

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE-YAUYOS DEL KM 69+000 AL KM 74+000
SUPERFICIE DE RODADURA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CÉSAR ALFONSO RAMOS SALAZAR

Lima- Perú

2009

ÍNDICE DEL INFORME DE SUFICIENCIA

RESUMEN.....	04
LISTA DE CUADROS.....	06
LISTA DE FIGURAS	07
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS.....	08
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I: RESUMEN DEL INFORME DEL PERFIL.....	11
1.1. ASPECTOS GENERALES.....	11
1.1.1. <i>Ubicación.....</i>	<i>11</i>
1.1.2. <i>Participación de las entidades involucradas y de los beneficiarios.....</i>	<i>11</i>
1.1.3. <i>Marco de referencia.....</i>	<i>12</i>
1.2. IDENTIFICACIÓN.....	12
1.2.1. <i>Diagnóstico de la Situación Actual.....</i>	<i>12</i>
1.2.2. <i>Descripción del Problema y sus Causas.....</i>	<i>17</i>
1.2.3. <i>Objetivo del Proyecto.....</i>	<i>18</i>
1.2.4. <i>Alternativas de Solución.....</i>	<i>20</i>
1.3. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN.....	21
1.3.1. <i>Horizonte del Proyecto (7 años).....</i>	<i>21</i>
1.3.2. <i>Análisis de la Demanda.....</i>	<i>21</i>
1.3.3. <i>Demanda Actual.....</i>	<i>22</i>
1.3.4. <i>Demanda Proyectada con Tráfico Normal.....</i>	<i>22</i>
1.3.5. <i>Demanda Proyectada con Tráfico Generado.....</i>	<i>23</i>
1.3.6. <i>Análisis de la Oferta.....</i>	<i>24</i>
1.3.7. <i>Balance Oferta – Demanda.....</i>	<i>25</i>
1.3.8. <i>Costos.....</i>	<i>25</i>
1.3.9. <i>Beneficios.....</i>	<i>26</i>
1.3.10. <i>Evaluación Social.....</i>	<i>27</i>
1.3.11. <i>Análisis de Sensibilidad.....</i>	<i>28</i>
1.3.12. <i>Sostenibilidad.....</i>	<i>28</i>

1.3.13. Impacto Ambiental.....	28
1.3.14. Selección de la Alternativa más conveniente.....	28
1.3.15. Matriz de Marco Lógico.....	29
1.4. CONCLUSIONES.....	30
CAPÍTULO II: APLICACIÓN DE SLURRY SEAL.....	31
2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	31
2.1.1. Definición de Slurry Seal.....	31
2.1.2. Aplicaciones y tipos de Slurry Seal.....	31
2.1.3. Ventajas.....	32
2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y NORMAS EMPLEADAS.....	32
2.2.1. Agregados.....	32
2.2.2. Emulsión Asfáltica.....	33
2.2.3. Agua.....	34
2.2.4. Diseño de Mezcla.....	34
2.3. DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	37
2.3.1. Selección del tipo de Slurry Seal.....	37
2.3.2. Diseño Estructural del Pavimento.....	38
2.4. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	41
2.5. CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO.....	43
2.5.1. Procedimientos Generales.....	43
2.5.2. Evaluación de la Gestión de Conservación de la Vía.....	44
2.5.3. Cálculo de los Niveles de Servicio.....	47
2.6. PLAN DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIÓDICO.....	50
2.6.1. Lineamientos para la elaboración de los planes de mantenimiento.....	50
2.6.2. Plan de Mantenimiento Rutinario.....	51
2.6.3. Plan de Mantenimiento Periódico.....	52

CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO.....	53
3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	53
3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	53
3.3. PLANILLA DE METRADOS.....	61
3.4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	62
3.5. VALOR REFERENCIAL DETALLADO POR PARTIDAS.....	64
3.6. PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN.....	65
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS	
• Anexo 1 Panel fotográfico	
• Anexo 2 Ubicación de canteras	

RESUMEN

El 27 de Diciembre del 2007 el MTC suscribió contrato con el Consorcio Gestión de Carreteras (CGC) correspondiente a la concesión de la Carretera “CAÑETE - LUNAHUANÁ - PACARÁN - DV. YAUYOS - RONCHAS – CHUPACA”. Los trabajos incluyen el “Cambio de Estándar” de afirmado a “Solución Básica” protegida con recubrimiento bituminoso y la Conservación de la Vía por Niveles de Servicio por un periodo de 5 años, pero sin modificaciones en el trazo.

Actualmente el CGC viene realizando el mantenimiento con diferentes alternativas de conservación como por ejemplo el Slurry Seal y el Tratamiento Superficial Monocapa (TSM). En el área de estudio asignado que va del Km 69+000 al Km 74+000 se ha encontrado una aplicación de Slurry Seal, colocada en setiembre del 2009 y que a la fecha, ya presenta ciertas imperfecciones, muchas de ellas ocurridas durante la etapa de construcción y debido a un incremento no previsto del Índice Medio Diario (IMD), pero en líneas generales se puede considerar que el estado de la superficie de rodadura es aceptable.

Para la elaboración del Perfil del presente trabajo, correspondiente al Cambio de Estándar, se asumió que el estado actual de la vía es una superficie afirmada en estado regular y se plantearon alternativas para un cambio de estándar a un tratamiento superficial de tipo Slurry Seal o Bicapa (TSB), de donde se obtuvo que la alternativa más rentable es el Slurry Seal, para un periodo de concesión de 7 años con un VAN de S/. 74,835 y TIR 18.59%.

En función a la alternativa obtenida en el Informe del Perfil, se desarrolló la investigación correspondiente al Slurry Seal, mediante la cual se obtuvo que el tratamiento óptimo sería el *Slurry Seal Tipo II con emulsión CSS-1h*.

Adicionalmente se realizó el diseño de la estructura del pavimento mediante la metodología y los coeficientes proporcionados por el *Manual para el Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito* del MTC, obteniendo un pavimento de 20cm de base granular y 5cm de base estabilizada con emulsión, para un periodo de diseño de 7 años y un IMD proyectado de 277. El valor del IMD fue

obtenido extrapolando los datos de campo tomados en la visita del 05/09/09 durante 5 horas, respecto al IMD calculado en el *Estudio de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cañete-Huancayo* realizado por el MTC en el 2005.

Teniendo en consideración que el tratamiento de Slurry Seal es utilizado ampliamente a nivel mundial como una técnica de conservación de carpetas asfálticas, se han adaptado las consideraciones, procedimientos y programas de mantenimiento para emplear el Slurry Seal directamente sobre la capa base del pavimento.

Para un periodo de 7 años de concesión se resume el plan de Mantenimiento rutinario y periódico como el siguiente:

- Plan de mantenimiento rutinario: Bacheo permanente y sellado de fisuras una vez cada año.
- Plan de mantenimiento periódico: aplicar nuevas capas de Slurry Seal al final del 3° y 6° año.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.01	Estabilización de Suelos.....	16
Cuadro 1.02	Recubrimiento Superficial Bituminoso.....	16
Cuadro 1.03	Árbol Causa-Efecto.....	18
Cuadro 1.04	Árbol de Medios y Fines.....	19
Cuadro 1.05	Alternativas de Solución.....	20
Cuadro 1.06	Crecimiento Anual de Ingreso Per Cápita.....	21
Cuadro 1.07	Crecimiento del PBI.....	22
Cuadro 1.08	Tráfico Actual.....	22
Cuadro 1.09	Tráfico Normal Proyectado - tramo: 69+000 al 74+000.....	23
Cuadro 1.10	Tráfico Generado – tramo: 69+000 al 74+000.....	24
Cuadro 1.11	Costos de Inversión y Mantenimiento.....	26
Cuadro 1.12	Costos de Operación Vehicular	26
Cuadro 1.13	Población a Nivel Distrital.....	27
Cuadro 1.14	Matriz de Marco Lógico.....	29
Cuadro 2.01	Granulometrías establecidas por la ISSA A-105.....	33
Cuadro 2.02	Usos de emulsiones en Slurry Seal y Micro-pavimentos.....	33
Cuadro 2.03	Cantidades utilizadas de los componentes en las mezclas Slurry Seal.....	37
Cuadro 2.04	Selección del tipo de Slurry Seal.....	38
Cuadro 2.05	Cálculo del Número Total de Ejes Equivalentes.....	38
Cuadro 2.06	Diseño del Pavimento.....	40
Cuadro 2.07	Niveles de Servicio para Calzada (tratamiento superficial Slurry Seal).....	43
Cuadro 2.08	Formato de Notificación de Incumplimiento.....	44
Cuadro 2.09	Medición de Niveles de Servicio.....	47
Cuadro 2.10	Formato de Medición de Nivel de Servicio de un Tramo.....	49
Cuadro 2.11	Formato de Medición del Nivel de Servicio Global de un Tramo.....	49
Cuadro 3.01	Especificaciones Técnicas para emulsiones en Slurry Seal.....	55
Cuadro 3.02	Granulometría para mezclas Slurry Seal.....	55

LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1.01	Ubicación del Proyecto.....	11
Gráfico 1.02	Ubicación de los poblados a lo largo del tramo en estudio.....	13
Gráfico 1.03	Ubicación del Tramo en estudio	14
Gráfico 1.04	Imagen Satelital del tramo de carretera en estudio.....	14
Gráfico 2.01	Prueba de Cohesión.....	34
Gráfico 2.02	Prueba de Abrasión (WTAT).....	35
Gráfico 2.03	Muestras del Ensayo de Abrasión.....	35
Gráfico 2.04	Prueba de la Rueda Cargada (LWT).....	36
Gráfico 2.05	Muestras del Ensayo de la Rueda Cargada.....	36
Gráfico 2.06	Contenido Óptimo de Emulsión.....	37
Gráfico 2.07	Cálculo del Número Estructural SN.....	39
Gráfico 2.08	Diagrama Típico de una mezcladora para Slurry Seal.....	42
Gráfico 2.09	Aplicación del Slurry Seal.....	42
Gráfico 2.10	Métodos de Medición de Rugosidad.....	45
Gráfico 2.11	Ejemplo de Medición del IRI.....	46
Gráfico 2.12	Medición de Deflectometría con Viga Benkelmann.....	46

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
AEMA	Asphalt Institute Emulsion Manufacturers Association.
ai	coeficiente estructural de la capa i.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
BVT	Bajo Volumen de Tránsito.
CBR	California Bearing Ratio.
CGC	Consortio Gestión de Carreteras.
COV	Costos de operación vehicular.
CRV5	Consortio Red Vial 5.
CSS-1h	Cationic Slow Setting - 1 hard (emulsión de rotura lenta).
Di	Espesor de la capa i.
EE	Ejes equivalentes.
ENVI	Entorno para Visualización de Imágenes.
HD-10	Camión imprimador.
HDM-4	The Highway Development and Management (Programa de gestión de carreteras).
IMD	Índice Medio Diario.
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
IRI	Índice de Rugosidad Internacional.
ISSA	International Slurry Surfacing Association.
LWT	Laded Weel Test (Prueba de Rueda Cargada).
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas.
mi	Coeficiente que refleja el drenaje de la capa i.
Mr	Módulo Resilente.
MS N° 19	Manual Series N° 19 (Manual 19 de la AEMA).
MTC	Ministerios de Transportes y Comunicaciones.
OPP	Oficina General de Presupuesto y Planificación del MTC.
PBI	Producto Bruto Interno.
PSF	Índice de Serviciabilidad Final.
PSI	Índice de Serviciabilidad Inicial.
SN	Número Estructural.
SNIP	Sistema Nacional de Inversiones Públicas.

So	Desviación estándar.
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
TSB	Tratamiento Superficial Bicapa.
TSM	Tratamiento Superficial Monocapa.
VAN	Valor Actual Neto.
VPN	Valor Presente Neto.
W18	Número total de Ejes Equivalentes para un periodo de diseño.
WTAT	Wet Track Abrasion Test (Prueba de Abrasión Bajo Agua).
Zr	Confiabilidad en el diseño del pavimento.

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia ha sido elaborado de acuerdo a lo requerido en el Curso de Titulación Profesional 2009 por la modalidad de Actualización de Conocimientos. En una primera etapa del curso, se realizó un trabajo grupal denominado Informe del Perfil, el cual consistió en la elaboración de alternativas para realizar el cambio de estándar de afirmado a solución básica de la Carretera Cañete-Yauyos para un tramo de estudio de 5 Km, de las cuales se seleccionó la alternativa más rentable, lo cual se encuentra resumido en el Capítulo I del presente informe.

En función a la alternativa obtenida en el Informe del Perfil (Capítulo I), se ha desarrollado el trabajo de investigación en el Capítulo II, objetivo principal de este informe, referente a los trabajos necesarios para el cambio de estándar, sólo considerando la superficie de rodadura y su posterior conservación por niveles de servicio y monitoreo de serviciabilidad de la carretera en el tramo en estudio, en el cual se estima el plan de mantenimiento rutinario y periódico propuesto para dicha superficie.

En el Capítulo III y de forma muy breve, se describirán los puntos que formarían parte de un Expediente Técnico de acuerdo a lo considerado en el Capítulo II. Un análisis global considerando las obras complementarias será elaborado por el Bachiller Aldo Calero, responsable de Costos y Presupuestos del Grupo de Trabajo número 3.

CAPÍTULO I: RESUMEN DEL INFORME DEL PERFIL

1.1 ASPECTOS GENERALES

1.1.1 Ubicación

El presente estudio corresponde al proyecto vial que comprende los poblados del Río Cañete, desde Lunahuaná hasta Chupaca de 240.70 Km., que se localiza entre las provincias de Cañete-Yauyos, Concepción y Chupaca, de los distritos de Lima y Junín respectivamente. El tramo se encuentra entre los 200 y 3950 msnm y forma parte del Sistema Nacional de Carreteras correspondiente a la ruta 22 entre Cañete y Huancayo.

Gráfico 1.01. Ubicación del proyecto



Fuente: www.regionlima.gob.pe Oficina de Acondicionamiento Territorial, Mapa N° 04, 2007.

1.1.2 Participación de las entidades involucradas y de los beneficiarios

Las entidades principales involucradas son: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a través de Provias Nacional, autoridades de los Gobiernos Regionales de Lima y Junín, así como las autoridades de los Gobiernos Locales y Distritales de las provincias de Cañete, Yauyos, Concepción y Chupaca.

Los beneficiarios principales serían los pobladores de las localidades de Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, Calachota, Magdalena, Yauyos, Alis, Tomas, Tinco de Yauricocha, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa, Roncha, Huarisca, Chupaca y zonas aledañas, así como los usuarios de la vía, tales como transportistas, Sociedad Minera Corona, Minera Yauricocha, Minera San Valentín, El Platanal, Comerciantes y turistas.

1.1.3 Marco de referencia

Mediante el Contrato: N° 288-2007-MTC/20, del 27 de Diciembre del 2007 celebrado con el PROVIAS NACIONAL, el Consorcio Gestión de Carreteras asume la responsabilidad de efectuar el servicio de Conservación del Corredor Vial Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca (281,73 km) y el Mejoramiento del Tramo Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas a nivel de solución básica.

Es así que para el siguiente estudio se está tomando como base la siguiente información:

- Estudio de Pre-inversión a nivel de factibilidad por el Ing. Consultor Floriano Palacios León.
- Estudio de Ingeniería e Impacto ambiental para la Ampliación, Construcción y conservación de la Carretera Lunahuaná-Huancayo, elaborado por el consultor AYESA-ALPHA-CONSULT
- Estudios Técnicos para el cambio de Estándar a solución básica de la carretera: Cañete-Lunahuaná-Pacarán—DV.Yauyos-Ronchas-Chupaca. Tramo: Zúñiga-Dv. Yauyos-Ronchas elaborado por el Consorcio Gestión de Carreteras.

1.2 IDENTIFICACIÓN

1.2.1 Diagnóstico de la situación actual

El 27 de Diciembre del 2007 el MTC suscribió contrato con el Consorcio Gestión de Carreteras (Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A., Corporación Mayo S.A.C., Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal S.R.L.), para la conservación del Corredor Vial CAÑETE - LUNAHUANA – PACARAN - CHUPACA Y ZUÑIGA– DV. YAUYOS – RONCHAS (281 Km.).

La intervención en esta vía contempla la contratación de servicios de conservación vial por niveles de servicio, los trabajos consistirán en el mantenimiento periódico, mantenimiento rutinario, cambio de estándar de afirmado a solución básica protegida con recubrimiento bituminoso y atención de emergencias, cuyos costos de servicios de conservación es de S/. 131'589,139.71 (ciento treinta y un millones quinientos ochenta y nueve mil ciento treinta y nueve con 71/100 Nuevos Soles) por 05 años.

A continuación se muestra la información recopilada tanto geológica como fotográfica del tramo en estudio:

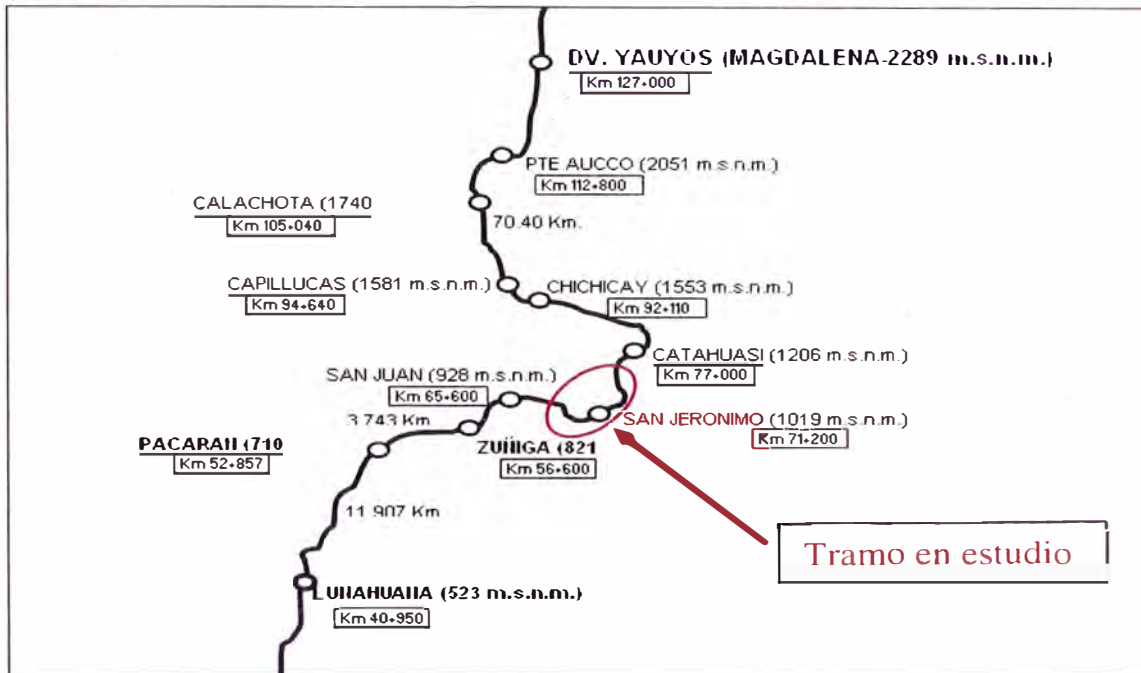
Gráfico 1.02. Ubicación de los poblados a lo largo del tramo en estudio.



Fuente: www.regionlima.gob.pe Oficina de Acondicionamiento Territorial, Mapa N° 13, 2007.

En el gráfico 1.03 se muestra de manera ampliada la ubicación del tramo en estudio.

Gráfico 1.03 Ubicación del Tramo en estudio



Fuente: ICGSA. Presentación del Ing. Rozas: Servicio de Conservación Vial Carretera Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Zuñiga-Dv. Yauyos-Chupaca y Rehabilitación del tramo Zuñiga-Dv. Yauyos-Ronchas.

En el gráfico 1.04 se demarca el tramo de la carretera en estudio empleando el programa Google Earth.

Gráfico 1.04 Imagen satelital del tramo de carretera en estudio



Fuente: Google Earth 2009.

Se están considerando los siguientes documentos de referencia:

- Estudios Técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica carretera: Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Dv. Yauyos - Ronchas – Chupaca tramo: Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas (CGC, Junio 2008).

Desde el Km 63+650 al Km 88+600 es el sector de carretera donde, en su gran mayoría el material de la plataforma vial clasifica en el sistema SUCS como SC-SM y en el sistema AASHTO es variable entre A-1-b(0) y A-2-4(0). Los agregados gruesos de este material arenoso son de forma sub-angular, mientras que la matriz tiene plasticidad comprendida entre escasa a moderada (como máximo I.P. = 6%).

En la subrasante se han encontrado bolonerías, sin embargo a partir del km 67+700, se encuentra aproximadamente a partir de los 0,40 m (en promedio) mayor concentración de ellos, entre 40% y 50% y en tamaños variables entre 4” a 8”.

Desde el Km 63+650 al Km 66+600, la plataforma vial también se encuentra rodeada por áreas de cultivo. A partir del Km 66+600 el panorama es desértico y transcurre a media ladera por la quebrada, observándose en los taludes sectores con material aluvional, terrazas de depósitos fluviales y cortes en rocas macizas. Como parte de los estudios existentes referidos al cambio de estándar del tramo en mención, se están considerando los siguientes:

- En el Estudio de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad Proyecto Mejoramiento de la Carretera Cañete-Huancayo, Ruta 22, Tramo Lunahuaná-Dv. Yauyos-Chupaca (MTC, Agosto 2005) se concluyó: “la mejor alternativa es la rehabilitación y mejoramiento a nivel de tratamiento superficial bicapa en los tramos I Lunahuaná-Pacarán, II Pacarán –Zúñiga y V Dv. Ronchas-Chupaca, la combinación de estas alternativas resultan con VPN=796000 dólares y una TIR de 14.15%. **Los tramos III y IV (61+900 al 269+630) desde Zúñiga a Dv. Ronchas pasando por el Dv. Yauyos no resultan rentables para ninguna alternativa debido a su bajo tránsito”**

- En los Estudios Técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica carretera: Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Dv. Yauyos - Ronchas – Chupaca tramo: Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas (CGC, Junio 2008), se evaluaron 4 alternativas de cambio de estándar. En el siguiente cuadro se presenta un resumen de las ventajas y desventajas que se han presentado en los trabajos efectuados de estabilización y de la capa de recubrimiento bituminoso.

Cuadro 1.01 Estabilización de suelos

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS		
ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Road Chem	Aumenta la capacidad de soporte del suelo	La adherencia es mínima con un recubrimiento superficial bituminoso Presenta fisuras en corto plazo Es recomendable para suelos con alto porcentaje de finos
Emulsión Asfáltica	Aumenta la capacidad de soporte del suelo La adherencia es buena con un recubrimiento superficial bituminoso Disminuye la permeabilidad del suelo estabilizado Es recomendable para suelos con plasticidad baja	Presenta fisuras en corto plazo La emulsión asfáltica es un material propenso a romper durante su almacenamiento

Fuente: Estudios Técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica carretera: Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Dv. Yauyos - Ronchas – Chupaca tramo: Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas (CGC, Junio 2008).

Cuadro 1.02 Recubrimiento superficial bituminoso

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO		
ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Slurry Seal	El acabado es más uniforme	Refleja inmediatamente las fisuras que provengan de la capa inferior Las dimensiones del equipo que se utiliza para la aplicación del slurry seal, dificultan su maniobrabilidad La interrupción del tránsito después de su colocación, debe durar entre 4 y 5 horas La emulsión asfáltica es un material propenso a romper durante su almacenamiento Debido a la irregularidad en los anchos de vía, se presentaría la necesidad de ejecutar algunas partes manualmente, lo que resultaría en acabados diferentes El procedimiento constructivo requiere de espacios o playas a lo largo de la vía para el almacenamiento de los agregados, lo que no se da en muchos tramos de la vía
Monocapa con Emulsión	No reflejará las posibles fisuras que se produzcan en la capa inferior	Se presentan problemas de rotura prematura de la emulsión durante la aplicación La interrupción del tránsito después de su colocación, debe durar entre 4 y 5 horas. La emulsión asfáltica es un material propenso a romper durante su almacenamiento
Monocapa con RC-250	La apertura del tránsito después de su colocación es inmediata No reflejará las posibles fisuras que se produzcan en la capa inferior El empleo de equipos convencionales, garantizan la culminación oportuna de los trabajos La experiencia que se tiene trabajando con este material, influirá en que la calidad de los trabajos sea la óptima	Tiene restricciones medioambientales en su uso

Fuente: Estudios Técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica carretera: Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Dv. Yauyos - Ronchas – Chupaca tramo: Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas (CGC, Junio 2008).

- En dichos estudios se concluyó lo siguiente *“la mejor performance se obtendría con un tratamiento monocapa, ya que el empleo de materiales con plasticidad de todas maneras va a generar fisuras en el afirmado, lo cual se puede controlar con esta capa de rodadura. En cambio el Slurry Seal, debido a que es una capa cerrada reflejaría inmediatamente la falla, iniciando su proceso de deterioro. Además se tiene también restricciones en la aplicación por las grandes dimensiones de la maquinaria en sectores angostos de la carretera, lo cual la hace inaplicable. En este sentido la aplicación de un monocapa es mucho más versátil y de aplicación más difundida.”*

1.2.2 Descripción del problema y sus causas

A continuación se presenta el árbol causas – efectos para la vía (ver Cuadro 1.03).

Causas Directas:

- Deficiente diseño vial; y
- Rápido deterioro de la vía por condiciones climáticas y geotécnicas.

Causas Indirectas:

- Drenaje deficiente;
- Señalización deficiente e insuficiente;
- Taludes inestables con peligro de deslizamiento; y
- Ancho de calzada reducido y variable de la vía.

Efectos Directos:

- Incremento de Accidentes en la vía;
- Incremento en costos de viaje; y
- Incremento de los tiempos de viaje.

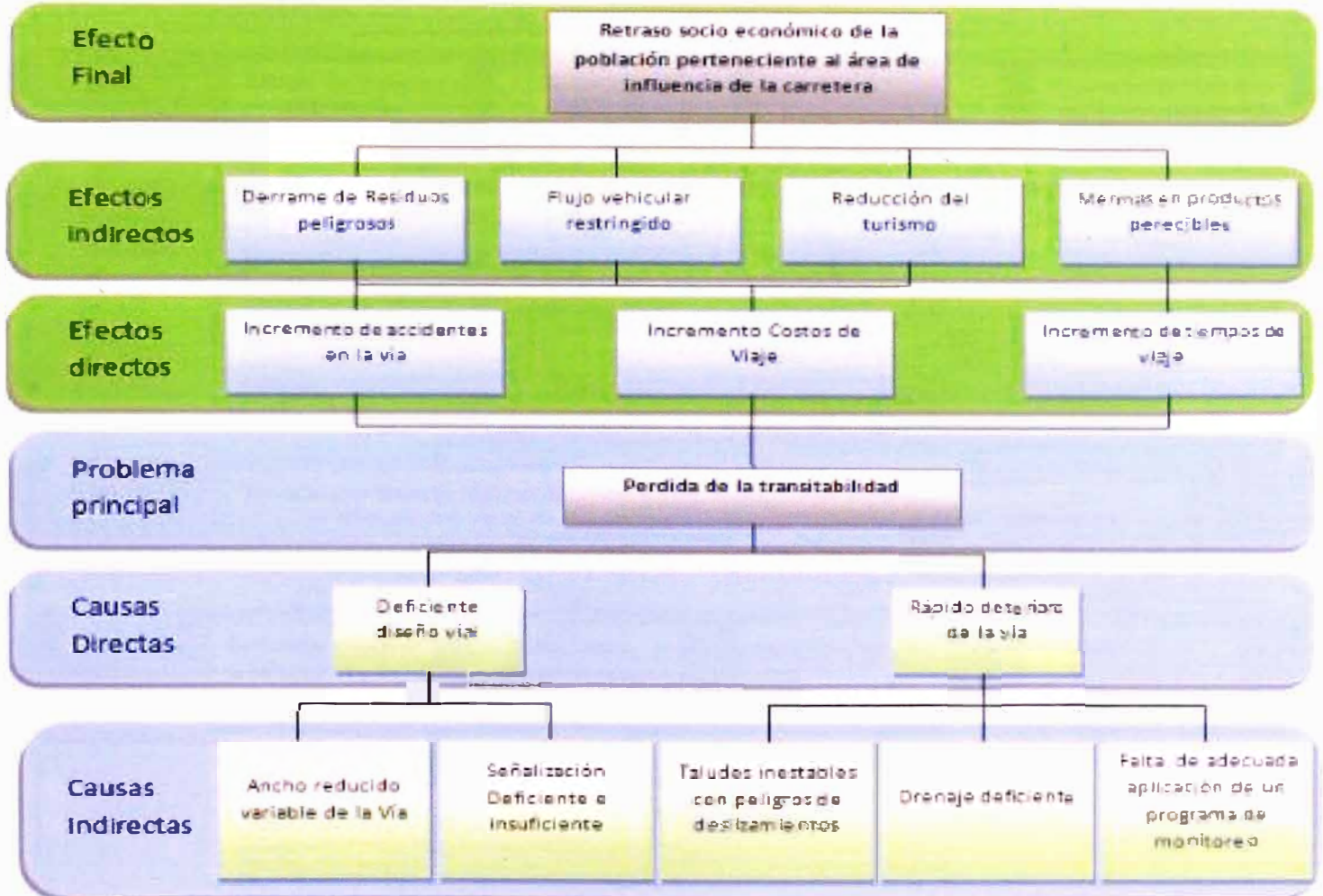
Efectos Indirectos:

- Derrame de residuos peligrosos;
- Flujo vehicular restringido;
- Reducción del turismo; y
- Mermas en productos perecibles.

Efecto Final:

- Retraso socio económico de la población perteneciente al área de influencia de la carretera.

Cuadro 1.03 Árbol Causa-Efecto



1.2.3 Objetivo del proyecto

En el ítem 1.2.2 se ha determinado la problemática principal así como sus causas y efectos; por lo tanto, presentamos el objetivo principal desarrollado en el Árbol de Medios y Fines para obtener el propósito principal del proyecto.

PROBLEMA CENTRAL

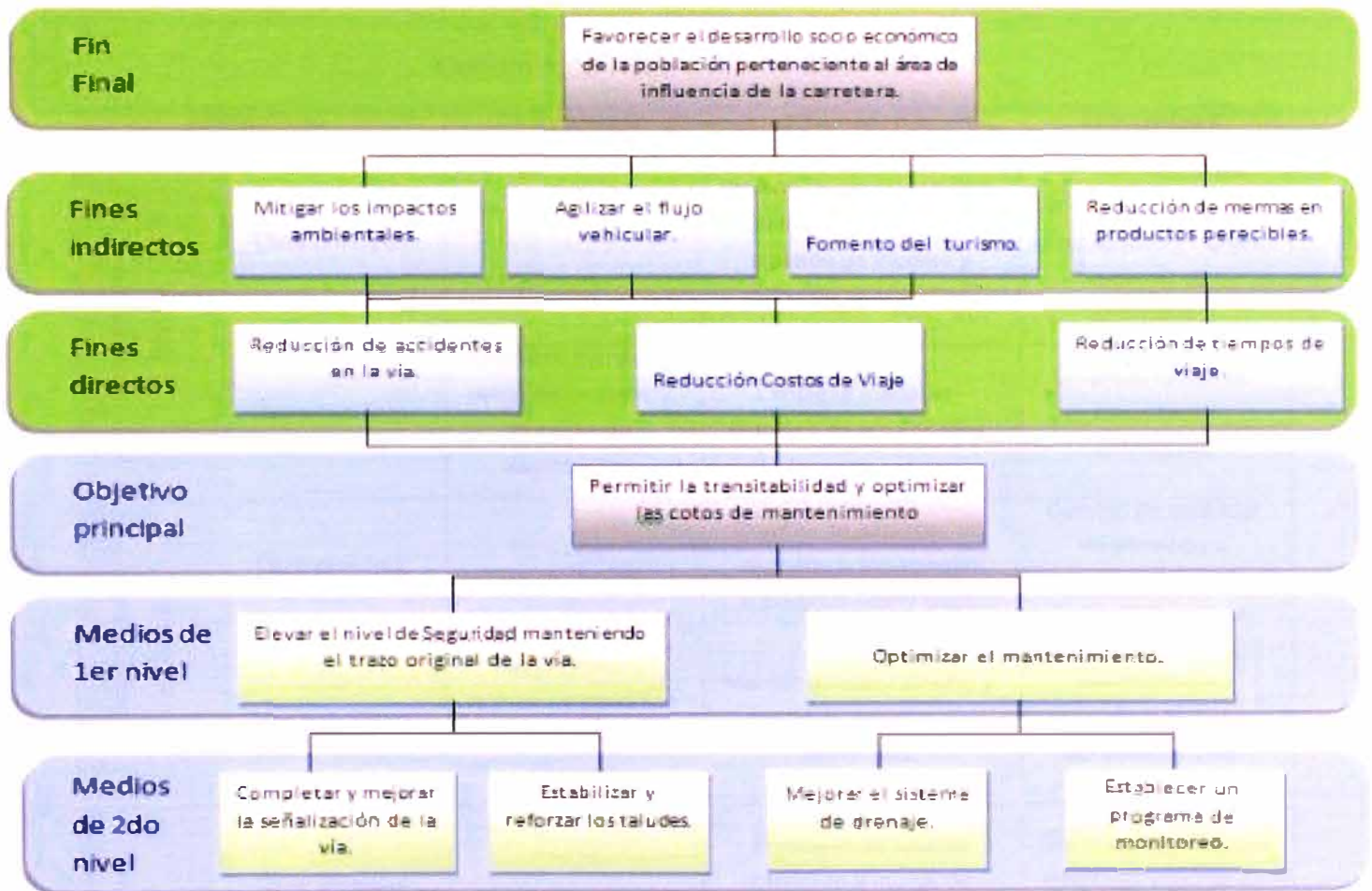
“Pérdida de la transitabilidad de la Carretera Cañete - Yauyos-Huancayo, como vía alterna a la Carretera Central”



OBJETIVO PRINCIPAL

“Permitir la transitabilidad y optimizar los costos de mantenimiento de la Carretera Cañete - Yauyos-Huancayo, como vía alterna a la Carretera Central”

Cuadro 1.04 Árbol Medios y Fines



1.2.4 Alternativas de solución

Para el presente informe se plantean las siguientes alternativas de solución:

Cuadro 1.05 Alternativa de solución

Alternativas		Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2
Obras de Arte y Drenaje	Obra principal:	-	Revestimiento de cunetas con mortero y piedra, y registros de ingreso y salida de alcantarillas	Revestimiento de cunetas con Concreto, y registros de ingreso y salida de alcantarillas
	Mantenimiento:	Limpieza mensual, refine de cunetas y limpieza de alcantarillas	Limpieza mensual, limpieza de alcantarillas	Limpieza mensual, limpieza de alcantarillas
Superficie de rodadura	Obra principal:	-	Cambio de estándar de afirmado a tratamiento superficial Slurry Seal.	Cambio de estándar de afirmado a tratamiento superficial bicapa.
	Mantenimiento:	Mantenimiento rutinario y periódico de la superficie afirmada	Mantenimiento rutinario y periódico del sistema Slurry Seal.	Mantenimiento rutinario y periódico del sistema TSB.
Geotecnia y taludes	Obra principal:	-	Enrocado de taludes inferiores y muros de concreto ciclópeo.	Gavionería en taludes inferiores y muros de concreto ciclópeo.
	Mantenimiento:	Limpieza de derrumbes de taludes superiores.	Desquinche de taludes superiores	Desquinche de taludes superiores
Señalización y Seguridad Vial	Obra principal:	-	Reparación de señales, reparación de postes delineadores	Reposición de señales, reposición de postes delineadores, instalación de guardavías
	Mantenimiento:	Limpieza mensual de señales, limpieza mensual de postes de kilometraje	Limpieza de señales, limpieza de postes de kilometraje	Limpieza de señales, limpieza de postes de kilometraje
Impacto Ambiental	Obra principal:	Medidas de Mitigación Ambiental	Medidas de Mitigación Ambiental	Medidas de Mitigación Ambiental

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

1.3.1 Horizonte del proyecto (7 años).

Para la presente evaluación de los beneficios y costos atribuibles, se está considerando que las alternativas de solución del proyecto tendrán un horizonte de 07 años.

1.3.2 Análisis de la demanda.

Tasas de Proyección de Tráfico

Las tasas de proyección del tráfico fueron determinadas en función de parámetros socioeconómicos, considerando las regiones Lima y Junín, obteniéndose los siguientes resultados:

La tasa de crecimiento para el tráfico liviano (Autos, camionetas, camioneta rural) será similar a la del crecimiento anual de Ingreso per cápita, la cual es de 2.6% (obtenido del promedio de los últimos 7 años para los departamentos de Lima y Junín).

Cuadro 1.06 Crecimiento anual de Ingreso per cápita

OBS	JUNIN	LIMA
2003	2.66 %	2.95 %
2004	2.66 %	2.95 %
2005	2.66 %	2.95 %
2006	2.21 %	2.58 %
2007	2.21 %	2.58 %
2008	2.21 %	2.58 %
2009	2.21 %	2.58 %

Fuente: INEI

La tasa de crecimiento para el tráfico de transporte público (micro, ómnibus) será similar a la del crecimiento anual de población, la cual es de 1.4% (obtenido del promedio de los últimos 7 años para los departamentos de Lima y Junín siendo 1.70% y 1.10% respectivamente. Fuente INEI).

La tasa de crecimiento anual para el tráfico de transporte de Carga (camiones) será similar a la del crecimiento de PBI, la cual es de 4.6 % (obtenido del promedio de los últimos 7 años para los departamentos de Lima y Junín, considerando el escenario optimista).

Cuadro 1.07 Crecimiento del PBI

OBS	JUNIN	LIMA
2003	5.40 %	5.30 %
2004	5.30 %	5.20 %
2005	4.30 %	4.10 %
2006	4.40 %	4.20 %
2007	4.40 %	4.30 %
2008	4.40 %	4.30 %
2009	4.40 %	4.20 %

Fuente: INEI

1.3.3 Demanda Actual

La demanda del proyecto está dada por el flujo vehicular existente en la actualidad, la misma que se muestra a través del cálculo del IMD (Índice Medio Diario). Para el presente estudio, debido a que el conteo de vehículos fue realizado al año 2005, se actualizaron los datos al año 2009 considerando las tasas indicadas en el ítem anterior.

Cuadro 1.08 Tráfico Actual

TRAMO	CLASIFICACIÓN VEHÍCULOS	LIGEROS						PESADOS			TOTAL
		AUTOS	CAMIONETAS	CAMIONETA RURAL	MICRO	OMNIBUS 2E	OMNIBUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E/4E	ARTICULADOS	
ZUNIGA DV. YAUYOS	IMD 2005 (*)	1	7	1	0	13	0	7	5	1	35
ZUNIGA DV. YAUYOS	IMD 2008 (**)	1	20	4	0	8	0	9	11	0	53
ZUNIGA DV. YAUYOS	IMD 2009 (***)	8	46	7	2	86	0	26	36	16	227

(*) Fuente: Estudio de Pre Inversión a nivel de factibilidad Proyecto mejoramiento y rehabilitación de la carretera Cañete- Huancayo. Perú, 2005

(**) Fuente: Estudio de Tráfico del consorcio de Gestión de Carreteras del 2008

(***) Fuente: Datos referenciales obtenidos en la visita de campo, estos datos fueron completados con los porcentajes de tráfico estimados de los estudios anteriores.

1.3.4 Demanda Proyectada con Tráfico Normal

La demanda proyectada es el tráfico existente sin haberse implementado el proyecto, el crecimiento del tráfico vehicular está dado por las tasas indicadas en el ítem 1.3.2.

Cuadro 1.09 Tráfico normal proyectado - tramo: 69+000 al 74+000

CLASIFIC	LIGEROS						PESADOS			TOTAL
VEHÍCULOS	AUTOS	CAMIONETAS	CAMIONETA RURAL	MICRO	OMNIBUS 2E	OMNIBUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E/4E	ARTICULADOS	
Tasa	1.026	1.026	1.026	1.014	1.014	1.014	1.046	1.046	1.046	
2009	8	46	7	2	86	0	26	36	16	227
2010	8	47	7	2	87	0	27	38	17	233
2011	8	48	7	2	88	0	28	39	18	240
2012	9	50	8	2	90	0	30	41	18	247
2013	9	51	8	2	91	0	31	43	19	254
2014	9	52	8	2	92	0	33	45	20	261
2015	9	54	8	2	93	0	34	47	21	269
2016	10	55	8	2	95	0	36	49	22	277

Fuente: Elaboración propia

1.3.5 Demanda Proyectada con Tráfico Generado

En la situación con proyecto, la demanda además del tráfico normal proyectado está dado por el tráfico generado, que es un porcentaje del IMD en situación sin proyecto; el crecimiento del tráfico es el mismo, es decir 2.6% para autos, camionetas, camionetas rurales; y 1.4% para vehículos de transporte como micro y ómnibus; y para camiones 4.6%.

Para este tramo Zúñiga – Dv. Yauyos (tramo en el que se encuentran los 5 Km. de carretera Km 69+000 al Km 74+000) se está considerando como tráfico generado un 20% del IMD actual ya que en esta vía se está planteando un cambio de estructura de pavimento y mejora en las obras de drenaje, enrocado de taludes y reparación referente al tema de señalización.

Cuadro 1.10 Tráfico generado – tramo: 69+000 al 74+000

CLASIFIC	LIGEROS						PESADOS			TOTAL	
	VEHÍCULOS	AUTOS	CAMIONETAS	CAMIONETA RURAL	MICRO	OMNIBUS 2E	OMNIBUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E/4E		ARTICULADOS
Tasa		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
2009		8	46	7	2	86	0	26	36	16	
2010		10	55	8	2	103	0	31	43	19	272
2011		10	57	9	2	105	0	33	45	20	280
2012		10	58	9	2	106	0	34	47	21	288
2013		10	60	9	3	108	0	36	49	22	296
2014		11	61	9	3	109	0	37	52	23	305
2015		11	63	10	3	111	0	39	54	24	314
2016		11	64	10	3	112	0	41	57	25	323

Fuente: Elaboración propia

1.3.6 Análisis de la oferta.

La oferta vial existente se detalla a continuación (información obtenida del inventario vial):

- Se está asumiendo que la carretera se encuentra actualmente a nivel de afirmado en regular estado.
- Existen determinados tramos en donde el talud es vertical, y requiere de muros de gavión y/o enrocado de taludes inferiores, así como desquinche de los taludes superiores.
- Ancho variable de la vía. Se encontraron anchos menores al mínimo de hasta 3m, manteniendo el trazo original a pesar de ser deficiente.
- Inadecuado drenaje transversal, tramos en donde las cunetas requieren de un cierto revestimiento, ya sea con mortero y piedra o con concreto.
- Presencia de filtraciones proveniente de los terrenos de cultivo y falta de un sistema de subdrenaje.
- Sectores críticos donde el ancho de la vía es menor debido a la presencia de taludes inestables (desmoronamiento de taludes), riberas de río erosionadas y topografía accidentada.

- La señalización es insuficiente en determinados tramos de la carretera, y requiere en ciertas zonas la instalación de guardavías para mayor seguridad en el tránsito.

1.3.7 Balance Oferta - Demanda.

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

Geotecnia y taludes	Alternativa 1: Enrocado y concreto ciclópeo en taludes inferiores. Alternativa 2: Gavionería y concreto ciclópeo en taludes inferiores.
Carpeta de Rodadura	Alternativa 1: Tratamiento Slurry Seal Alternativa 2: Tratamiento Superficial Bicapa
Drenaje Transversal	Alternativa 1: Revestimiento de cunetas con mortero y piedra, y registros de ingreso y salida de alcantarillas Alternativa 2: Revestimiento de cunetas con concreto, y registros de ingreso y salida de alcantarillas
Drenaje Longitudinal	Alternativa 1: Revestimiento de cunetas con mortero y piedra Alternativa 2: Revestimiento de cunetas con concreto

1.3.8 Costos.

Para el presente perfil los costos de mantenimiento de carreteras, así como los Costos Operativos Vehiculares se han basado en los costos modulares elaborados por la Oficina General de Presupuesto y Planificación del MTC. Los costos de Inversión se han deducido del análisis de costos unitarios y basándose también en experiencias anteriores en zonas similares. Para el mantenimiento, los costos se han considerado que no varían con el incremento de tráfico; teniendo en cuenta el análisis de costos unitarios y los niveles de tráfico de los tramos de este proyecto.

Para la conversión de precios financieros a precios económicos se han utilizado los factores de 0.75 para los costos de mantenimiento y 0.79 para los de inversión (recomendación del SNIP).

Se plantea que la inversión se ejecuta en el primer año. De esta manera, se muestra los resúmenes de costos económicos de inversión y mantenimiento de las alternativas analizadas.

Cuadro 1.11 Costos de Inversión y Mantenimiento

Alternativas de proyecto	Costo Construcción (N.S. a precios económicos)	Mant. Rutinario	Mant. Periódico	Costo Mantenimiento (N.S./km a precios económicos)
Situación Base – Sin Proyecto	-----	143,059.84	231,289.44	374,349.28
Alternativa 1 – Con Proyecto (Sistema slurry seal)	1,809,181.25	164,483.78	58,912.96	223,396.75
Alternativa 1 – Con Proyecto (Sistema bicapa)	2,577,348.34	159,238.28	92,918.82	252,157.10

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se indica los COV de los usuarios para las mismas alternativas y para la Situación Base.

Cuadro 1.12 Costos de operación vehicular

Tipo de Vehículo	TRAMO DE MONITOREO		
	Sin Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2
	Afirmado	Con Proyecto Sistema Slurry Seal	Con Proyecto Sistema TSB
AUTOS	0.32	0.27	0.26
CAMIONETAS	0.53	0.5	0.48
CAMIONETA RURAL	0.53	0.5	0.48
MICRO	0.71	0.63	0.58
OMNIBUS 2E	1.12	1.06	1.01
OMNIBUS 3E	1.12	1.06	1.01
CAMION 2E	1.55	1.32	1.16
CAMION 3E/4E	1.99	1.77	1.6
ARTICULADOS	2.41	2.21	2.05

Fuente: MTC-OPP. Costos de Operación Vehicular a precios Noviembre 2000

1.3.9 Beneficios.

Los trabajos de mejora en la carretera van a generar beneficios atribuibles al proyecto, como son:

- a) Reducción de costos operativos vehiculares.
- b) Ahorros de tiempos de los usuarios.
- c) Reducción de costos de mantenimiento.

1.3.10 Evaluación Social.

Los pueblos beneficiados por el servicio de mantenimiento y conservación vial concentran una población total estimada de 73205 habitantes (según INEI 2005), tal como puede observarse en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.13 Población a nivel distrital

N°	Localidad	Provincia	Población
1	Nuevo Imperial	Cañete	34778
2	Lunahuaná	Cañete	4383
3	Pacarán	Cañete	1588
4	Zuñiga	Cañete	1194
5	Catahuasi	Yauyos	1310
6	Tomas	Yauyos	596
7	Alis	Yauyos	380
8	Yauyos	Yauyos	1892
9	San José de Quero	Chupaca	6671
10	Chupaca	Chupaca	20421
		TOTAL	73205

Fuente: INEI 2005

Las características de las viviendas en su gran mayoría son de material rústico, es decir, paredes de adobe o tapial techos de calamina o tejas; con la salvedad de que en la localidad de Nuevo Imperial hay predominancia de viviendas construidas con ladrillo y cemento.

La mayoría de las viviendas de los pueblos en el tramo de la carretera en mantenimiento ya cuentan con servicio de agua y algunos con alcantarillado, pero en general el servicio es deficiente. Se observa en todos los pueblos la existencia de servicio de energía eléctrica.

La economía en los pueblos se basa principalmente en la producción agropecuaria a pequeña escala para el autoconsumo.

La mayoría de los productos manufacturados, alimentos procesados y las bebidas embotelladas provienen de Cañete y Huancayo, ciudades donde acuden cuando requieren de algún servicio más especializado.

1.3.11 Análisis de Sensibilidad.

Para el análisis del presente trabajo se realizará un análisis de sensibilidad teniéndose en cuenta la variación de los costos de inversión inicial para la alternativa seleccionada alrededor de 10%.

Para el caso de incrementarse los costos de inversión en un 10 % el VAN se reduce a 23,170 aún de modo positivo, Mientras que para el caso en que los costos disminuyen 10 %, el VAN se Incrementa a 125, 259.

Por lo que se puede apreciar el Valor Actual Neto para una variación del 10% sigue siendo rentable.

1.3.12 Sostenibilidad.

Del análisis realizado líneas arriba, es importante destacar que a un nivel de perfil la rentabilidad del proyecto es positiva y que los costos de inversión se ven justificados con los ahorros producidos. Sin embargo, el estudio de Tráfico y los supuestos planteados inicialmente dependen de tasas de crecimiento constantes a fin de mantener tanto la rentabilidad del proyecto.

El proyecto de monitoreo y mantenimiento para el cambio de estándar propuesto en el presente informe, permite darle la categoría de sostenible, ya que es económicamente rentable desarrollar el proyecto y su respectivo mantenimiento.

1.3.13 Impacto Ambiental.

El objetivo general del Estudio de Impacto Ambiental de la vía en estudio, es el de monitorear, así como identificar, interpretar, predecir y comunicar los probables impactos ambientales que se originan con las actividades a desarrollarse en las diferentes etapas de la ejecución del proyecto.

1.3.14 Selección de la Alternativa más conveniente.

Según los resultados obtenidos, se obtiene un mayor VAN con la alternativa I (\$ 74 214) y una mayor TIR (18%) que suponen elevar el Estándar de la Vía a una con Tratamiento Superficial Slurry Seal, sin embargo no dista mucho de la alternativa II evaluada para el Tratamiento Superficial Bicapa que resulta con un VAN positivo también.

El costo de inversión estimado para esta alternativa asciende a S/. 1809181.25 con un promedio de costo anual por Km de S/. 164483.78 para el mantenimiento rutinario y de S/. 58912.96 para el periódico.

1.3.15 Matriz de Marco Lógico.

Con todo el análisis realizado tanto del problema como de las soluciones alternativas, es posible determinar el marco lógico del proyecto, el cual se presenta a continuación:

Cuadro 1.14 Matriz de Marco Lógico

	OBJETIVOS	INDICADORES	VERIFICACION	SUPUESTOS
FIN: Favorecer el desarrollo económico de la zona	Reducción de costos de viaje	Costos operativos vehiculares	Estudios de campo	
	Reducción de tiempos de viaje	Velocidades promedio de vehículos	Estudio de velocidades	
	Reducción de accidentes en la vía	Número de accidentes en la vía	Reporte de accidentes	
PROPÓSITO Mejorar y mantener la serviciabilidad de la vía	Cumplir con el nivel de serviciabilidad requerido	IRI de la vía	Evaluación de rugosidad	Cumplimiento del contrato de servicio
COMPONENTE Elevar el estándar de la carretera	5 km de vía a nivel de Slurry Seal	IRI de la vía	Mediciones de estado de vía	Calidad requerida en el manto de la vía
Ejecutar el mantenimiento bajo un plan	5 km de vía en buen estado	IRI de la vía	Mediciones de estado de vía	

Fuente: Elaboración propia

1.4. CONCLUSIONES

1. Para un periodo de 7 años se verificó que la solución más rentable para el Estado desde del punto de vista económico, es la alternativa 1.

Para un plan a largo plazo, en el cual se proyecta cambiar el diseño geométrico y adicionalmente cambiar el tratamiento superficial por una carpeta asfáltica, se plantean 2 opciones:

- a. Deberá ampliarse el periodo de concesión de 7 años a 20 años para generar un VAN rentable, de lo contrario, se generarán proyectos de concesión consecutivos en base a tratamientos superficiales y sin cambios en el trazo por falta de rentabilidad en las propuestas elaboradas por los postores en dichas licitaciones.
 - b. Generar un financiamiento a largo plazo mediante el cual el MEF impulsaría el cambio de estándar a un pavimento de carpeta asfáltica y cambio de diseño geométrico mediante periodos de 7 años bajo la salvedad que en el 1er periodo de concesión no sea rentable el proyecto, en vista de que en el 2do y 3er periodo recién se justificaría la inversión.
2. Para periodos mayores a 7 años, los beneficios obtenidos por reducciones de Costos de Operación Vehicular y las tasas empleadas para la proyección del tráfico, presentarán una incertidumbre mayor.
 3. En la evaluación de un cambio de estándar, se debe considerar dentro de los costos, los concernientes a obras complementarias, debido a que dichas inversiones están asociadas a la protección de la estructura del pavimento.

CAPÍTULO II: APLICACIÓN DE SLURRY SEAL

2.1 Fundamento teórico

2.1.1 Definición de Slurry Seal

El Slurry Seal es una mezcla de agregados de granulometría cerrada, emulsión asfáltica, aditivos y agua que se emplea como un tratamiento superficial. El Slurry Seal es una técnica de mantenimiento para superficies de pavimentos viejos, mediante el cual se llenarán fisuras superficiales, detendrá el desprendimiento de los agregados y pérdida de la carpeta, mejorará la resistencia al deslizamiento y en general protegerá al pavimento y reducirá el deterioro por oxidación y agua prolongando la vida útil del pavimento.

2.1.2 Aplicaciones y tipos de Slurry Seal

Los tratamientos superficiales tipo Slurry Seal se emplean como una técnica de mantenimiento preventiva y correctiva. Dichos tratamientos no aumentan la resistencia estructural de un pavimento, por lo tanto cualquier pavimento que se encuentre estructuralmente débil en áreas localizadas, deberá ser reparado antes de la aplicación del Slurry Seal. Ahuellamientos, ondulaciones, hundimientos a lo largo de los bordes u otras irregularidades de la superficie que disminuyen la transitabilidad del camino, deben ser corregidas antes de aplicar el Slurry Seal.

Los tratamientos Slurry Seal se clasifican en tres tipos dependiendo de las granulometrías de los agregados.

- Slurry Seal Tipo I. La gradación Tipo I corresponde a una capa de sellado de poco espesor, para una máxima penetración en las fisuras y buenas propiedades de sellado, también es un utilizado como un pretratamiento para una carpeta asfáltica o para un tratamiento superficial simple. Recomendado para áreas de baja densidad de tráfico donde el objetivo principal es el sellado.
- Slurry Seal Tipo II. La gradación Tipo II es la más utilizada, su función es proteger al pavimento de la oxidación y del daño por la humedad y

mejorar la fricción superficial. Recomendado para áreas de tráfico moderado.

- Slurry Seal Tipo III. La gradación tipo III se emplea en pavimentos sometidos a altos valores de fricción superficial y tráfico pesado.

2.1.3 Ventajas

Se destacan las siguientes:

- Rápida aplicación y pronta reapertura al tráfico.
- Impiden que el agregado esté suelto.
- Proveen textura superficial y resistencia a la fricción.
- Capacidad para corregir irregularidades superficiales menores.
- Bajo costo.

2.2 Especificaciones técnicas y normas empleadas

Para la selección y prueba de los componentes del Slurry Seal se debe considerar lo siguiente:

2.2.1 Agregados

Los agregados deben ser triturados en un 100% (de ser posible), limpios, duros y libres de químicos u otros componentes que puedan afectar a la adherencia en el mezclado y colocación.

Los requisitos mínimos para la mezcla de los agregados están normados por lo siguiente:

- Equivalente de Arena, ASTM D 2419 (AASHTO T 176) = 45 mín.
- Durabilidad, ASTM C 88 (AASHTO T 104) = 15% máx. utilizando sulfato de sodio ó 25% como máx. utilizando sulfato de magnesio.
- Perdida en la prueba Los Ángeles ASTM C 131 (AASHTO T96) = 35% máx.
- Azul de metileno ISSA TB 145 < 10. Este ensayo a través de una prueba de reactividad determina las características del emulsificante químico a utilizar en el diseño de la emulsión asfáltica y porcentaje de aditivo retardador.

Cuadro 2.01 Granulometrías establecidas por la ISSA A-105.

GRANULOMETRÍA PARA MEZCLAS SLURRY SEAL			
TIPO DE GRADACIÓN	TIPO I	TIPO II	TIPO III
TAMAÑO DE MALLA	PORCENTAJE QUE PASA	PORCENTAJE QUE PASA	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm (3/8")	100	100	100
4.75 mm (N° 4)	100	90-100	70-90
2.36 mm (N° 8)	90-100	65-90	45-70
1.18 mm (N° 16)	65-90	45-70	28-50
600 µm (N° 30)	40-65	30-50	19-34
300 µm (N° 50)	25-42	18-30	12-25
150 µm (N° 100)	15-30	10-21	7-18
75 µm (N° 200)	10-20	5-15	5-15
Cantidad de agregado en Kg/m ² , basado en el peso de agregado seco	3.6-5.4	5.4-9.1	8.2-13.6

Recomendaciones establecidas por la ISSA (International Slurry Surfacing Association).

Fuente: Asphalt Institute Emulsion Manufacturers Association (AEMA) "Manual Básico de Emulsiones Asfálticas" MS N° 19, 2001.

2.2.2 Emulsión Asfáltica

Para un exitoso comportamiento de la mezcla asfáltica, debe elegirse el tipo y grado adecuado para la función buscada. Para el caso específico de tratamientos tipos Slurry Seal se considerará lo siguiente:

Cuadro 2.02 Usos de emulsiones en Slurry Seal y Micro-pavimentos

Tipo de Construcción	ASTM D977 AASHTO M208			ASTM D2397 AASHTO M 140	
	HFMS'2s	SS-1	SS-1h	CSS-1	CSS-1h
Slurry Seal	X	X	X	X	X
Micro-pavimento					X

Fuente: Asphalt Institute Emulsion Manufacturers Association (AEMA) "Manual Básico de Emulsiones Asfálticas" MS N° 19, 2001.

En caso se requiera modificar las características o propiedades de la mezcla se podrá incorporar aditivos como cemento Portland y cal, lo cual deberá verificarse mediante una mezcla de diseño.

Como parte de las pruebas de control de calidad se deben realizar los siguientes ensayos:

- Contenido de asfalto residual en la emulsión asfáltica: determina el contenido de asfalto de acuerdo a la norma ASTM D 244-AASHTO T 59.

- Penetración del residuo de la emulsión: define la dureza del asfalto de acuerdo a la norma ASTM D 2397-AASHTO T49.

2.2.3 Agua

El agua cumple un papel principal en la consistencia del mortero asfáltico. Su contenido dependerá del porcentaje de humedad de los agregados. Generalmente la cantidad de agua a añadirse es de aproximadamente 10% respecto al peso del agregado seco. Es recomendable que el agua sea potable y de un pH neutro.

2.2.4 Diseño de Mezcla

Para completar la selección de los componentes de la mezcla, se deben realizar mezclas de diseño en laboratorio, principalmente:

- **Prueba de Cohesión (ISSA TB-139).**- Determina el grado de cohesión entre el agregado y la emulsión, así como el tiempo de apertura al tráfico. Se realizan varios especímenes a diferente porcentaje de materiales vaciados en anillos metálicos de 60 mm de diámetro con espesores de 6 y 10 mm. Una vez producida la rotura, se someten las muestras al ensayo de cohesión. Los especímenes son probados a 15, 30 y 60 minutos de su preparación, en los cuales se les aplica un esfuerzo de torsión mediante un torquímetro y se mide el valor obtenido al giro; si el valor es próximo a 20 kg-cm², se puede considerar que la mezcla presenta una buena cohesión.

Gráfico 2.01 Prueba de Cohesión

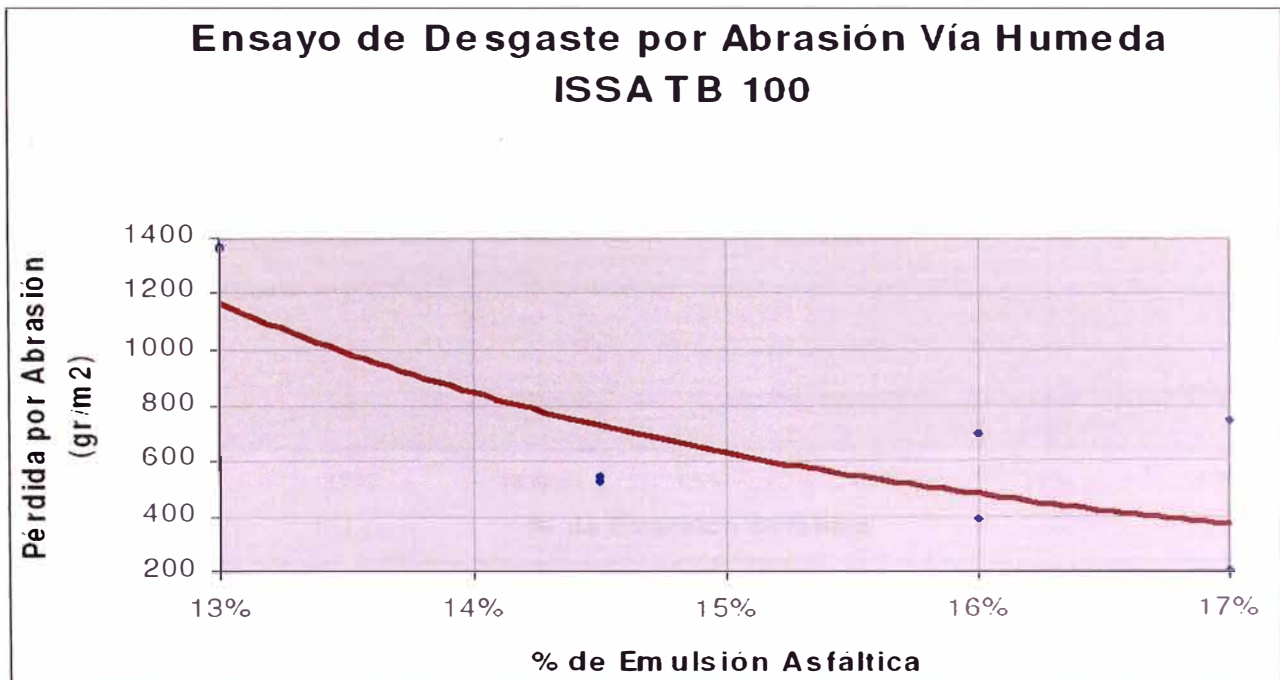


Fuente: Consorcio Red Vial 5, ensayos realizados en la conservación de la Carretera Ancón-Huacho –Pativilca, Año 2005.

- **Prueba de abrasión bajo agua ISSA TB-100 (WTAT Wet Track Abrasion Test).**- Determina el mínimo contenido de emulsión asfáltica y la resistencia a la abrasión.

Consiste en la abrasión de especímenes bajo el agua, una vez curados, y en inmersión de 1 y 6 días. La pérdida máxima permisible es de 538gr por metro cuadrado.

Gráfico 2.02 Prueba de Abrasión (WTAT)



Fuente: Lito Dávila. Guía básica para el diseño de mezclas asfálticas densas semilíquidas.

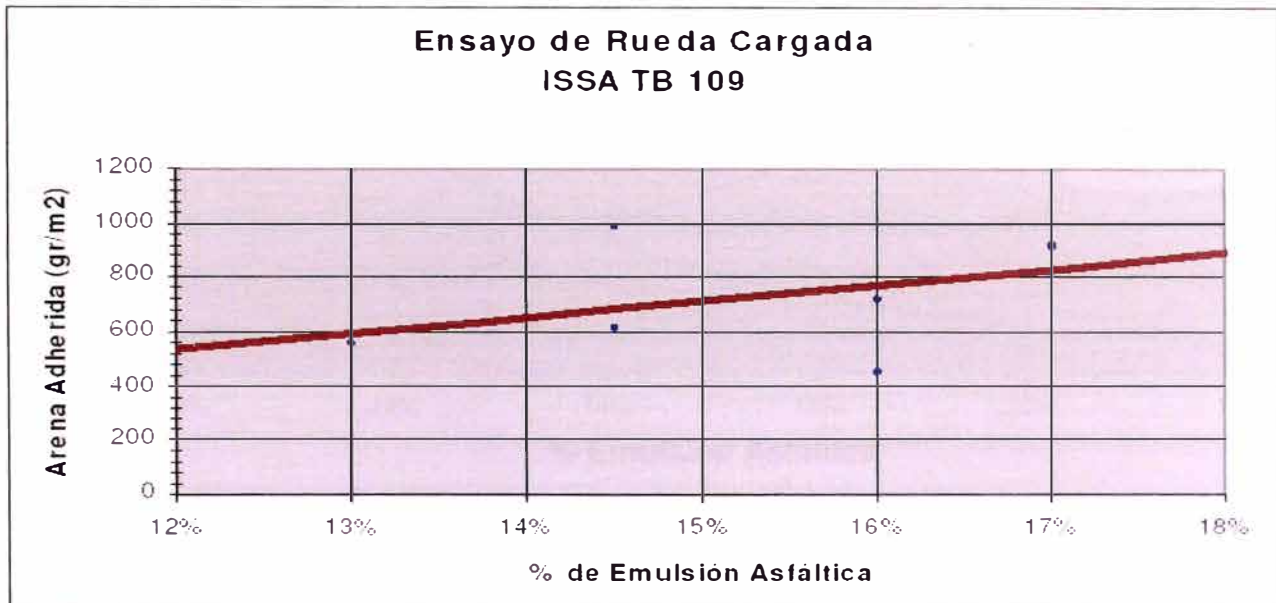
Gráfico 2.03 Muestras del ensayo de Abrasión



Fuente: Consorcio Red Vial 5, ensayos realizados en la conservación de la Carretera Ancón-Huacho –Pativilca, Año 2005.

- **Prueba de rueda cargada ISSA TB-109 (LWT – The Laded Weel Test).**- determina el contenido máximo de asfalto en morteros asfálticos y micro-pavimentos por la medición de adhesión de arena en especímenes sujetos a la simulación de cargas vehiculares. La pérdida máxima permisible es de 538gr por metro cuadrado.

Gráfico 2.04 Prueba de la Rueda cargada (LWT)



Fuente: Lito Dávila. Guía básica para el diseño de mezclas asfálticas densas semilíquidas.

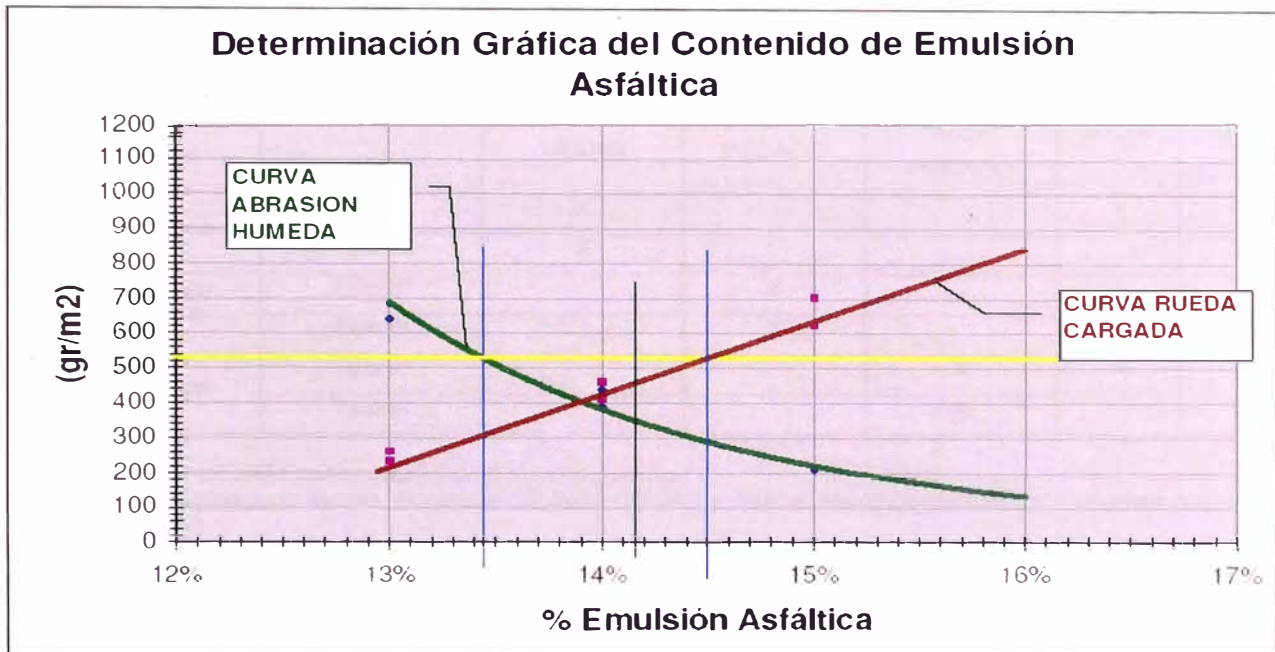
Gráfico 2.05 Muestras del ensayo de la Rueda cargada



Fuente: Consorcio Red Vial 5, ensayos realizados en la conservación de la Carretera Ancón-Huacho –Pativilca, Año 2005.

En base a los valores mínimos y máximos obtenidos se determina el óptimo contenido de emulsión.

Gráfico 2.06 Contenido Óptimo de Emulsión



Fuente: Lito Dávila. Guía básica para el diseño de mezclas asfálticas densas semilíquidas.

En base a las recomendaciones de la ISSA se ha elaborado el siguiente cuadro, en el cual se han colocado las cantidades de componentes a emplear para los diferentes tipos de Slurry Seal:

Cuadro 2.03 Cantidades utilizadas de los componentes en las mezclas Slurry Seal

COMPONENTE		TIPO I		TIPO II		TIPO III	
Agregados	peso seco (kg/m ²)	4.3	6.5	5.4	9.8	8.1	12
Emulsión	agua (%)	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	agua (l/m ²)	0.43	0.65	0.54	0.98	0.81	1.2
	asfalto (%)	10%	16%	7.5%	13.5%	6.5%	12%
	asfalto (l/m ²)	0.43	1.04	0.405	1.323	0.5265	1.44
	Emulsión (l/m ²)	0.86	1.69	0.945	2.303	1.3365	2.64
	Emulsión (gln/m²)	0.23	0.45	0.25	0.61	0.35	0.70
	% Asfalto en la emulsión	50%	62%	43%	57%	39%	55%
Filler	relleno mineral (%)	0.5%	2%	0.5%	2%	0.5%	2%
Aditivos	Aditivos (%)	0.1%	0.5%	0.1%	0.5%	0.1%	0.5%

Fuente: Elaboración propia tomando los datos de la ISSA y la AEMA.

2.3 Diseño del Pavimento

2.3.1 Selección del tipo de Slurry Seal

En vista de que el Slurry Seal es un tratamiento superficial, no tiene aporte estructural al pavimento, por lo que no existe un diseño de este tipo. Los criterios

para la selección de los diferentes tipos de Slurry Seal y micro-pavimentos se determinarán en función del tipo y volumen de tráfico según el siguiente cuadro:

Cuadro 2.04 Selección del tipo de Slurry Seal

TRATAMIENTO	GRANULO-METRÍA	VOLUMEN DE TRÁFICO			VELOCIDAD DE TRÁFICO	
		LIVIANO-MEDIO	MEDIO-PESADO	PESADO-MUY PESADO	BAJA	ALTA
Mortero Asfáltico	Tipo II*	X			X	
	Tipo III	X				X
Mortero Asfáltico modificado con polímeros	Tipo II*		X		X	
	Tipo III		X			X
Micro-pavimento	Tipo II*			X	X	
	Tipo III			X		X

* Recomendado también para su aplicación en aeropuertos.
(Ing. William Monteagudo Sucno, Ponencia "El Salto del Slurry Seal al Micro-pavimento", V Congreso Nacional del Asfalto, 2002)

Para el tramo en estudio y de acuerdo a los lineamientos indicados en el ítem 2.1 se propone la utilización del Slurry Seal Tipo II con emulsión CSS-1h.

2.3.2 Diseño estructural del pavimento

Para el cálculo de la estructura del pavimento (capa de base granular), se emplearán los procedimientos simplificados del Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito del MTC.

Considerando los valores de IMD proyectados obtenido en el Informe del Perfil (Cuadro 1.09, del presente trabajo), se determina el valor de W_{18} ó número de total de ejes equivalentes para el periodo de diseño (7 años).

Cuadro 2.05 Cálculo del número total de ejes equivalentes

Clase de vehículo	IMD 2009	Tasa de crecimiento (%)	Eje equivalente (EE 8.2tn)	PARCIAL
Autos	8	2.6	0.0001	2
Camionetas	53	2.6	0.0001	15
Bus	2	1.4	1.850	9860
Omnibus (2 ejes)	86	1.4	1.850	423978
Camión pesado (2 ejes)	26	4.6	2.750	209917
Camión pesado (3 ejes)	36	4.6	2.000	211385
Articulados (>3 ejes)	16	4.6	4.350	204339
Nrep de EE(8.2tn)=				1059495
Nrep de EE(8.2tn) de diseño=				529747

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del número estructural SN se considerarán los siguientes valores:

- Nrep de $EE_{8,2tn} = 529747$
- Confiabilidad 80%, $Z_r = -0.841$
- Desviación estándar combinada en la estimación de los parámetros y del comportamiento del modelo, $S_o = 0.45$
- Índice de Serviciabilidad Inicial, $PSI = 4$
- Índice de Serviciabilidad Final, $PSF = 1.5$
- Módulo de resiliencia de la subrasante, $M_r = 21000$, obtenido en función del valor promedio del CBR en dicho tramo 20%, aplicando la siguiente equivalencia:

$$M_r = 3000 \times CBR^{0.65} \text{ para CBR de 7.2\% a 20\%}$$

En base a los parámetros descritos se prosiguió al desarrollo de la siguiente fórmula para obtener el valor de SN empleando el programa AASHTO 93:

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

Gráfico 2.07 Cálculo del número estructural SN

Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93 entregado en clases.

Obtenido el valor del número estructural se procede al cálculo de los espesores de las capas del pavimento dado por la siguiente fórmula:

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

Considerando que se empleará un tratamiento superficial, la fórmula se reduce a lo siguiente:

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

- a2: Coeficiente estructural de la capa de base granular tratada con asfalto
- D2: Espesor de la capa de base granular tratada con asfalto (cm)
- m2: Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 2
- a3: Coeficiente estructural de la capa de base granular.
- D3: Espesor de la capa de base granular (cm)
- M3: Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 3

Para el caso de los coeficientes de aporte estructural, se están considerando los valores indicados en el *Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito* del MTC (Cuadro 5.6.3 Pág. 161).

Para el caso de los coeficientes de drenaje de las capas granulares se está considerando el valor de 1.15 del *Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito* del MTC (Cuadro 5.6.5 Pág. 162), el cual es un valor límite entre regular y bueno, ya que se está asumiendo que se realizará un revestimiento de las cunetas de acuerdo a lo considerado en el Estudio del Perfil.

Cuadro 2.05 Diseño del Pavimento

Capa del pavimento	a _i	D _i (cm)	m _i	SN _i
Base estabilizada	0.135	5	1.15	0.78
Base Granular	0.056	20	1.15	1.29
SN total=				2.06

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El diseño del pavimento obtenido es referencial, ya que el objetivo del presente estudio es desarrollar el mantenimiento del pavimento mediante la utilización del tratamiento superficial Slurry Seal. Por lo tanto, la estabilización de la base y conformación de la base granular no será detallado en el presente informe.

2.4 Procedimiento Constructivo

A continuación se describe la secuencia constructiva y consideraciones a tener en cuenta para realizar el cambio de estándar en el tramo de estudio partiendo de un afirmado en estado regular:

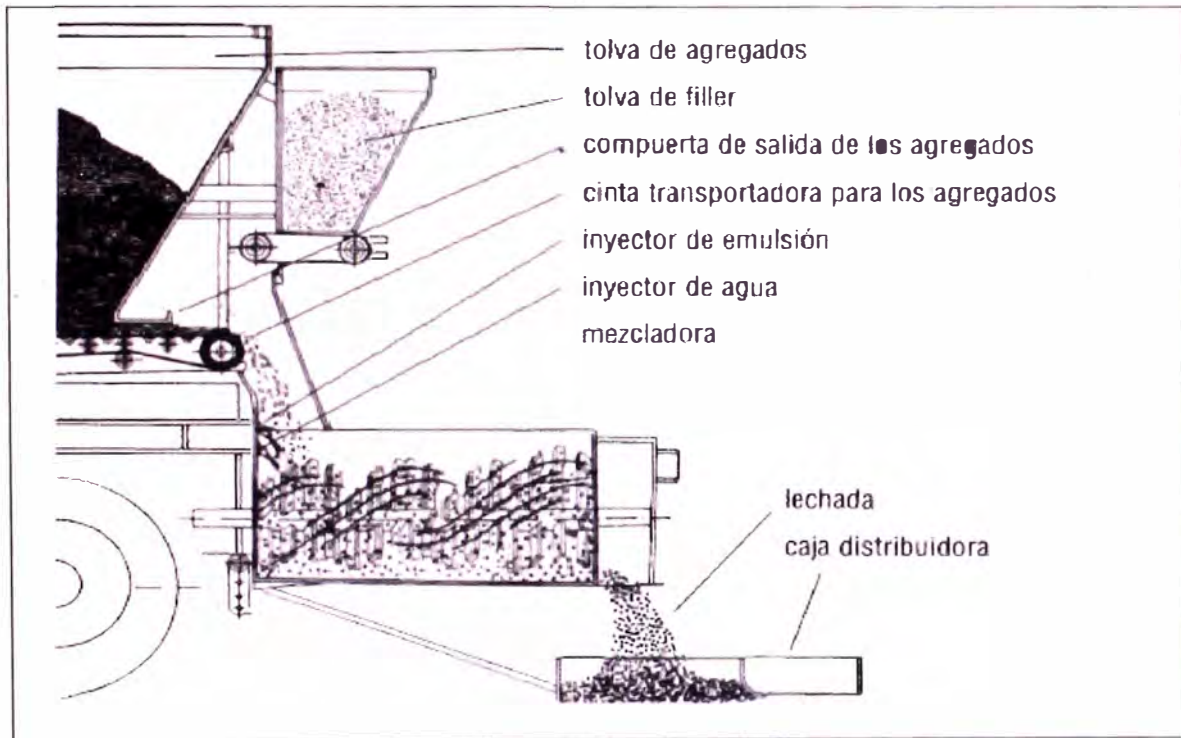
1. Perfilación y compactación del afirmado existente con adición de material trabajado en cantera, con la finalidad de completar el espesor de la base obtenida en el diseño estructural.
2. Riego de asfalto, batido y compactación de 5cm de la base para conformar la capa de base estabilizada con asfalto.
3. Calibrar los equipos de aplicación del Slurry Seal con los materiales y en las proporciones obtenidas del diseño de mezcla en laboratorio.
4. Aplicar el Slurry Seal, teniendo precaución en no formar grumos o colocar material grueso sin mezclar en la caja distribuidora. En cada parte de la caja distribuidora debería haber suficiente material para lograr un recubrimiento completo.

El camión mezclador tiene una unidad de mezcla continua en la cual combina en las cantidades determinadas los agregados, filler mineral, aditivos, agua y emulsión. En la siguiente figura 2.08 se presenta un diagrama de dicha máquina.

5. En caso de formarse estrías, causadas por un agregado de tamaño excesivo, se deberá corregir inmediatamente con una escoba de goma manualmente.
6. Evitar la acumulación excesiva de Slurry Seal en las juntas longitudinales y transversales.
7. En zonas inaccesibles a la máquina, la aplicación será manual. En estos casos se sugiere humedecer ligeramente el área de trabajo.
8. No requiere compactación.

9. La aplicación no debería realizarse cuando la temperatura del aire es inferior a 10°C, en condiciones de neblina o en periodos de lluvia.

Gráfico 2.08 Diagrama típico de una mezcladora para Slurry Seal.



Fuente: AEMA, Manual Básico de Emulsiones Asfálticas – Manual Series N° 19. USA, 2001.

Gráfico 2.09 Aplicación del para Slurry Seal.



Fuente: Consorcio Red Vial 5, ensayos realizados en la conservación de la Carretera Ancón-Huacho – Pativilca, Año 2005.

2.5 Conservación por Niveles de Servicio

A continuación se detallan los lineamientos generales y procedimientos a considerar para la conservación de la vía por niveles de servicio bajo las consideraciones asumidas en el punto 2.3.1.

Es obligación del Concesionario programar y ejecutar oportunamente las tareas de conservación, para que en cualquier momento, la medida de los parámetros de condición, sea igual o esté siempre por encima de los umbrales mínimos (o debajo de los máximos) establecidos por los “niveles de servicio”. En vista de que no se cuenta con el Contrato de Concesión del consorcio CGC para la carretera en estudio, se asumirán los siguientes parámetros como umbrales de servicio:

Cuadro 2.06 Niveles de Servicio para Calzada (tratamiento superficial Slurry Seal)

Parámetro	Medida	Nivel de Servicio
Huecos (baches)	Porcentaje máximo de área con huecos.	0%
Fisuras	Porcentaje máximo de área con fisuras con nivel de severidad alto.	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras con nivel de severidad medio sin sellar.	15%
Ahuellamiento	Porcentaje máximo de área con ahuellamiento mayor que 12 mm	0%
Exudación	Porcentaje máximo de área con exudación (sumados ambos niveles de severidad medio y alto).	0%
Existencia de obstáculos	Cantidad máxima de obstáculos	0%
Rugosidad	Rugosidad media deslizante máxima, con un intervalo de 1 Km.	3.5 IRI, con una tolerancia de 15%

Fuente: ProInversión. Segundo proyecto de Contrato de Concesión de las obras y mantenimiento de los tramos viales Cañete-Lunahuaná-Zúñiga. Perú, 2005.

2.5.1 Procedimientos Generales

- Planes de Conservación. Considerando que los trabajos de conservación forman parte de un proceso dinámico, se deben actualizar por lo menos una vez al año los planos de conservación para el periodo en curso, debidamente justificado en los aspectos técnicos.
- Etapas de Puesta a Punto. Es la etapa en la cual se realizan los trabajos de inversión inicial. Para este caso comprende la reconfiguración de la base y aplicación del Slurry Seal hasta obtener los valores requeridos en el umbral de servicio. Finalizada esta etapa, se inician los trabajos propiamente dichos de conservación para mantener los niveles de servicio.
- Programa de Evaluación de Niveles de Servicio. El Concesionario instrumentará un "Programa de Evaluación de Niveles de Servicio" para

medir el resultado de sus intervenciones. Dicho programa se encuentra implícito dentro del Plan de Mantenimiento Rutinario y Periódico del Concesionario el cual se detallará en el ítem 2.6.

- Reportes de No Conformidad. Las comunicaciones sobre irregularidades en la vía se realizan mediante Reportes de No Conformidad o Notificaciones de Incumplimiento. Se adjunta formato referencial:

Cuadro 2.07 Formato de Notificación de Incumplimiento

Item	Defecto no admitido	Desde Km	Hasta Km	Total de Km.	Plazo (días)

Fuente: ProInversión. Segundo proyecto de Contrato de Concesión de las obras y mantenimiento de los tramos viales Cañete-Lunahuaná-Zúñiga. Perú, 2005.

2.5.2 Evaluación de la Gestión de Conservación de la Vía

El Regulador instrumentará un programa de Evaluación de la Gestión de la Concesión para asegurarse que los niveles de servicio se encuentren siempre dentro de los valores admisibles. Por lo general, se efectúan evaluaciones continuas, semestrales y anuales.

- Evaluación Continua. Se busca identificar fallas localizadas, evaluar las prácticas de trabajo, procedimientos constructivos, etc.
- Evaluación Semestral. Su objetivo es evaluar el nivel de servicio global. Se evalúa de la siguiente manera:
 - a) Se selecciona un tramo de la carretera como muestra representativa.
 - b) Se subdivide el tramo en secciones de 1km.
 - c) El tamaño de la muestra será el 10% del número total de secciones de cada tramo elegidas al azar.
- Evaluación Anual. Su objetivo es evaluar la rugosidad y los niveles de deflexión de la vía.
 - a) Medición de la Rugosidad.
La especificación ASTM E867-82A define la rugosidad como “las desviaciones de la superficie del camino con respecto a una superficie plana que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de circulación, las cargas dinámicas y el drenaje”.

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) es la escala estándar con la cual se debe medir la rugosidad de los pavimentos.

Se medirá la rugosidad de cada uno de los tramos de la concesión en intervalos no mayores de 100 metros. Para cada intervalo, se calcula el valor medio de la rugosidad. Dicho valor se le denominará rugosidad media deslizante en ese tramo.

La rugosidad se puede medir de diferentes maneras, a manera de ejemplo se indican los siguientes métodos:

Gráfico 2.10 Métodos de medición de rugosidad



Bicicleta de Merlín



Bump Integrator

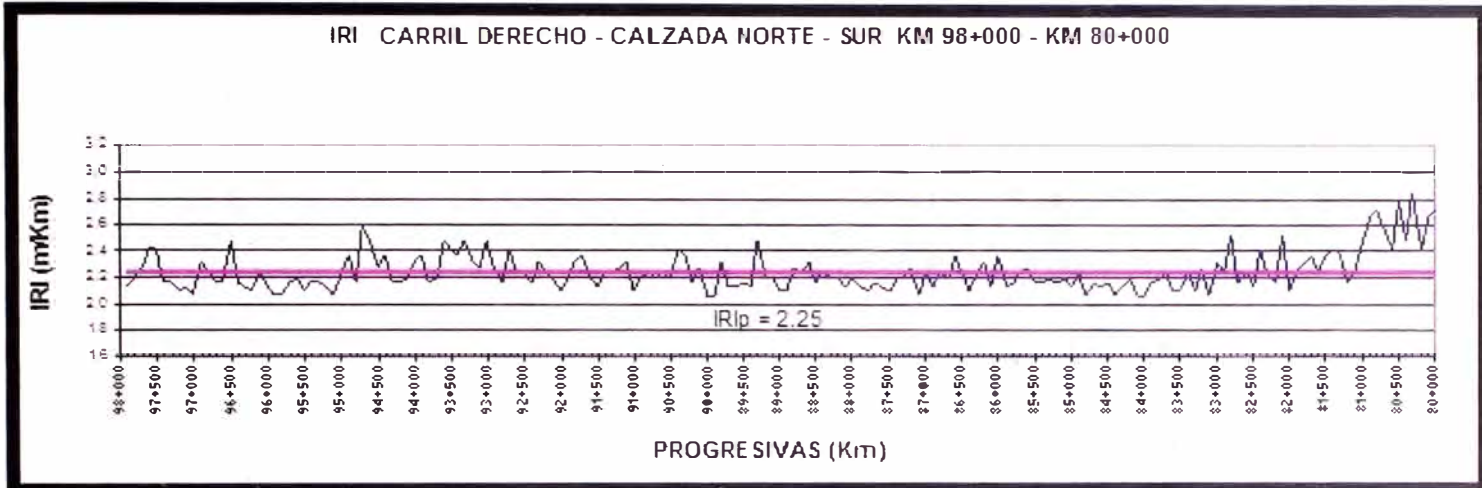


Perilómetro Laser

Fuente: Consorcio Red Vial 5, ensayos realizados en la conservación de la Carretera Ancón-Huacho –Pativilca, Año 2005.

A manera de ejemplo se muestra una tabla con los resultados obtenidos de la medición del IRI realizado por el CRV5 en el año 2007:

Gráfico 2.11 Ejemplo de medición del IRI



Fuente: Consorcio Red Vial 5. Conservación de la Carretera Ancón-Huacho, Año 2007

b) Medición de Deflectometría.

Su función es evaluar el estado estructural de la vía. Se determina mediante una Deflectometría medida con una viga Benkelmann o cualquier otro procedimiento previa aprobación por la Supervisión y es determinada por el valor del radio de curvatura en cada deflexión.

Gráfico 2.12 Medición de Deflectometría con viga Benkelmann



Fuente Consorcio Red Vial 5, mantenimiento de la Carretera Ancón-Huacho 2007.

Las características del equipo a emplear para realizar el ensayo con Viga Benkelmann se encuentran indicadas en el ítem 205.20 de la EG-2000 del MTC.

2.5.3 Cálculo de los Niveles de Servicio

- Niveles de Servicio Individuales. En el presente trabajo sólo se detallará la evaluación por niveles de servicio de la superficie de rodadura. Los niveles de servicio fueron indicados en el cuadro 2.06.

A continuación se resumen las definiciones, procedimientos y metodologías para la medición de los niveles de servicio individuales para calzadas:

Cuadro 2.08 Medición de Niveles de Servicio

DENOMINACION	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN			
FISURAS POR FATIGA	Líneas de rotura provocadas principalmente por falta de capacidad portante del pavimento. Comienzan como pequeñas fisuras longitudinales, para luego ramificarse y acabar formando una malla cerrada. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado.			
	CRITERIO	NIVEL DE SEVERIDAD		
		BAJO(B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
Se admiten niveles de severidad baja y hasta un 10% de severidad media sin sellar.	Fisuras longitudinales, paralelas, poco interconectadas, sin pérdida de material y ancho < 2 mm.	Fisuras interconectadas, fisuras ramificadas sin formar una malla, fisuras con leve pérdida de material, a fisuras de 2mm < ancho < 5 mm.	Fisuras generalizadas en forma de malla cerrada (piel de cocodrilo), fisuras generalizadas con desprendimiento de material o fisuras de ancho > 5 mm.	

DENOMINACIÓN	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN			
HUECOS	Cavidades producidas en el pavimento, con diferentes formas, área y profundidades. Se deben a la evolución de otros deterioros del pavimento, a la existencia de imperfecciones localizadas y al arranque de material producido por el tráfico, solo o en conjunto con fenómenos climáticos. Se considerará para cada nivel de severidad El área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que condene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del fotómetro de carretera evaluado.			
	CRITERIO	NIVEL DE SEVERIDAD		
		BAJO(B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
No se admiten	H ≤ 25mm (H= Profundidad)	25mm < H < 50mm (H= Profundidad)	H > 50mm (H= Profundidad)	

DENOMINACION	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN			
AHUELLAMIENTO	Alteraciones de nivel del pavimento por hundimiento a lo largo de las huellas de rodadura. Se debe a mezclas bituminosas con insuficiente resistencia a la deformación plástica, a degradación de capas inferiores del pavimento o a problemas de práctica constructiva. Se mide con regla de 1.20 m transversal al ahuellamiento. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinara su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado.			
	CRITERIO	NIVEL DE SEVERIDAD		
		BAJO(B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
Se admite severidad baja.	h<=12mm (h= Profundidad)	12mm<h<=25mm (h= Profundidad)	h>25mm (h= Profundidad)	

DENOMINACION	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN			
EXUDACIÓN	Presencia de material asfáltico en la superficie de la calzada, dándole un aspecto negro y brillante. Se debe a un exceso de ligante en la capa de rodadura, a un riego de adherencia excesivo o a un ligante de muy baja viscosidad. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado.			
	CRITERIO	NIVEL DE SEVERIDAD		
		BAJO(B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
Máximo 0%	Exudación no cubre totalmente el agregado.	Cubre totalmente el agregado, pero localizada no continua.	Cubre totalmente el agregado) continua.	

Fuente: ProInversión. Segundo proyecto de Contrato de Concesión de las obras y mantenimiento de los tramos viales Cañete-Lunahuaná-Zúñiga. Perú, 2005.

- Nivel de Servicio Global de un Tramo. Se calculará de la siguiente manera:
 - a) Se selecciona un tramo de la carretera como muestra representativa.
 - b) Se subdividirá el tramo en secciones de 1km.
 - c) El tamaño de la muestra será el 10% del número total de secciones de cada tramo elegidas al azar.
 - d) En cada sección se cuantifica el número de segmentos que incumplen con los niveles de servicio. Se adjunta el cuadro 2.09 como formato referencial.
 - e) Una vez obtenido el número de segmentos con deficiencias, se considera un coeficiente de ponderación según su grado de importancia.
 - f) El Nivel de Servicio Global de un Tramo se calcula de acuerdo al procedimiento indicado en el cuadro 2.10.

Cuadro 2.09 Formato de Medición de Nivel de Servicio de un Tramo

Ruta:	Tramo:	Sección:	Unidad Muestra (m): 100
Evaluador:	Fecha:	Ancho (m):	Área Total (m ²):

- 1 Huecos
- 2 Fisuras
- 3 Ahuellamiento
- 4 Exudación
- 5 Existencia de obstáculos

Defecto n	HECTÓMETRO										TOTAL HECTÓMETRO CON DEFECTO n	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1											0	0%
2											0	0%
3											0	0%
4				X							1	10%
5				X							1	10%

0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Código:

- 1 Si tiene defecto
- 0 No tiene defecto

TOTAL DE HECTÓMETROS CON DEFECTOS: 1

Fuente: ProInversión. Segundo proyecto de Contrato de Concesión de las obras y mantenimiento de los tramos viales Cañete-Lunahuaná-Zúñiga. Perú, 2005.

Cuadro 2.10 Formato de medición del Nivel de Servicio Global de un Tramo

ítem	N° de segmentos con deficiencias en todo el tramo	Coefficiente de Ponderación	Porcentaje de incumplimiento por aspecto
	(a)	(b)	(c) = (a) * (b) / 10 * long, tramo
Calzada		100	
Bermas		40	
Drenajes, puentes y viaductos		80	
Derecho de vía		40	
Seguridad vial		80	

Grado de incumplimiento del tramo	(d) = promedio (c)
Nivel de servicio global del tramo	(e)=100%-(d)

Fuente: ProInversión. Segundo proyecto de Contrato de Concesión de las obras y mantenimiento de los tramos viales Cañete-Lunahuaná-Zúñiga. Perú, 2005.

- Nivel de Servicio Global del Contrato. Se calculará como el promedio de los Niveles de Servicio Global de cada tramo.

El Nivel de Servicio Global por Tramo y Nivel de Servicio Global por Concesión dependerán de cada contrato pero se puede asumir valores mínimos de 90% para ambos casos.

2.6 Plan de mantenimiento rutinario y periódico

Asumiendo que para el tramo en estudio el Cambio de Estándar es de afirmado a Slurry Seal Tipo II aplicado directamente sobre la base, se elaborará un plan para mantener dicha superficie durante el periodo de concesión.

2.6.1 Lineamientos para la elaboración de los planes de mantenimiento

Para una adecuada planificación del mantenimiento de la vía en un periodo determinado, se deben realizar los siguientes pasos:

- Sectorizar la carretera tratando de que en la medida de lo posible se formen tramos homogéneos (Para el presente informe, por tratarse de un tramo de 5km, sólo se analizará ese tramo como un todo).
- Toma de Datos. Determinar el estado actual de la vía, mediante mediciones en campo como rugosidad, deflexiones, área deterioradas, tráfico, clima, costos, etc.
- Dependiendo de las fallas determinadas, seleccionar un tipo de acción correctiva indicando el metrado obtenido por tramo.
- Definir los umbrales de servicio o Niveles de Servicio. Estos parámetros deberían ser determinados en el contrato.
- Emplear una herramienta de análisis como por ejemplo, el programa HDM-4. Mediante la herramienta HDM-4 se puede realizar lo siguiente:
 - 1 Predecir el Deterioro del Pavimento durante su vida útil.
 - 2 Calcular los efectos de acciones de conservación y mejoramiento del pavimento.
 - 3 Estimar costos de operación vehicular.
 - 4 Permite evaluar técnico y económicamente proyectos, políticas y programas de conservación.
 - 5 Calcular los montos de inversión necesarios para mantener determinado nivel de servicio en una red de carretera.

En una primera instancia, los valores obtenidos serán teóricos por lo que el mismo procedimiento se debe realizar constantemente, afinando los valores obtenidos en función de los datos reales de campo.

2.6.2 Plan de Mantenimiento Rutinario

Es el conjunto de actividades con carácter preventivo que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino.

Para este caso, se están considerando las siguientes actividades:

- Bacheo superficial con Slurry Seal Tipo II. A pesar que es una medida correctiva, es una actividad que de acuerdo a los niveles de servicio solicitados, la vía debe mantenerse constantemente con un 0% de área de baches.
 - a) Frecuencia : Cada vez que se detecte este tipo de fallas.
 - b) Metrado : Se asumirá que el área es del 10% por año.
 - c) Equipo a emplear : Herramientas manuales.
 - d) Personal a emplear : 01 capataz
01 operario
01 ayudante (peón)
02 señaleros (peones)

- Sello de fisuras con Slurry Seal Tipo I.
 - a) Frecuencia : Cada vez que el área de fisuras este próximo a lo indicado en los límites de servicio 15% (aprox. 1 vez por año).
 - b) Metrado : Se asumirá que el área es del 7.5% por año.
 - c) Equipo a emplear : Herramientas manuales.
 - d) Personal a emplear : 01 capataz
01 operario
01 ayudante (peón)
02 señaleros (peones)

- Sello de fisuras con Emulsión CSS-1h.

- e) Frecuencia : Cada vez que el área de fisuras este próximo a lo indicado en los límites de servicio 15% (aprox. 1 vez por año).
- f) Metrado : Se asumirá que el área es del 7.5% por año.
- g) Equipo a emplear : Herramientas manuales.
- h) Personal a emplear : 01 capataz
01 operario
01 ayudante (peón)
02 señaleros (peones)

2.6.3 Mantenimiento Periódico

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.

Actividades a realizar:

- Medición de la rugosidad y deflectometría.

- a) Frecuencia : 1 vez por año.
- b) Metrado : 5 km.
- c) Equipo a emplear : Equipos de laboratorio.
- d) Personal a emplear : 01 capataz
01 técnico de laboratorio
01 ayudante (peón)
02 señaleros (peones)

- Aplicación de Slurry Seal Tipo II.

- a) Frecuencia : Cada 3 años (a fines del 3° y 6° año).
- b) Metrado : 20000 m² por vez (5km x 4m de ancho).
- c) Equipo a emplear : Camión imprimador HD-10 o similar.
- d) Personal a emplear : 01 capataz.
02 operarios.
03 peones.
02 señaleros (peones)

CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO

3.1 Memoria Descriptiva

La presente memoria descriptiva tiene como finalidad describir los trabajos necesarios para realizar el Cambio de Estándar de Afirmado a Solución Básica para la Carretera Cañete-Yauyos del Km 69+000 al Km 74+000 en lo correspondiente a la Superficie de Rodadura. Para el cambio de estándar se considera una reconfiguración de la base granular en un espesor de 20cm, sobre dicha base se considera una capa adicional de 5cm de base estabilizada con emulsión. Con la finalidad de proteger la base y brindar una superficie de rodadura y desgaste se considera un tratamiento superficial Slurry Seal Tipo II. Como parte del plan de mantenimiento se esta considerando un trabajo permanente de bacheo y trabajos anuales de sello de fisuras y aplicación de nuevas capas de Slurry Seal como mantenimiento periódico para el periodo de concesión asumido de 7años.

3.2 Especificaciones Técnicas

Las presentes especificaciones técnicas se refieren a los trabajos para el cambio de estándar y su posterior mantenimiento rutinario y periódico del tramo asignado.

ITEM 1.00 CAMBIO DE ESTÁNDAR

PARTIDA 1.01 RECONFORMACIÓN BASE GRANULAR

Consiste en la conformación de una base granular de 20cm de espesor. Para las características técnicas de esta partida, ceñirse a lo indicado en la sección 305 de la Norma EG-2000.

PARTIDA 01.02 BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO

Consiste en la conformación de una base estabilizada con emulsión asfáltica de rotura lenta tipo CSS-1h o similar en una proporción de 0.37 gl/m² en un espesor de 5cm. Para el material de base ceñirse a lo indicado en la sección 305 de la Norma EG-2000.

PARTIDA 01.03 EMULSIÓN PARA BASE ESTABILIZADA

Consiste en la emulsión asfáltica de rotura lenta tipo CSS-1h a emplearse en la base estabilizada. Ceñirse a lo indicado en la sección 421 de la Norma EG-2000.

PARTIDA 01.04 APLICACIÓN DE SLURRY SEAL TIPO II

Descripción

Este tratamiento se aplicará directamente sobre la base estabilizada con emulsión como protección de la misma y superficie de rodadura. La mezcla de slurry seal es una mezcla asfáltica para pavimentación, compuesta de agregados de granulometría cerrada, emulsión asfáltica, filler mineral, y agua. Su diseño y aplicación se encuentra estandarizada por ISSA A-105 o ASTM D-3910.

Materiales

Los componentes principales son:

- 1.- Emulsión asfáltica
- 2.- Agregados

Emulsión asfáltica

Para este caso se utilizará emulsiones asfálticas tipo CSS-1h.

Los ensayos de laboratorio están normalizados para llevar acabo los siguientes propósitos:

- a) Para establecer datos para los requerimientos de especificación.
- b) Para el control de calidad y uniformidad del producto durante la fabricación y uso.
- c) Para establecer y controlar la manipulación, almacenamiento y ejecución en campo de las propiedades del material.

El cuadro 3.01 muestra los ensayos requeridos para las emulsiones asfálticas convencionales y modificadas con polímeros.

Cuadro 3.01 Especificaciones Técnicas para emulsiones en Slurry Seal

ITEM	DESCRIPCION	EMULSION	
		CSS-1h	
		Min	Máx.
1.00	Pruebas a la emulsión asfáltica		
1.01	Asfalto residual, % Por Evaporación	60	-
1.02	Prueba de estabilidad al almacenamiento 24 hrs (%)	-	1
1.03	Prueba de carga de partícula	Positivo	
1.04	Viscosidad, Saybol Furol @ 50 °C, sec.		
1.05	Viscosidad, Saybol Furol @ 25 °C, sec.	20	100
1.06	Prueba de la malla N° 20, %	-	0,1
1.07	Sedimentación a 5 días % (Cuando corresponda)	-	5%
2.00	Pruebas en el Residuo por Evaporación		
2.01	Penetración, 25 °C 100 g. 5 s, 0.1mm	40	90
2.02	Punto de Ablandamiento, anillo y bola °C	-	57
2.03	Ductilidad a 5 °C, cm (opcional)	-	10
2.04	Recuperación elástica por torsión (25°C), %	-	12
2.05	Solubilidad en Tricloroetileno, %	-	97,5
2.06	Índice de Penetración	-	1

Agregados

Los agregados (excluyendo los finos minerales) constituyen entre el 82 y el 90 % del peso del slurry seal, estos deben estar triturados, limpios, duros y libres de químicos, u arcillas y otras materias que puedan afectar su adherencia mezclado y colocación. El cuadro 3.02 muestra las recomendaciones establecidas por la ISSA.

Cuadro 3.02 Granulometría para mezclas Slurry Seal

TIPO DE GRADACIÓN	TIPO II
TAMAÑO DE MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm. (3/8")	100
4.75 mm. (N° 4)	90-100
2.36 mm. (N° 8)	65-90
1.18 mm. (N° 16)	45-70
600 µm. (N° 30)	30-50
300 µm. (N° 50)	18-30
150 µm. (N° 100)	10-21
75 µm. (N° 200)	5-15
Asfalto residual con base al % del peso seco del agregado	7.5-13.5
Tasa de aplicación (Kg/m ²), Base peso seco agregado	5.4-9.1

El agregado debe ser limpio, anguloso, durable, bien graduado, y uniforme. De ser posible debiera emplearse material de trituración en un 100%.

Los requisitos mínimos para un agregado o mezcla de agregados son:

- Equivalente de arena, ASTM D 24198 (AASHTO T 176) = 45 mínimo.
- Durabilidad ASTM C88 (AASHTO T 104) = 15 % (utilizando sulfato de sodio, Na₂SO₄) ó 25 % (utilizando sulfato de magnesio, MgSO₄).
- Pérdida en la Prueba Los Ángeles ASTM C 131 (AASHTO T 96) = 35 % máximo.

ESPECIFICACIONES DE AGREGADOS PARA SLURRY SEAL

ENSAYO	ASTM	AASHTO	ISSA	ESPECIFICACION PARA SLURRY SEAL
Azul de Metileno			TB-145	
Durabilidad a sulfatos	C-88	T-104		15-20 % Máxima perdida
Abrasión de los Angeles	C-131	T-96		35 % Máximo
Granulometría	C-136	T-27		ISSA Tipo I Tipo II y Tipo III
Equivalente de Arena	D-2419	T-176		45 % Mínimo
Gravedad específica	C-128	T-84		
Unidades de peso	C-29	T-19		

Fuente: ISSA" International Slurry Surfacing

Equipos y Herramientas

EL equipo a utilizar será el HD-10 o similar. La máquina utilizada para la aplicación de la mezcla es una unidad independiente de mezcla de flujo continuo, ésta debe contar con un sistema de agregados con una tolva y sistema de alimentación de precisión, Sistema de emulsión con tanque y bomba de desplazamiento positivo con sistema de control, Sistema de agua, Sistema de alimentador de finos, Sistema de mezclado continuo, ejes gemelos con paletas de giro reversible tipo "Pugmill".

La mezcla asfáltica se descarga, desde la caja de mezclado hacia la caja esparcidora, esta caja esparcidora debe ser de ancho ajustable. También deben estar equipadas con gusanos sin fin para distribuir el material de manera uniforme a todo lo ancho.

Procedimiento de ejecución

Se debe realizar la calibración del ancho de la abertura del equipo pavimentador, para lo cual se deberá emplear los materiales del diseño.

Se realizará la aplicación del mortero asfáltico con el pavimentador el cual se aplicará con un espesor de acuerdo al diseño, teniendo en cuenta el tipo de carga a soportar, el tipo de vía el cual definirá del mismo modo la granulometría a emplear.

El equipo pavimentador llamado HD-10 o similar, realizará un esparcido y al mismo tiempo nivelación de la lechada asfáltica sobre la superficie a tratar, con el espesor adecuado realizado según el diseño, para el cual se realizó la calibración del equipo previamente a la aplicación.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que la Aplicación del Slurry Seal se ha realizado de acuerdo a esta especificación y que cumpla a satisfacción con los ensayos y controles de calidad.

Medición

Esta partida se medirá en metros cuadrados (m²) de área sellada, realmente ejecutada.

Pago

El área sellada se pagará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m²) y dicho precio y pago constituirá la compensación completa por toda la mano de obra, materiales, herramientas y equipos requeridos para completar satisfactoriamente esta partida.

PARTIDA 01.05 EMULSIÓN ASFÁLTICA CSS-1h

Consiste en la emulsión asfáltica de rotura lenta tipo CSS-1h a emplearse en Slurry Seal. Ceñirse a lo indicado en la sección 421 de la Norma EG-2000.

ITEM 2.00 OBRAS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

PARTIDA 02.01 BACHEO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL TIPO II

Descripción

Esta partida corresponde al mejoramiento de la superficie de la calzada utilizando una capa de Slurry Seal resistente a al pérdida de áridos.

En campo, se demarcará la superficie a bachear, se cuadricula y se procede a eliminar el material suelto. Luego se aplica un riego de agua para apelmazar el material granular. Se procede a aplicar un riego de liga sobre la superficie a tratar para finalmente aplicar la mezcla de Slurry Seal convencional preparada manualmente y mezclada con el trompo.

EL material es transportado en carretillas cuidando que no se produzca segregación y aplicado de forma manual con ayuda de reglas.

Método de Medición

Esta partida se medirá en metros cuadrados (m²) de área sellada, realmente ejecutada.

Pago

El área sellada se pagará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m²) y dicho precio y pago constituirá la compensación completa por toda la mano de obra, materiales, herramientas y equipos requeridos para completar satisfactoriamente esta partida.

PARTIDA 02.02 SELLO DE FISURAS CON SLURRY SEAL TIPO I

Descripción

Este trabajo consiste en sellar las fisuras de la zona considerada con mortero asfáltico, para lo cual preliminarmente se demarcan las fisuras con tiza. Posteriormente el equipo ruteador canaliza la fisura o grieta en una sección de ½" de ancho por una profundidad de la misma dimensión.

Realizado el ruteo, se procede a la eliminación de polvo y restos de material con la ayuda de una compresora de aire, luego se prepara de forma manual en una carretilla una mezcla de slurry seal con arena chancada pasante el tamiz N° 16, con un contenido de emulsión de aproximadamente 30 %. Deberá considerarse una mezcla de contextura bastante fluida, y aplicarse en forma manual utilizando recipientes que permitan llenar los canales ruteados; una vez que ha curado parcialmente el mortero, se esparce arena gruesa para evitar la adherencia del asfalto a los neumáticos. El tráfico se abre una vez que cura el "slurry seal", aprox. a las 3 horas.

Medición

Esta partida se medirá en metros lineales (ml) de la longitud trabajada, realmente ejecutada.

Pago

La longitud trabajada se pagará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro lineal (ml) y dicho precio y pago constituirá la compensación completa por toda la mano de obra, materiales, herramientas y equipos requeridos para completar satisfactoriamente esta partida.

PARTIDA 02.03 SELLO DE FISURAS CON EMULSIÓN CSS-1h

Descripción

Este trabajo consiste en sellar las fisuras de la zona considerada con emulsión de rotura lenta, para lo cual preliminarmente se utiliza aire a presión para eliminar de la fisura todo resto de material o polvo; luego se aplica forma manual un riego de emulsión asfáltica de rotura lenta CSS-1h a lo largo de la fisura tratando de formar una banda, posteriormente a la aplicación de la emulsión asfáltica se rocía arena gruesa para evitar que los neumáticos se adhieran al asfalto, la arena también rellena la abertura de las fisuras. El tráfico se abre una vez que cura la emulsión, esto aproximadamente a las dos horas.

Medición

Esta partida se medirá en metros cuadrados tomados como el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada.

Pago

Se pagará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m²) y dicho precio y pago constituirá la compensación completa por toda la mano de obra, materiales, herramientas y equipos requeridos para completar satisfactoriamente esta partida.

ITEM 3.00 OBRAS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

PARTIDA 03.01 APLICACIÓN DE SLURRY SEAL TIPO II

Ídem al ítem 1.04.

PARTIDA 03.02 EMULSIÓN ASFÁLTICA CSS-1h

Ídem al ítem 1.05.

3.3 Planilla de Metrados

SUSTENTO DE METRADOS

Señores : **PROVIAS NACIONAL**
 Obra : **Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos**
 Tramo : **Km 069+000 al Km 074+000 - Superficie de Rodadura**
 Departamento: **Lima**
 Provincia : **Cañete**
 Fecha : **Lima, 30 de octubre del 2009**

ITEM	DESCRIPCION	UND.					Repeticiones	CANTIDAD
1.00	CAMBIO DE ESTANDAR							
	SUPERFICIE DE RODADURA	UND.	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ESPESOR (M)	GLN/M2	Repeticiones	CANTIDAD
1.01	RECONFORMACIÓN BASE GRANULAR	M3	5000	4	0.20		1	4000
1.02	BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO (NO INC. EMULSION)	M3	5000	4	0.05		1	1000
1.03	EMULSION Para ESTABILIZACION DE BASE	GLN	5000	4		0.37	1	7400
1.04	APLICACION DE SLURRY SEAL TIPO II (NO INC. EMULSION)	M2	5000	4			1	20000
1.05	EMULSION ASFALTICA CSS-1H Para SLURRY SEAL	GLN	5000	4		0.25	1	5000
2.00	OBRAS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO (7 AÑOS)							
	SUPERFICIE DE RODADURA	UND.	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	%		Repeticiones	CANTIDAD
2.01	BACHEO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL TIPO II	M2	5000	4	10%		7	14000
2.02	SELLO DE FISURAS CON SLURRY SEAL TIPO I	M2	5000	4	7.5%		7	10500
2.03	SELLO DE FISURAS CON EMULSION CSS-1h	M2	5000	4	7.5%		7	10500
3.00	OBRAS DE MANTENIMIENTO PERIODICO (7 AÑOS)							
	SUPERFICIE DE RODADURA	UND.	LONGITUD (M)	ANCHO (M)		GLN/M2	Repeticiones	CANTIDAD
3.01	APLICACION DE SLURRY SEAL TIPO II (NO INC. EMULSION)	M2	5000	4			2	40000
3.02	EMULSION ASFALTICA CSS-1H Para SLURRY SEAL	GLN	5000	4		0.25	2	10000

3.4 Análisis de Precios Unitarios

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos						
CLIENTE:	PROVIAS NACIONAL						
TRAMO:	Km 69.000 al Km 74.000 SUPERFICIE DE RODADURA						
FECHA:	Viernes, 30 de Octubre de 2009						
<i>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS - FIC 2009</i>							
Partida	1.01 RECONFORMACIÓN BASE GRANULAR						
Rendimiento	200.00 M3/DIA		Costo Unitario Directo				M3 \$i. 358.80
Codigo	Descripcion Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub Total
	MATERIAL CHANCADO DE CANTERA (DMAX=2")	M3		1.300	\$i. 126.00	\$i. 163.80	
	CONFORMACION DE BASE GRANULAR EN CALZADA	M3		1.300	\$i. 150.00	\$i. 195.00	\$i. 358.80
COSTO DIRECTO							\$i. 358.80
Partida	1.02 BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO (NO INC. EMULSION)						
Rendimiento	200.00 M3/DIA		Costo Unitario Directo				M3 \$i. 358.80
Codigo	Descripcion Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub Total
	MATERIAL CHANCADO DE CANTERA (DMAX=2")	M3		1.300	\$i. 126.00	\$i. 163.80	
	CONFORMACION DE BASE GRANULAR EN CALZADA	M3		1.300	\$i. 150.00	\$i. 195.00	\$i. 358.80
COSTO DIRECTO							\$i. 358.80
Partida	1.03 EMULSION Para ESTABILIZACION DE BASE						
Rendimiento	1.00 GL/DIA		Costo Unitario Directo				GL \$i. 8.19
Codigo	Descripcion Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub Total
	<i>Materiales</i>						
	EMULSION ASFALTICA CATIONICA CRS-2	GLN		1.000	\$i. 8.19	\$i. 8.19	\$i. 8.19
COSTO DIRECTO							\$i. 8.19
Partida	1.04 APLICACION DE SLURRY SEAL TIPO II (NO INC. EMULSION)						
Rendimiento	2000.00 M2/DIA		Costo Unitario Directo				M2 \$i. 3.98
Codigo	Descripcion Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub Total
	<i>Mano de Odra</i>						
	CAPATAZ	HH	0.75	0.003	\$i. 16.75	\$i. 0.05	
	OFICIAL	HH	2.00	0.008	\$i. 13.49	\$i. 0.11	
	PEON	HH	5.00	0.020	\$i. 12.49	\$i. 0.25	\$i. 0.41
	<i>Materiales</i>						
	GRAVILLA PITRAT SUPERFICIAL	M3		0.010	\$i. 54.82	\$i. 0.55	
	AGUA LIMPIA	GLN		0.250	\$i. 7.00	\$i. 1.75	
	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		0.004	\$i. 18.00	\$i. 0.07	
COSTO DIRECTO							\$i. 2.37
	<i>Equipos y Herramientas</i>						
	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	HM	1	0.002	\$i. 69.23	\$i. 0.14	
	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	HM	1	0.002	\$i. 63.00	\$i. 0.13	
	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1.800 G	HM	1	0.004	\$i. 119.29	\$i. 0.48	
	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	HM	1	0.004	\$i. 109.70	\$i. 0.44	
	HERRAMIENTAS MENORES	%		0.050	\$i. 0.41	\$i. 0.02	\$i. 1.20
COSTO DIRECTO							\$i. 3.98
Partida	1.05 EMULSION ASFALTICA CSS-1H Para SLURRY SEAL						
Rendimiento	1.00 GL/DIA		Costo Unitario Directo				GL \$i. 8.19
Codigo	Descripcion Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub Total
	<i>Materiales</i>						
	EMULSION ASFALTICA CATIONICA CSS-1h	GLN		1.000	\$i. 8.19	\$i. 8.19	\$i. 8.19
COSTO DIRECTO							\$i. 8.19

MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE- YAUYOS DEL KM 69+000 AL KM 74+000 SUPERFICIE DE RODADURA

Partida 2.01 BACHEO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL TIPO II								
Rendimiento		1600.00 M2/DIA		Costo Unitario Directo			M2	S/. 5.72
Codigo	Descripcion Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub Total	
Mano de Obra								
	CAPATAZ	HH	1.00	0.005	S/. 16.75	S/. 0.08		
	OPERARIO	HH	1.00	0.005	S/. 14.66	S/. 0.07		
	OFICIAL	HH	1.00	0.005	S/. 13.49	S/. 0.07		
	PEON	HH	2.00	0.010	S/. 12.49	S/. 0.12	S/. 0.35	
Materiales								
	GRAVILLA P/TRAT.SUPERFICIAL	M3		0.010	S/. 54.82	S/. 0.55		
	AGUA LIMPIA	GLN		0.250	S/. 7.00	S/. 1.75		
	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		0.004	S/. 18.00	S/. 0.07		
	EMULSION ASFALTICA CATIONICA CSS-1h	GLN		0.250	S/. 8.19	S/. 2.05	S/. 4.42	
Equipos y Herramientas								
	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	HM	1	0.005	S/. 69.23	S/. 0.35		
	SELLADOR DE FISURAS	HM	1	0.005	S/. 11.15	S/. 0.06		
	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	HM	1	0.005	S/. 63.00	S/. 0.32		
	CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1TON.	HM	1	0.005	S/. 44.20	S/. 0.22		
	HERRAMIENTAS MENORES	%		0.050	S/. 0.35	S/. 0.02	S/. 0.96	
COSTO DIRECTO							S/. 5.72	
Partida 2.02 SELLO DE FISURAS CON SLURRY SEAL TIPO I								
Rendimiento		1600.00 M2/DIA		Costo Unitario Directo			M2	S/. 5.56
Codigo	Descripcion Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub Total	
Mano de Obra								
	CAPATAZ	HH	1.00	0.005	S/. 16.75	S/. 0.08		
	OPERARIO	HH	1.00	0.005	S/. 14.66	S/. 0.07		
	OFICIAL	HH	1.00	0.005	S/. 13.49	S/. 0.07		
	PEON	HH	2.00	0.010	S/. 12.49	S/. 0.12	S/. 0.35	
Materiales								
	GRAVILLA P/TRAT.SUPERFICIAL	M3		0.010	S/. 54.82	S/. 0.55		
	AGUA LIMPIA	GLN		0.250	S/. 7.00	S/. 1.75		
	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		0.004	S/. 18.00	S/. 0.07		
	EMULSION ASFALTICA CATIONICA CSS-1h	GLN		0.230	S/. 8.19	S/. 1.88	S/. 4.25	
Equipos y Herramientas								
	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	HM	1	0.005	S/. 69.23	S/. 0.35		
	SELLADOR DE FISURAS	HM	1	0.005	S/. 11.15	S/. 0.06		
	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	HM	1	0.005	S/. 63.00	S/. 0.32		
	CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1TON.	HM	1	0.005	S/. 44.20	S/. 0.22		
	HERRAMIENTAS MENORES	%		0.050	S/. 0.35	S/. 0.02	S/. 0.96	
COSTO DIRECTO							S/. 5.56	
Partida 2.03 SELLO DE FISURAS CON EMULSION CSS-1h								
Rendimiento		1600.00 M2/DIA		Costo Unitario Directo			M2	S/. 3.35
Codigo	Descripcion Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub Total	
Mano de Obra								
	CAPATAZ	HH	1.00	0.005	S/. 16.75	S/. 0.08		
	OPERARIO	HH	1.00	0.005	S/. 14.66	S/. 0.07		
	OFICIAL	HH	1.00	0.005	S/. 13.49	S/. 0.07		
	PEON	HH	2.00	0.010	S/. 12.49	S/. 0.12	S/. 0.35	
Materiales								
	EMULSION ASFALTICA CATIONICA CSS-1h	GLN		0.250	S/. 8.19	S/. 2.05	S/. 2.05	
Equipos y Herramientas								
	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	HM	1	0.005	S/. 69.23	S/. 0.35		
	SELLADOR DE FISURAS	HM	1	0.005	S/. 11.15	S/. 0.06		
	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	HM	1	0.005	S/. 63.00	S/. 0.32		
	CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1TON.	HM	1	0.005	S/. 44.20	S/. 0.22		
	HERRAMIENTAS MENORES	%		0.050	S/. 0.35	S/. 0.02	S/. 0.96	
COSTO DIRECTO							S/. 3.35	

MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CANETE- YAUYOS DEL KM 69+000 AL KM 74+000
SUPERFICIE DE RODADURA

3.5 Valor referencial detallado por Partidas

PRESUPUESTO GENERAL - SUPERFICIE DE RODADURA

Señores : PROVIAS NACIONAL

Obra : Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos

Tramo : Km 069+000 al Km 074+000 - Superficie de Rodadura

Departamento: Lima

Provincia : Cañete

Fecha : Lima, 30 de octubre del 2009

ITEM	DESCRIPCION	UID.	CANTIDAD	P.UINT	PARCIAL	SUB TOTAL
1.00	CAMBIO DE ESTANDAR					
	SUPERFICIE DE RODADURA					S/. 1,934,186.61
1 01	RECONFORMACIÓN BASE GRANULAR	M3	4000 00	S/ 358 80	S/ 1.435 200 00	
1 02	BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO (NO INC EMULSION)	M3	1000 00	S/ 358 80	S/ 358.800 00	
1 03	EMULSION Para ESTABILIZACIÓN DE BASE	GLN	7400 00	S/ 8 19	S/ 60.606 00	
1 04	APLICACION DE SLURRY SEAL TIPO II (NO INC EMULSION)	M2	20000 00	S/ 3 98	S/ 79.580 61	
1 05	EMULSION ASFALTICA CSS-1H Para SLURRY SEAL	GLN	5000 00	S/ 8 19	S/ 40.950 00	
2.00	OBRAS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO (7 AÑOS)					
	SUPERFICIE DE RODADURA					S/. 173.680.14
2 01	BACHEO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL TIPO II	M2	14000 00	S/ 5 72	S/ 80.114 86	
2 02	SELLO DE FISURAS CON SLURRY SEAL TIPO I	M2	10500 00	S/ 5 56	S/ 58.366.24	
2 03	SELLO DE FISURAS CON EMULSION CSS-1h	M2	10500 00	S/ 3 35	S/ 35.199 04	
3.00	OBRAS DE MANTENIMIENTO PERIODICO (7 AÑOS)					
	SUPERFICIE DE RODADURA					S/. 241,061.22
3 01	APLICACION DE SLURRY SEAL TIPO II (NO INC EMULSION)	M2	40000 00	S/ 3 98	S/ 159.161 22	
3 02	EMULSION ASFALTICA CSS-1H Para SLURRY SEAL	GLN	10000 00	S/ 8 19	S/ 81.900 00	
COSTO DIRECTO OBRAS PRINCIPALES S/.						S/. 1,934,186.61
COSTO DIRECTO MANTTO. TOTAL S/.						S/. 414,741.36
TOTAL PRESUPUESTO						S/. 2,348,927.97

CONDICIONES GENERALES

- 1.- PRECIOS EN NUEVOS SOLES
- 2.- MANTENIMIENTO: 07 AÑOS
- 3.- COSTO A PRECIOS UNITARIOS
- 4.- METRADOS REFERENCIALES

3.6 Programa General de Ejecución

PROGRAMACION DE OBRA																											
PROYECTO: MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYS																											
DEL KM 69+000 al km. 74+000																											
FECHA : 01/11/2009																											
REALIZADO: César Ramos Salazar																											
Item	Descripción	Und.	Metrado	AÑO 2009			AÑO 2010			AÑO 2011			AÑO 2012			AÑO 2013			AÑO 2014			AÑO 2015			AÑO 2016		
				AÑO 01			AÑO 02			AÑO 03			AÑO 04			AÑO 05			AÑO 06			AÑO 07					
				Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago
01.00	CAMBIO DE ESTANDAR																										
01.01	CAMBIO DE ESTANDAR (PUESTA A PUNTO)	m2	20.000																								
02.00	MANTENIMIENTO RUTINARIO																										
02.01	BACHEO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL TIPO II	m2	14.000																								
02.02	SELLO DE FISURAS CON SLURRY SEAL TIPO I	m2	10.500																								
02.03	SELLO DE FISURAS CON EMULSION CSS-1H	m2	10.500																								
03.00	MANTENIMIENTO PERIODICO																										
03.01	APLICACIÓN DE SLURRY SEAL TIPO II	m2	40.000																								
04.00	MEDICION DE PARAMETROS																										
04.01	TOMA DE DATOS (CLIMA, TRAFICO, FALLAS, COSTOS ECT)	MES	84																								
04.02	MEDICIÓN DE RUGOSIDAD Y DEFLECTOMETRÍA	MES	8																								

CONCLUSIONES

Complementando las conclusiones obtenidas en el Informe del Perfil (ítem 1.4) se concluye y/o reafirma lo siguiente:

- Para un periodo de 7 años se verificó que la solución más rentable para el Estado desde del punto de vista económico, es el cambio de estándar de superficie afirmada a tratamiento superficial Slurry Seal Tipo II para el tramo en estudio considerando que es una carretera de Bajo Volumen de Tránsito.
- El Slurry Seal Tipo II (utilizado mundialmente para el mantenimiento de carpetas asfáltica) al ser utilizado como superficie de rodadura sobre una base estabilizada con emulsión, a demostrado ser una buena alternativa para realizar cambios de estándar a solución básica.
- El uso de polímeros en la mezcla de Slurry Seal no se justifica para cambios de estándar a Solución Básica, debido a que incrementaría el valor del cambio de estándar y su uso está dirigido a vías de gran volumen de tráfico, lo cual no sería coherente con la solución que se espera obtener en carreteras de BVT.
- El cambio a solución básica impacta considerablemente en el IMD (por sus beneficios: la reducción de polvo, factibilidad para realizar señalización horizontal, reducción del IRI, incremento de la velocidad, reducción de costos de mantenimiento), por lo que se considera viable esta estrategia como una solución intermedia para incentivar a futuro un cambio a carpeta asfáltica y modificación del trazo.
- Los espesores mínimos deseables y uso de carpeta asfáltica en caliente para carreteras con una cantidad de 5.3×10^5 de EE de 8.2t (obtenido en el tramo en estudio) indicados en el *Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito* (Cuadro 5.6.6 Pág. 163) no son económicamente viables.

RECOMENDACIONES

- La estimación del Tráfico Desviado es fundamental para el diseño del pavimento en un Cambio de Estándar, debido a que el diseño puede quedar superado antes de lo previsto. Por lo tanto, se recomienda realizar un nuevo estudio de tráfico, para verificar los datos obtenidos, ya que el incremento del IMD es considerable.
- Remitirse a las especificaciones y recomendaciones de la ISSA A-105 para el diseño, elaboración y control del Slurry Seal, ya que lo indicado en la actual norma EG-2000 difiere de la ISSA.
- A pesar que el MS N°19 del AEMA deja abierta la posibilidad de emplear material no chancado, es recomendable que el agregado del Slurry Seal sea 100% chancado como lo recomienda la ISSA.
- Para valores menores de 6×10^5 de EE de 8.2t, se recomienda incluir el cambio a Solución Básica en el *Cuadro 5.6.6 Tipos de superficie de rodadura y espesores mínimos deseables del Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito* (Pág. 163 versión 2008), de manera tal que se sugiera el uso de un Slurry Seal Tipo II ó III dependiendo de la velocidad esperada en la vía, considerando el Tipo II para velocidades bajas como las obtenidas en Sierra y Tipo III para velocidades altas como las obtenidas en la Costa.
- Incluir las Especificaciones Técnicas de la aplicación del Slurry Seal Tipo II y III en el *Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito* del MTC EG-CBT 2005 bajo el concepto de Solución Básica.

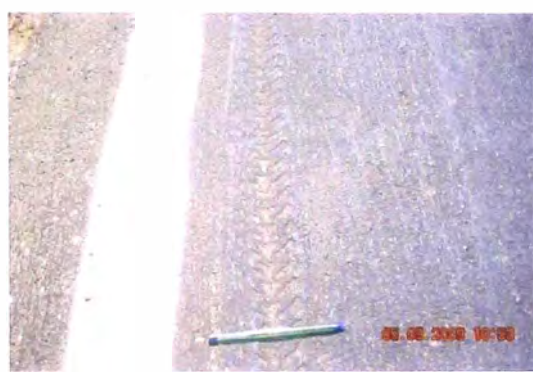
BIBLIOGRAFÍA





- Asphalt Emulsion Manufacturers Association. Manual Básico de Emulsiones Asfálticas – Manual Series N° 19. USA, 2001.
- Consorcio Gestión de Carreteras. Estudios Técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica Carretera: Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Dv. Yauyos - Ronchas – Chupaca Tramo: Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas. Perú, 2008.
- Consorcio Red Vial 5. Especificaciones Técnicas para el Mejoramiento Periódico de la Carretera Ancón – Pativilca. Perú, 2007.
- Federal Highway Administration. State of Practice Design, Construction, and Performance for Micro-surfacing. USA, 1994 (Traducido al Español por Ray Saucedo, 2004).
- International Slurry Surfacing Association. Recommended Performance Guidelines For Emulsified Asphalt Slurry Seal. USA, 2005.
- MTC. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000. Perú, 2000.
- MTC. Estudio de Pre Inversión a nivel de factibilidad Proyecto mejoramiento y rehabilitación de la carretera Cañete- Huancayo. Perú, 2005.
- MTC. Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito. Perú, 2005.
- MTC. Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Perú, 2008.
- MTC. Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen De Tránsito, Volúmenes I, II y III. Perú, 2008.
- ProInversión. Segundo proyecto de Contrato de Concesión de las obras y mantenimiento de los tramos viales Cañete-Lunahuaná-Zúñiga. Perú, 2005.
- www.aema.org
- www.proviasdep.gob.pe
- www.proviasnac.gob.pe
- www.regionlima.gob.pe
- www.slurry.org





ANEXOS

ANEXO 1 PANEL FOTOGRÁFICO

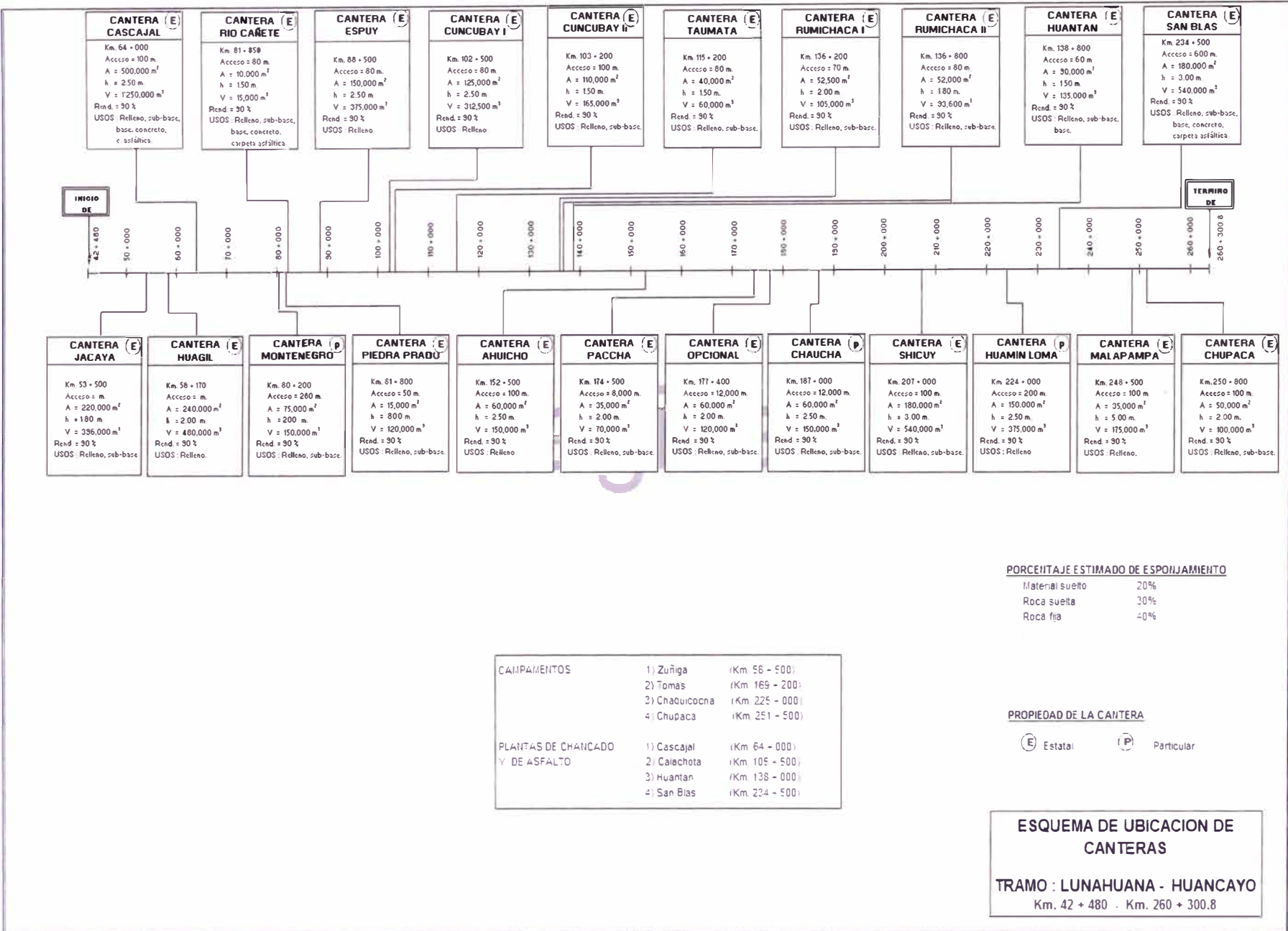
Descripción	Evidencia fotográfica
Bache superficial	 A close-up photograph of a surface pothole on a road. The pothole is filled with loose material and has a white marker placed inside it. The date and time stamp in the bottom right corner reads "05.08.2008 10:05".
La superficie de rodadura presenta un espesor de aproximadamente 1cm.	 A close-up photograph of a road surface showing a thin layer of material. A yellow measuring tape is placed vertically against the surface to indicate its thickness. The date and time stamp in the bottom right corner reads "05.08.2008 10:05".
Superficie irregular, se aprecian cambios de textura en el eje de la vía.	 A wide-angle photograph of a road showing irregularities and changes in texture along its length. A person wearing a red jacket and a white hat is standing on the right side of the road. The date and time stamp in the bottom right corner reads "05.08.2008 10:45".

<p>Desintegración superficial, predominantemente en el eje de la vía.</p>	
<p>Huellas de motocicleta realizadas durante la etapa de la construcción.</p>	
<p>Ancho de carpeta mínimo. Se presentan zonas sin bermas donde inclusive se presenta erosión en la señalización.</p>	
<p>Huellas de maquinaria producidas durante el estado fresco.</p>	

<p>Desintegración de la superficie en el eje de la vía.</p>	
<p>Huella de emulsión asfáltica producida por goteo de la maquina pavimentadora.</p>	
<p>Diferencias de texturas en los acabados.</p>	
<p>Bache superficial.</p>	

<p>Bache superficial.</p>	
<p>Baches superficiales.</p>	
<p>Ancho variable de la vía. Se encontraron anchos menores al mínimo de hasta 3m manteniendo el trazo original a pesar de ser deficiente.</p>	
<p>Huellas de animales producidos durante la etapa de la construcción.</p>	

ANEXO 2 UBICACIÓN DE CANTERAS



MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CANETE - YAUYES DEL KM 69+000 AL KM 74+000 SUPERFICIE DE RODADURA

Bach. CÉSAR ALFONSO RAMOS SALAZAR