Medición

El servicio 03.02.00 Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) se encuentra incluido dentro de la partida general 03.00.00 Pavimentos. Se medirá en la respectiva partida de tratamiento superficial bicapa, por metro cuadrado (m²) ejecutado conforme la presente especificación y dimensiones detalladas en los planos.

3.3 COSTOS Y PRESUPUESTOS

Para el presente informe de suficiencia, los costos se han estimado de acuerdo a los planos y hojas de metrados del proyecto. Se ha procedido a restaurar los datos de topografía inicial con el software Autocad Land, y calculado los metrados de acuerdo a las nuevas secciones de la alternativa propuesta.

En el Anexo B, se presentan los planos en planta, sección típica, secciones transversales y los respectivos análisis de precios para las partidas que intervienen en el presupuesto del tramo.

A continuación se presentan el cuadro resumen del presupuesto.

PRESUPUESTO

OBRA : CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL Km 57+000 al Km 57+300

ZONA 22 : CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL Km 57+000 al Km 57+300

TRAMO : Km 57+000 al Km 57+300

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	PRECIO (U\$)	PARCIAL (U\$)
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.00	Movilización y Desmovilización de Equipos	Gib	1.00	800.00	800.00
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.00	Excavación para explanaciones	m3	988.40	2.41	2,382.04
02.02.00	Conformacion de subsante	m2	1,822.50	0.44	801.90
02.03.00	Conformacion de terraplen	m3	184.50	14.99	2,765.66
03.00.00	PAVIMENTOS				
03.01.00	Imprimacion Asfáltica	m2	1,822.50	1.02	1,858.95
03.02.00	Tratamiento Superficial Bicapa	m2	1,822.50	2.92	5,321.70
COSTO DIRECTO					13,930.25
Gastos Generales (30.00 % C.D.)					596.21
Utilidades (15.00 % C.D.)					2,089.54
Sub Total					16,616.00
I.G.V. (19.00 % ST)					3,157.04
Total Presupuesto					19,773.04

3.4 PLANEAMIENTO



CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista del diseño del pavimento solo tienen interés los vehículos pesados (buses, camiones, tractores con remolque-semi tráiler), el resto de vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles, camionetas etc.) provocan un efecto mínimo sobre el pavimento, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.
- Para la estimación de la tasa de crecimiento de los vehículos comerciales y como no se cuenta con datos de series históricas de tránsito, se sugiere asumir la tasa de crecimiento del tránsito con base en los parámetros macroeconómicos como crecimiento del producto bruto interno (4.3%) para el caso de vehículos pesados y para vehículos livianos la tasa promedio ponderado del crecimiento poblacional (0.8%).
- En el presente informe, para el diseño del pavimento se han seguido los siguientes pasos principales propuestas por la Road Research Laboratory (RRL) y del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) en la ROAD Note 31 de 1966:
 - Estimar el tránsito acumulado durante el lapso elegido (10 años) como periodo de diseño,
 - Evaluar la resistencia de los suelos de subrasante (realización de prospecciones a nivel de plataforma),
 - Escoger la combinación mas económica de materiales y espesores que se espera proporcione un servicio satisfactorio al pavimento que se construya.
- La confiabilidad ($R=90\%$) pretende incorporar algún grado de certidumbre al procedimiento de diseño, para asegurar que las diferentes alternativas de este se mantengan para el periodo de análisis. El factor de confiabilidad de diseño tiene en cuenta variaciones al azar tanto en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento y por lo tanto proporciona un nivel predeterminado de confianza (R) en que los tramos del pavimento sobrevivirán al período para el cual fue diseñado.

- Dado que la base para la caracterización de los materiales de subrasante en la metodología AASTHO, es el modulo resiliente o elástico. En vista de que este módulo se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición, en el presente informe se detallan las correlaciones para determinar a partir de otros ensayos como el CBR de laboratorio.

$$MR = 1,500 \times CBR$$

$$\text{si } CBR < 7.2 \%$$

$$MR = 3,000 \times CBR^{0.65} (*)$$

$$\text{si } 7.2 < CBR < 20 \%$$

- Es necesario verificar que la estructura del pavimento existente pueda soportar las cargas esperadas de tráfico, antes de aplicar el tratamiento superficial bicapa.

(*) Ecuación de correlación presentada en la publicación N° FHWA-PL-98-029 de 1998

RECOMENDACIONES

- Es esencial una clara comprensión de las ventajas y limitaciones de los tratamientos superficiales para obtener los mejores resultados. No está demás recalcar en la necesidad de una superficie fuerte por debajo de un tratamiento superficial. Si la superficie es débil, el tratamiento superficial bicapa tiene pocas oportunidades de realizar su función, en tal sentido antes de la colocación del tratamiento se realizaran las labores de conformación correspondiente.
- Asegurar que todos los materiales cumplan con las especificaciones de obra.
- Aplicar correctas técnicas de construcción.
- Se hace necesario elaborar un plan de mantenimiento y conservación del pavimento de la vía, detallando un conjunto de actividades que tienen por objeto mantener sus características de serviciabilidad de tal manera que el transporte de personas y mercancías resulte en todo momento seguro y económico.

BIBLIOGRAFIA

- Palacios Leon, Floriano; Estudios de Preinversión a Nivel de Perfil para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuana -Yauyos-Chupaca; Lima, Abril 2004.
- Estudio de Factibilidad del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuana-Dv Yauyos-Chupaca PROVIAS NACIONAL-MTC; INFORME FINAL VOL II-FACTIBILIDAD TECNICA-ECONOMICA, Agosto 2005.
- Manual Básico de Emulsiones Asfálticas; THE ASPHALT INSTITUTE, Primera Edición en Español, 1993.
- McLeod, Norman W.;" Seal Coat and Surface Treatment Desing and Construction Using Asphalt Emulsión," trabajo presentado en la primera reunión anual de la Asociación de Productores de Emulsiones Asfálticas, Washington Enero 1974.
- Diseño del Pavimento y Ensanchamiento de las Bermas de la Ingeniería de Detalle de la Concesionaria IIRSA NORTE; Lima, Julio 2006.
- Vizcardo Otazo, Samuel; Estudio de Rehabilitación y Mejoramiento del Camino Rural Puente Llamaquizu – Chacos – Repartición Carapacho; Lima, 2008.
- Juárez Badillo, Eulalio; Mecánica de Suelos Tomo I y II; Editorial Limusa, México.
- Plan General del Proyecto de la Asociación BCEOM-OIST-ED4; Noviembre de 1999-2001.
- Estudio de Trafico y de Cargas del Proyecto de Asociación BCEOM-OIST-ED4; Noviembre de 1999-2001.
- Estudio Geotécnico, de Suelos, Canteras y Fuentes de Agua de Asociación BCEOM-OIST-ED4; Noviembre de 1999-2001.

ANEXO A
RESUMEN DE RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

1.- Resumen Ensayos en la Plataforma

Clasificación de Suelos

Descripción	Unidades	Datos
Clasificación de Suelo S.U.C.S		SM
Clasificación de Suelo AASHTO		A-2-4
Nombre de Grupo		Arena Limosa

Limites de Attenberg

Descripción	Unidades	Datos
Limite Liquido (LL)	%	19
Limite Plástico (LP)	%	NP
Índice Plástico (IP)	%	NP

Contenido de Humedad y Densidad de Suelo

Descripción	Unidades	Datos
Contenido de Humedad	%	11.2
Densidad de suelo seco prom.	g/cm ³	1.73

Proctor Modificado

Descripción	Unidades	Datos
Densidad Máxima	gr/cm ³	2.025
Humedad Óptima	%	7.5

Relación de Soporte de California (C.B.R.)

Descripción	Unidades	Datos
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	%	34.1
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	%	18.2

2.- Resumen Ensayos - Cantera de Agregados

Cantera de Agregados	Cantera de Cerro
----------------------	------------------

Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles

Descripción	Unidades	Datos	Datos
Desgaste	%	32	22

Determinación de Caras Fracturadas

Descripción	Unidades	Datos	Datos
Con una cara fracturada	%	37	80
Con dos caras fracturada	%	22	76

Terrones de arcilla y partículas friables en agregados

Descripción	Unidades	Datos	Datos
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	%	0.4	0.8

Materia Orgánica

Descripción	Unidades	Datos	Datos
Materia Orgánica	%	0	0

Proctor Modificado

Descripción	Unidades	Datos	Datos
Densidad Máxima	gr/cm ³	2.254	2.013
Humedad Óptima	%	6.4	5.7

Relación de Soporte de California (C.B.R.)

Descripción	Unidades	Datos	Datos
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	%	119.3	69.4
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	%	87.2	29.9

Análisis Químico en Suelo - Agua

Descripción	Unidades	Datos	Datos
Material Grueso			
SST	mg/kg	138	479
Cloruros	mg/kg	30	385
Sulfatos	mg/kg	19	64
Material Fino			
SST	mg/kg	189	
Cloruros	mg/kg	52	
Sulfatos	mg/kg	32	

3.- Resumen Ensayos - Cantera de Cerro

Clasificación de Suelos

Descripción	Unidades	Datos
Clasificación de Suelo S.U.C.S		GW
Clasificación de Suelo AASHTO		A-1-a
Nombre de Grupo		Grava bien gradada con Arena

Límites de Attenberg

Descripción	Unidades	Datos
Límite Líquido (LL)	%	-
Límite Plástico (LP)	%	NP
Índice Plástico (IP)	%	-

Material que pasa la malla N° 200

Descripción	Unidades	Datos
Material mas fino que pasa la malla N° 200 (Fino)	%	4.5
Material mas fino que pasa la malla N° 200 (Gruoso)	%	0.9

Equivalente de Arena

Descripción	Unidades	Datos
Equivalente de Arena	%	34

Gravedad específica y absorción de agregado fino

Descripción	Unidades	Datos
Peso Específico aparente (Pea)		2.68
Porcentaje de absorción (Ab)	%	0.3

Gravedad específica y absorción de agregado grueso

Descripción	Unidades	Datos
Peso Específico aparente (Pea)		2.49
Porcentaje de absorción (Ab)	%	0.94

Peso Unitario de los Agregados

Descripción	Unidades	Datos
Peso Unitario de los Agregados Gruoso	kg/m ³	5.29

Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles

Descripción	Unidades	Datos
Desgaste	%	22

Determinación de Caras Fracturadas

Descripción	Unidades	Datos
Con una cara fracturada	%	80
Con dos caras fracturada	%	76

Terrones de arcilla y partículas friables en agregados

Descripción	Unidades	Datos
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	%	0.8

Materia Orgánica

Descripción	Unidades	Datos
Materia Orgánica	%	0

Proctor Modificado

Descripción	Unidades	Datos
Densidad Máxima	gr/cm ³	2.013
Humedad Óptima	%	5.7

Relación de Soporte de California (C.B.R.)

Descripción	Unidades	Datos
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	%	69.4
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	%	29.9

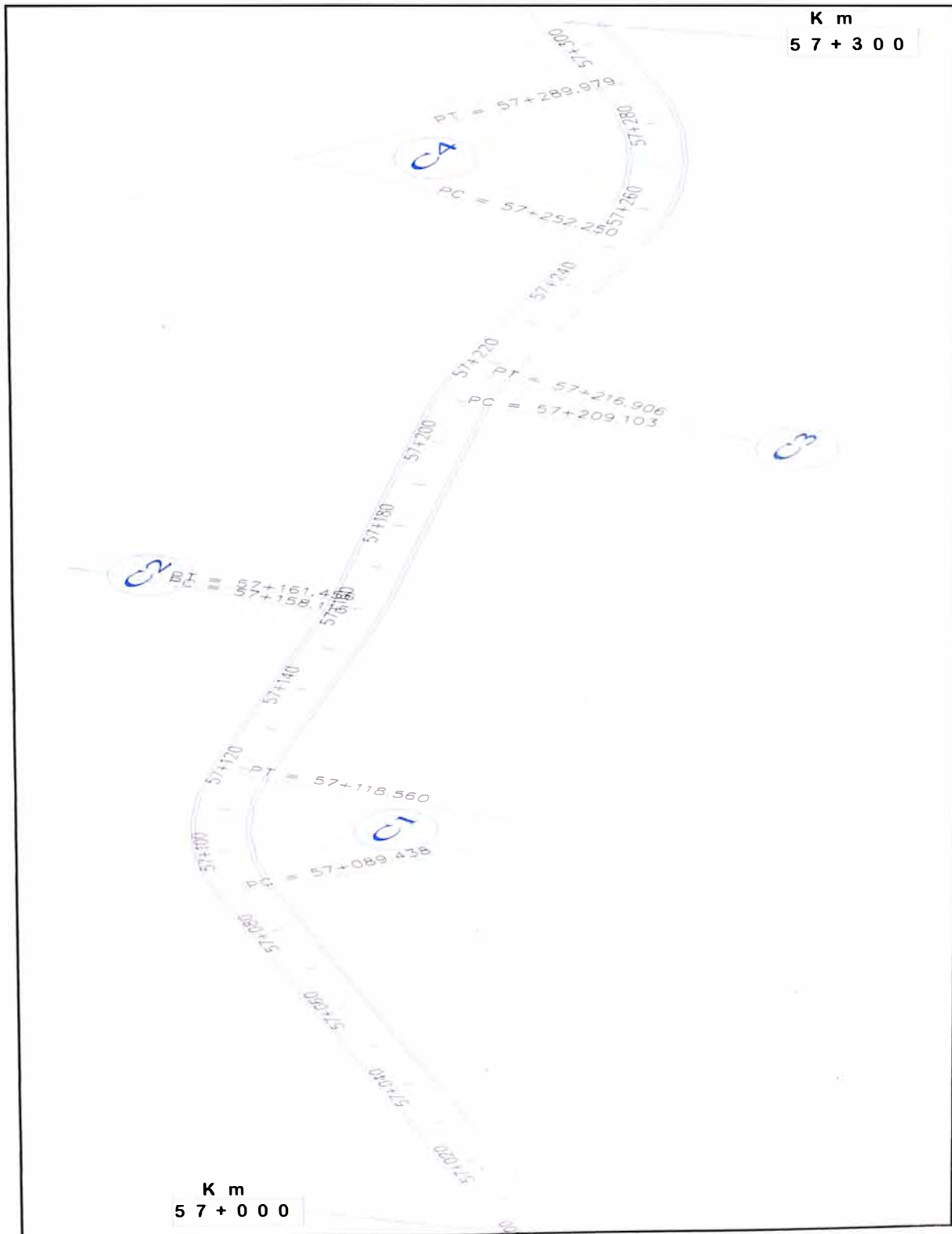
Análisis Químico en Suelo - Agua

Descripción	Unidades	Datos
Material Gruoso		
SST	mg/kg	479
Cloruros	mg/kg	385
Sulfatos	mg/kg	64

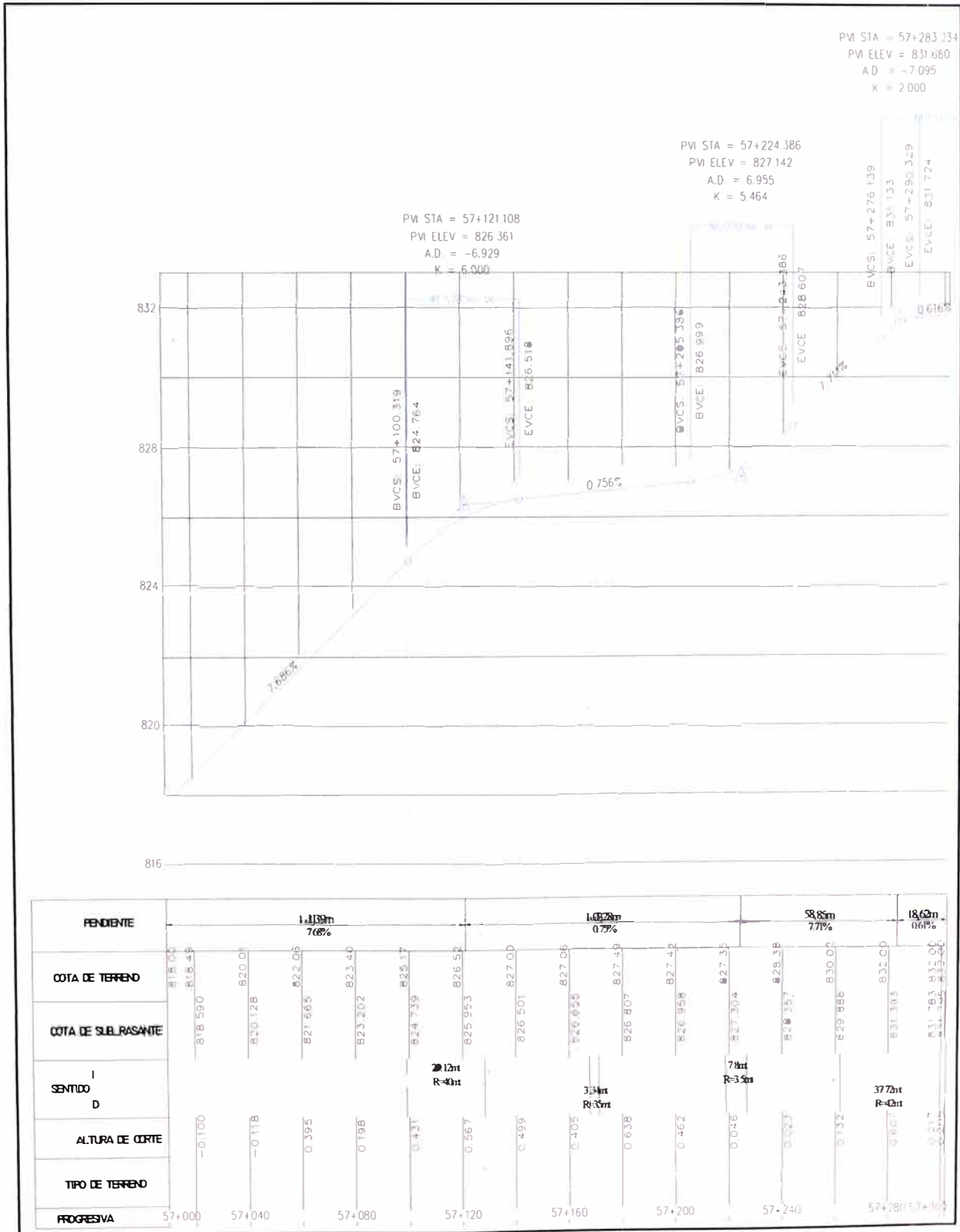
ANEXO B

PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES

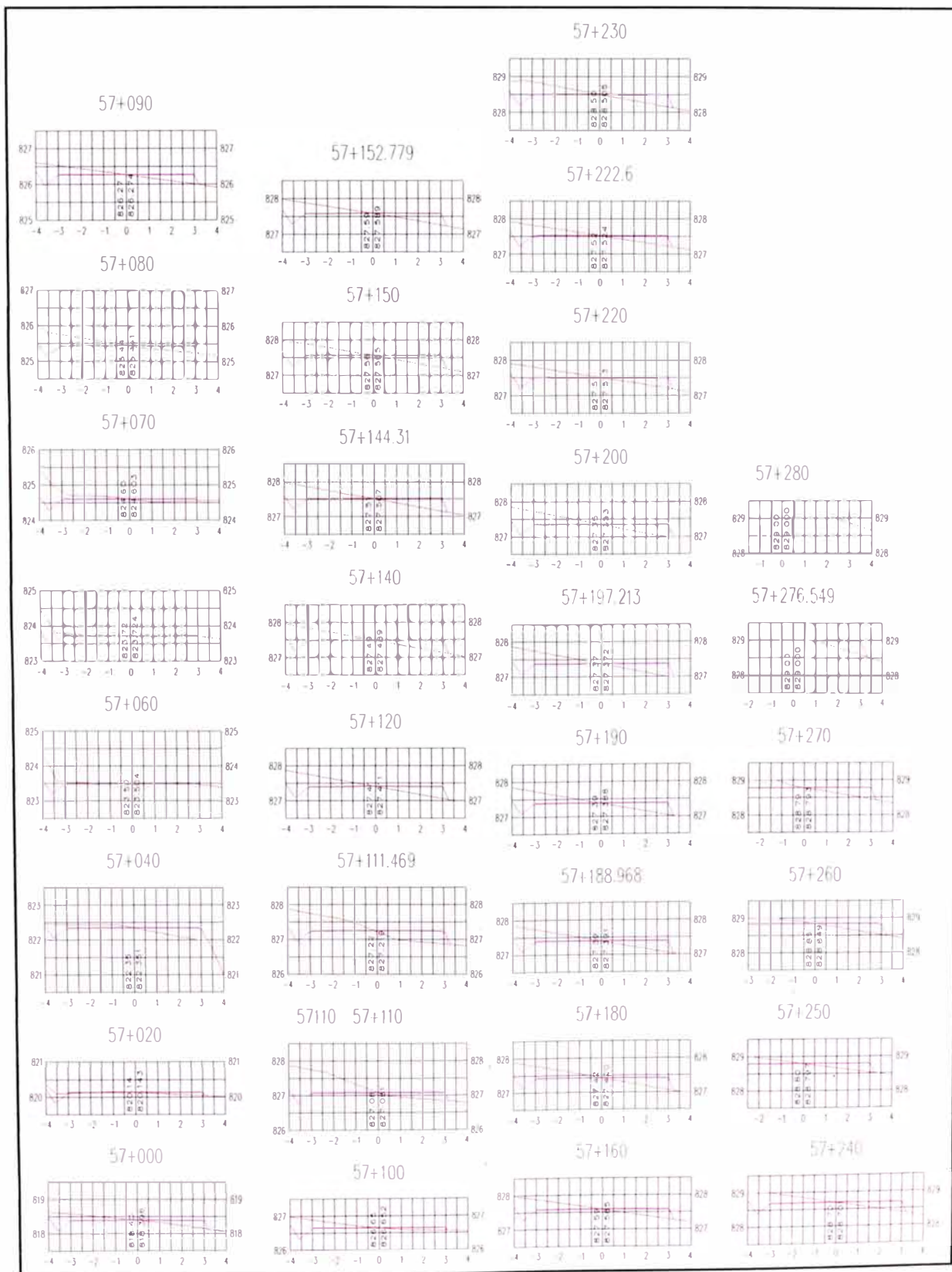
PLANTA GENERAL: km 57+000 al km 57+300



PERFIL: km 57+000 al km 57+300



SECCIONES TRANSVERSALES: km 57+000 al km 57+300



CALCULO DE VOLUMENES: km 57+000 al km 57+300

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	Square Meters		Cubic Meters		Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
57+020	0.000	0.541				
57+040	0.000	0.510	0.000	10.505	0.000	0.00
57+060	3.239	0.00	32.390	21.074	32.390	0.00
57+080	2.786	0.000	60.250	15.979	92.639	0.00
57+090	5.130	0.000	39.579	0.000	132.219	0.00
57+100	5.284	0.000	52.745	0.000	184.963	0.00
57+110	6.291	0.000	58.892	0.000	243.855	0.00
57+120	6.039	0.000	62.516	0.000	306.371	0.00
57+140	4.263	0.000	105.3	0.000	409.390	0.00
57+160	0.000	0.000	42.628	0.000	452.018	0.00
57+180	7.330	0.000	73.303	0.000	525.322	0.00
57+200	5.616	0.000	129.462	0.000	654.783	0.00
57+210	5.272	0.002	54.440	0.010	709.223	0.00
57+220	2.030	0.018	39.135	2.544	748.358	0.00
57+240	0.346	0.00	23.767	19.823	772.125	0.00
57+260	1.118	0.00	14.644	67.100	786.769	0.00
57+270	0.815	0.00	9.501	76.969	796.270	0.00
57+280	1.112	0.00	9.554	0.00	805.823	1.065
57+300	0.000	0.000	11.125	0.00	988.400	1.065
57+305.466	0.000	0.000	0.000	0.000	988.400	1.065
			0.000	0.000	988.400	1.065

TOTAL (m3): 988.4 m3

ANEXO B
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Presupuesto

Presupuesto **0403051** **CARRETERA CAÑETE - YAUYOS**
 Subpresupuesto **001** **ZONA 22 TRAMO Km. 57+000 AL Km. 57+300**
 Cliente **SAKE**
 Lugar **LIMA - YAUYOS - YAUYOS**

Costo al **01/11/2008**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio US\$	Parcial US\$
01	OBRAS PRELIMINARES				800.00
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb	1.00	800.00	800.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRA				5,949.60
02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES	m3	988.40	2.41	2,382.04
02.02	CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	1,822.50	0.44	801.90
02.03	CONFORMACION DE TERRAPLEN	m3	184.50	14.99	2,765.66
03	PAVIMENTOS				7,180.65
03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1,822.50	1.02	1,858.95
03.02	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	m2	1,822.50	2.92	5,321.70
	COSTO DIRECTO				13,930.25
	GASTOS GENERALES (30%)				4,179.08
	UTILIDAD (15%)				2,089.54
	TOTAL PRESUPUESTO ANTES DEL IGV				20,198.87
	I.G.V. (19%)				3,837.79
	MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO INCLUIDO EL IGV				24,036.66

SON : VEINTICUATRO MIL TRENTISEIS Y 66/100 DOLARES AMERICANOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403051 CARRETERA CAÑETE - YAUYOS
 Subpresupuesto 001 ZONA 22 TRAMO Km. 57+000 AL Km. 57+300 Fecha presupuesto 01/11/2008
 Partida 01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION

					Costo unitario directo por : glb	800.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
Mano de Obra						
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	%PU	10.0000	800.00	80.00	80.00
Equipos						
0398010149	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	%PU	90.0000	800.00	720.00	720.00

					Costo unitario directo por : m3	2.41
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0035	6.45	0.02
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0348	3.56	0.12
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.2000	0.0035	3.94	0.01
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.15	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0174	129.87	2.26

					Costo unitario directo por : m2	0.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0028	6.45	0.02
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0113	3.56	0.04
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.06	
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0028	45.02	0.13
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	1.0000	0.0028	29.00	0.08
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0028	59.97	0.17

					Costo unitario directo por : m3	14.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0076	6.45	0.05
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0457	3.56	0.16
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.21	0.01
0348120001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 1,500 gl	hm	0.5000	0.0038	38.26	0.15
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	1.0000	0.0076	29.00	0.22
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	0.5000	0.0038	114.78	0.44
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0076	59.97	0.46
Subpartidas						
909701044348	MATERIAL DE RELLENO	m3		1.2000	11.25	13.50

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0403051**
Subpresupuesto **001**

CARRETERA CAÑETE - YAUYOS
ZONA 22 TRAMO Km. 57+000 AL Km. 57+300

Fecha presupuesto **01/11/2008**

Partida	(909701020177-0403051-01) EXTRACCION Y APILAMIENTO (REND 80%)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.460.00	EQ.460.00	Costo unitario directo por : m3			2.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	0.2000	0.0035	3.94	0.01	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0035	6.45	0.02	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0696	3.56	0.25	
							0.28
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.28	0.01	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0174	129.87	2.26	
							2.27

Partida	(909701020178-0403051-01) CARGUIO (REND 80%)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.780.00	EQ.780.00	Costo unitario directo por : m3			0.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	0.2000	0.0021	3.94	0.01	
							0.01
		Equipos					
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0103	63.93	0.66	
							0.66

Partida	(909701020179-0403051-01) CARGUIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.710.00	EQ.710.00	Costo unitario directo por : m3			0.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0056	3.94	0.02	
							0.02
		Equipos					
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0113	73.38	0.83	
							0.83

Partida	(90970102052A-0403051-01) TRANSPORTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.185.00	EQ.185.00	Costo unitario directo por : m3			3.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US\$	Parcial US\$	
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0432	3.94	0.17	
							0.17
		Equipos					
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	1.0000	0.0432	69.65	3.01	
							3.01

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0403051** **CARRETERA CAÑETE - YAUYOS**
 Subpresupuesto **001** **ZONA 22 TRAMO Km. 57+000 AL Km. 57+300**

Fecha presupuesto **01/11/2008**

Partida	(909701021515-0403051-01) CHANCADO (REND 80%)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.170.00	EQ.170.00	Costo unitario directo por : m3			10.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0471	4.42	0.21	
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0471	6.45	0.30	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1882	3.56	0.67	
		1.18					
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.18	0.06	
0349080012	ZARANDA MECANICA	hm	1.0000	0.0471	16.58	0.78	
0349150014	GRUPO ELECTROGENO 89 HP 50 KW	hm	1.0000	0.0471	29.90	1.41	
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0471	63.93	3.01	
0349080004	CHANCADORA PRIMARIA MANDIBULA 5 FAJAS 75 HP 46-70 ton/h	hm	1.0000	0.0471	78.73	3.71	
		8.97					

Partida	(909701021617-0403051-01) ZARANDEO (REND 80%)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.200.00	EQ.200.00	Costo unitario directo por : m3			3.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	4.42	0.18	
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0400	6.45	0.26	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1600	3.56	0.57	
		1.00					
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.01	0.05	
0349180002	FAJA TRANSPORTADORA 18" X 5' MOTOR ELECTRICO 3KW 150 ton/h	hm	1.0000	0.0400	5.22	0.21	
0349080012	ZARANDA MECANICA	hm	1.0000	0.0400	16.58	0.66	
0349150014	GRUPO ELECTROGENO 89 HP 50 KW	hm	1.0000	0.0400	29.90	1.20	
		2.12					

Partida	(909701022201-0403051-01) EXTRACCION Y APILAMIENTO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.460.00	EQ.460.00	Costo unitario directo por : m3			3.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	0.2000	0.0035	3.94	0.01	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0035	6.45	0.02	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0696	3.56	0.25	
		0.28					
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.28	0.01	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0174	129.87	2.26	
		2.27					
		Subcontratos					
0401070008	PAGO POR DERECHO DE CANTERA	glb		1.0000	0.89	0.89	
		0.89					

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0403051** **CARRETERA CAÑETE - YAUYOS**
 Subpresupuesto **001** **ZONA 22 TRAMO Km. 57+000 AL Km. 57+300**

Fecha presupuesto **01/11/2008**

Partida	(909701031004-0403051-01) PRIMERA CAPA						
Rendimiento	m2/DIA	MO.10,000.00	EQ.10,000.00	Costo unitario directo por : m2			1.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0004	6.45	0.00	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0008	3.94	0.00	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0048	3.56	0.02	
							0.02
Materiales							
0213000035	EMULSION ASFALTICA CRR-2	gal		0.3000	2.95	0.89	
							0.89
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.02	0.00	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	1.0000	0.0008	29.00	0.02	
0349310003	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl	hm	1.0000	0.0008	38.61	0.03	
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20 ton	hm	1.0000	0.0008	50.56	0.04	
0349050030	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	1.0000	0.0008	60.00	0.05	
							0.14
Subpartidas							
909701031005	AGREGADOS TRATAMIENTO SUPERFICIAL	m3		0.0200	16.55	0.33	
							0.33

Partida	(909701031005-0403051-01) AGREGADOS TRATAMIENTO SUPERFICIAL						
Rendimiento	m3/DIA	MO.0.00	EQ.0.00	Costo unitario directo por : m3			16.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Subpartidas							
909701020178	CARGUIO (REND 80%)	m3		1.0000	0.67	0.67	
909701020177	EXTRACCION Y APILAMIENTO (REND 80%)	m3		1.0000	2.55	2.55	
90970102052A	TRANSPORTE	m3		1.0000	3.18	3.18	
909701021515	CHANCADO (REND 80%)	m3		1.0000	10.15	10.15	
							16.55

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **0403051** **CARRETERA CAÑETE - YAUYOS**
 Subpresupuesto **001** **ZONA 22 TRAMO Km. 57+000 AL Km. 57+300**

Fecha presupuesto **01/11/2008**

Partida	(909701031006-0403051-01) SEGUNDA CAPA						
Rendimiento	m2/DIA	MO.10,000.00	EQ.10,000.00	Costo unitario directo por : m2			1.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0004	6.45	0.00	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0008	3.94	0.00	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0048	3.56	0.02	
							0.02
Materiales							
0213000035	EMULSION ASFALTICA CRR-2	gal		0.4000	2.95	1.18	
							1.18
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.02	0.00	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 tor	hm	1.0000	0.0008	29.00	0.02	
0349310003	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gj	hm	1.0000	0.0008	38.61	0.03	
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20 ton	hm	1.0000	0.0008	50.56	0.04	
0349050030	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	1.0000	0.0008	60.00	0.05	
							0.14
Subpartidas							
909701031005	AGREGADOS TRATAMIENTO SUPERFICIAL	m3		0.0120	16.55	0.20	
							0.20

Partida	(909701043158-0403051-01) CARGUIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.810.00	EQ.810.00	Costo unitario directo por : m3			0.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Mano de Obra							
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.5000	0.0049	3.94	0.02	
							0.02
Equipos							
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0099	63.93	0.63	
							0.63

Partida	(909701044348-0403051-01) MATERIAL DE RELLENO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.0.00	EQ.0.00	Costo unitario directo por : m3			11.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Subpartidas							
909701043158	CARGUIO	m3		1.0000	0.65	0.65	
909701020179	CARGUIO	m3		1.0000	0.85	0.85	
909701021617	ZARANDEO (REND 80%)	m3		1.0000	3.13	3.13	
90970102052A	TRANSPORTE	m3		1.0000	3.18	3.18	
909701022201	EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3		1.0000	3.44	3.44	
							11.25

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403051 CARRETERA CAÑETE - YAUYOS
 Subpresupuesto 001 ZONA 22 TRAMO Km. 57+000 AL Km. 57+300
 Fecha presupuesto 01/11/2008

Partida 03.01 IMPRIMACION ASFALTICA

Rendimiento m2/DIA MO. 5,700.0000 EQ. 5,700.0000 Costo unitario directo por : m2 1.02

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0014	6.45	0.01
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0014	3.94	0.01
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0084	3.56	0.03
0.05						
Materiales						
0213000030	ASFALTO DILUIDO MC-30	gal		0.2550	3.00	0.77
0253000005	PETROLEO DIESEL 6 (Bunquer)	gal		0.0450	1.94	0.09
0.86						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.05	
0349030073	TRACTOR DE TIRO DE 63 HP	hm	1.0000	0.0014	21.97	0.03
0349050032	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	hm	1.0000	0.0014	13.75	0.02
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal	hm	1.0000	0.0014	44.51	0.06
0.11						

Partida 03.02 TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 2.92

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Subpartidas						
909701031004	PRIMERA CAPA	m2		1.0000	1.38	1.38
909701031006	SEGUNDA CAPA	m2		1.0000	1.54	1.54
2.92						