

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE YAUYOS DEL KM. 99+000 al KM. 104+000
SUPERFICIE DE RODADURA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOSE HERNAN URBINA ROJAS

Lima- Perú

2009

Este trabajo está dedicado a mi madre que me apoyo en todo momento, y en especial a mi novia Blanca por que fue una motivación especial para terminar con éxito el curso.

INDICE

	Pág.
1.- RESUMEN.	4
2.- LISTA DE CUADROS.	5
3.- LISTA DE FIGURAS.	7
4.- LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS.	8
INTRODUCCION	9
CAPITULO I: RESUMEN DE LA EVALUACION A NIVEL DE PERFIL	
1.1.- ASPECTOS GENERALES	10
1.2.- IDENTIFICACION DE LOS PROBLEMAS	11
1.3.- FORMULACION Y EVALUACION	14
1.3.1.- Análisis de la demanda	14
1.3.2.- Estudio del tráfico.	17
1.4.- EVALUACION Y COSTO DE LAS ALTERNATIVAS	19
1.4.1.- Planteamiento de las alternativas	19
1.4.2.- Costo de las alternativas planteadas	23
1.4.3.- Calculo de los costos de operación vehicular y ahorro en los tiempos de viaje	25
1.4.4.- Evaluación económica a nivel de perfil de las alternativas.	30
CAPITULO II: MARCO TEORICO	
2.1.- MARCO TEORICO.	33
2.2.- TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA.	35
2.2.1.- Superficie de rodadura que aportan estructuralmente al pavimento.	35
2.2.2.- Superficie de rodadura que no aportan estructuralmente al pavimento.	36
2.3.- TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.	36
2.3.1.- Tratamiento superficial múltiple.	37
2.3.2.- Mortero asfáltico (slurry seal).	38
2.4.- EVALUACION SUPERFICIAL.	38

CAPITULO III: SUPERFICIE DE RODADURA

3.1.- DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA.	47
3.2.- FALLAS ENCONTRADAS EN LA SUPERFICIE DE RODADURA.	57
3.3.- ANALISIS DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL TRAMO EN ESTUDIO.	60

CAPITULO IV: EXPEDIENTE TECNICO DE CONSERVACION

4.1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.	62
4.1.1.- Mantenimiento rutinario.	63
4.1.2.- Mantenimiento periódico.	64
4.1.3.- Atención de emergencias.	66
4.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS.	67
4.2.1.- Partidas de mantenimiento rutinario.	67
4.2.2.- Partidas de mantenimiento periódico.	69
4.2.3.- Actividades de emergencia.	71
4.3.- PRESUPUESTO Y ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS. DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIODICO	72

CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFIA	78

ANEXOS	Pág.
1.- Anexo 1. Valores de IRI tramo km: 99+800 al Km 100+200 – Grupo 9 Sección B	81
2.- Anexo 2. Valores de IRI tramo Km: 79+500 al km 113+700 – Contratista ICCGSA.	82
3.- Anexo 3. Proceso grafico de construcción de la base estabilizada y la colocación de tratamiento superficial slurry seal.	83
4.- Anexo 4.- Estudio de rugosidad y estudio de deflectometria	84
5.- Anexo 5.- Análisis de precios unitarios mantenimiento periódico.	89

RESUMEN

La carretera Cañete-Yauyos-Huancayo forma parte de la Red Nacional (ruta 22) y permite la comunicación entre los departamentos de Lima y Junín como ruta alternativa a la Carretera Central.

En este informe se desarrollan cuatro capítulos los cuales se describen seguidamente.

El capítulo I se expone el resumen del estudio de pre inversión a nivel de Perfil de la carretera Ruta 22, tramo: Cañete-Yauyos-Huancayo, en los cuales se realiza la identificación de los problemas de carretera, la formulación y la evaluación de las alternativas del proyecto, para lo cual se calcula la cantidad de vehículos que atraviesan dicha carretera diario, se analizan los costos de operación de los vehículos, los costos económicos de ahorro en tiempo de viaje, los costos de mantenimiento, para finalmente calcular el valor actual neto y elegir una de las alternativas propuestas.

En el capítulo II está referido al marco teórico donde se define que es una superficie de rodadura, cuales son los tipos de superficie de rodadura, definición de tratamientos superficiales, los tratamientos superficiales más comunes, criterios para la evaluación superficial de un pavimento y su clasificación según el método PCI, clasificación de las fallas según el cuerpo de la armada de los E.U.A, también encontraremos como se clasifica la superficie de rodadura de acuerdo al índice de rugosidad internacional (IRI), definido por el banco mundial en la década de los años 80, que es utilizado actualmente.

El capítulo III se elabora la propuesta para la estructura del pavimento, considerando que al inicio la carpeta de rodadura era de afirmado, así mismo se toma información de la situación actual de la carpeta de rodadura y se realiza un análisis de las fallas encontradas en la superficie de rodadura, se menciona su respectiva solución.

El capítulo IV se define los tipos de mantenimiento rutinario y periódico de la vía, se elabora un expediente de las fallas más comunes y los costos para un mantenimiento rutinario y periódico de la vía.

LISTA DE CUADROS	Página.
Cuadro N °1.01: Estado actual de la vía.	11
Cuadro N° 1.02: Calculo del IMD.	17
Cuadro N° 1.03: Porcentaje que representa cada tipo de vehículo	18
Cuadro N° 1.04: Proyección del tráfico normal hasta el año 2015	18
Cuadro N° 1.05: Proyección del trafico general hasta el año 2015	19
Cuadro N° 1.06: Balance oferta demanda	22
Cuadro N° 1.07: Costos en la situación con proyecto – Alternativa 1	23
Cuadro N° 1.08: Costos en la situación con proyecto – Alternativa 2.	24
Cuadro N° 1.09: Costos en la situación con proyecto – Alternativa 3.	25
Cuadro N° 1.10: Consideraciones para escoger los valores de Cov.	25
Cuadro N° 1.11: Costos operación vehicular alternativa 1,2 y 3	26
Cuadro N° 1.12: Reducción o ahorro de los cov debido a la alternativa 1.	27
Cuadro N° 1.13: Reducción o ahorro de los Cov. debido a la alternativa 2.	27
Cuadro N° 1.14: Reducción o ahorro de los cov debido a la alternativa 3.	27
Cuadro N° 1.15: Reducción de costo por tiempos de viaje Alternativa 1.	28
Cuadro N° 1.16: Reducción de costo por tiempos de viaje Alternativa 2.	29
Cuadro N° 1.17: Reducción de costo por tiempos de viaje Alternativa 3.	29
Cuadro N° 1.18: Costos de inversión, mantenimiento rutinario y periódico de la alternativa 1, alternativa 2 y alternativa 3.	30
Cuadro N° 1.19: Costos de inversión por 5 Km. aplicando los factores de conversión económico a la alternativa 1, alternativa 2 y alternativa 3).	30

Cuadro Nº 1.20: Calculo del VAN para la alternativa 1.	31
Cuadro Nº 1.21: Calculo del VAN para la alternativa 2.	31
Cuadro Nº 1.22: Calculo del VAN para la alternativa 3.	32
Cuadro Nº 2.01: Cuadro de valores de evaluación del pavimento Método PCI.	40
Cuadro Nº 2.02: Numero de falla y descripción de falla para la evaluación superficial de la superficie de rodadura.	41
Cuadro Nº 2.03: Clasificación de la vía según el IRI (Índice de rugosidad internacional).	42
Cuadro Nº 2.04: Clasificación de la condición del pavimento según el método PSI.	45
Cuadro Nº 3.01: Estructura de la base y superficie de rodadura	48
Cuadro Nº 3.02: Ventajas y desventajas uso de estabilizador Roan Chem .	51
Cuadro Nº 3.03: Ventajas y desventajas uso de estabilizador emulsión asfáltica.	52
Cuadro Nº 3.04: Ventajas y desventajas uso de Slurry Seal.	52
Cuadro Nº 3.05: Ventajas y desventajas uso de Monocapa.	52
Cuadro Nº 3.06: Estado actual de la superficie de rodadura.	55
Cuadro Nº 3.07: Valores de IRI tomados entre el Km. 99+800 y Km. 100+200.	56

LISTA DE FIGURAS	Página.
1. Figura N°1.01: Mapa de ubicación del proyecto, ruta: Cañete – Yauyos – Huancayo	10
2. Figura N° 1.02: Área de influencia Indirecta.	15
3. Figura N° 1.03: Área de influencia Directa.	16
4. Figura N° 2.01: Capas típicas de los pavimentos flexibles y rígidos.	36
5. Figura N° 2.02: Valores de IRI según antigüedad del pavimento	43
6. Figura N° 2.03: Deterioro de los caminos con el transcurso del tiempo	46

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

MTC:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
TSM:	Tratamiento superficial monocapa.
VAN:	Valor actual neto.
TIR:	Tasa interna de retorno.
CBR:	California Bearing Ratio.
MDS:	Máxima densidad seca.
OCH:	Óptimo contenido de humedad.
AASHTO:	American Association of State Highway and Transportation Officials.
IMD:	Índice Medio Diario.
Cov:	Costo de Operación Vehicular.
EG-2000:	Especificaciones técnicas generales para la construcción de Carreteras (2000).
msnm:	Metros sobre el nivel del mar.
ICCGSA:	Compañía Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A.

INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo del Informe de Suficiencia se ha efectuado el trabajo de gabinete y campo, en este se menciona las pautas que se debe de tener para conservar una carretera como si estuviera recién construida, es decir sin huecos, baches u otras fallas que impidan el traslado con vehículos a velocidades para las cuales fueron diseñadas.

Se describe para ello alternativas a nivel de la superficie de la carretera, en la cual se escogerá la más viable económica y funcionalmente así mismo se describen los procedimientos para la evaluación superficial de la carretera.

En el trabajo de campo se ha observado diversos tipos de falla, en la superficie de la carretera los cuales se muestran en imágenes y describe las posibles causas que las han generado, así como su respectiva solución.

Con el fin de mantener el óptimo estado operativo de la carretera se ha elaborado un expediente de mantenimiento. En el cual se describe las fallas más comunes y sus costos de reparación.

Se espera que este informe sirva como base para futuros trabajos de otras carreteras similares en el país.

CAPITULO I

CAPITULO I.- RESUMEN DE LA EVALUACION A NIVEL DE PERFIL

1.1.- ASPECTOS GENERALES

Nombre del proyecto

Monitoreo de serviciabilidad* de la carretera Cañete – Yauyos del km 99+000 al km 104+000 - superficie de rodadura.

Ubicación

La zona de estudio se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Yauyos, entre los poblados de Capillucas (1581 msnm) y Calachota (1740 msnm), el tramo asignado para el monitoreo se encuentra ubicado entre los km 99+000 y km 104+000 de la carretera Cañete – Yauyos - Huancayo, siendo las coordenadas UTM del punto de inicio y final 395041 E, 8595955 S; 395259 E, 8601794 S, respectivamente. (Ver figura 1.01)

Figura N° 1.01: Mapa de ubicación del proyecto, ruta: Cañete – Yauyos – Huancayo.



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Fecha: año 2007

* SERVICIABILIDAD.- (DEFINISION SEGÚN AASHTO) CAPACIDAD QUE, EN UN DETERMINADO MOMENTO TIENE UN PAVIMENTO DE SERVIR AL TRANSITO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO.

Clima

Como se ha visto, el área comprometida en el proyecto se ubica en la región Yunga, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal (expuesta en su “Geografía del Perú”). Fuente: las ocho regiones naturales del Perú-Tesis 1938

A continuación se señalan las temperaturas típicas que se dan en esta región:

Yunga Marítima: Esta región se caracteriza por ser de sol dominante durante casi todo el año. La temperatura media anual diurna fluctúa entre 20 y 27°C durante el día; y durante las noches entre los 22°C.

Fuente: ICCGSA

Marco de referencia

La carretera fue proyectada y ejecutada por partes entre los años 1920 y 1930 durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía mediante la ley decretada de la conscripción vial territorial del Perú, En el año 2009, la carretera existente (Cañete-Lunahuaná-Huancayo) tiene una longitud de aproximadamente 295.810 Km., ha sido construida por el MTC, según requerimientos solicitados por el gobierno de turno. (Ver cuadro N° 1.01)

Cuadro N° 1.01: (Estado actual de la vía)

ASFALTADO(Km)	TRATAMIENTO SUPERFICIAL (Km)	AFIRMADO(Km)
52.05	15.27	228.49

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca; Provias Nacional – Abril 2008

1.2.- IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS.

Diagnóstico de la situación actual.

Situación y problemática que motiva el proyecto.

a) Antecedentes y motivos que generaron la propuesta del proyecto.

El programa de desarrollo vial “Proyecto Perú” considera dentro de su plan de mejoramiento de la carretera Cañete - Lunahuana - Chupaca - Huancayo, elevar su nivel de competitividad y de esta manera convertirse en ruta alterna para la

Carretera Central, con lo que se aligerará el tránsito vehicular, el cambio de estándar de la superficie de rodadura de la carretera en estudio a un tratamiento superficial disminuirá el tiempo de viaje que actualmente tenemos en la vía a nivel de afirmado.

b) Características de la situación negativa que se intenta modificar.

Actualmente la carretera tiene deficiencias en la superficie de rodadura; además de tener características de diseño geométrico que no son las adecuadas para una vía de dos carriles que permita el uso cómodo de la misma. También se observa deficiencias en la señalización y sistemas de drenaje.

c) Razones de interés para la comunidad resolver dicha situación

La carretera Cañete - Lunahuaná - Zúñiga - Chupaca, al proyectarse como ruta alterna de la Carretera Central, necesita elevar su capacidad vehicular para atender la demanda futura, además de convertirse en un eje de vital importancia, ya que a través de ella se podrán transportar los productos de exportación de las regiones del centro del país (alcachofas, tara, truchas, cuy, mármoles) hacia otros países, considerando que en la actualidad el Perú viene participando en tratados de libre comercio.

d) Explicación por qué es competencia del Estado resolver dicha situación

Porque el objetivo del proyecto beneficiará económicamente al país, además de beneficiar directamente a los pobladores de las zonas que se encuentran dentro su área de influencia, mejorando su calidad de vida y por ende disminuyendo el nivel de pobreza de la zona.

Zonas y poblaciones afectadas

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

Gravedad de la situación negativa que se intenta modificar

a) Grado de avance

Debido a la deficiente transitabilidad que presenta la carretera para el traslado de pasajeros y de carga, ocasiona pérdida de tiempo en los usuarios, lo cual no sucedería si la carretera estaría en mejores condiciones.

De igual forma la producción que se trasladaría, llegaría a tiempo a los mercados locales y regionales respectivamente, además los operadores de vehículos reducirán sus costos en llantas, aceite, combustible, etc., por la buena condición de la carretera.

b) Temporalidad

No cabe duda que al tener mejores vías de comunicación, mejorará la interrelación entre los pueblos, tanto en la red local como regional, por lo cual elevará su nivel de vida.

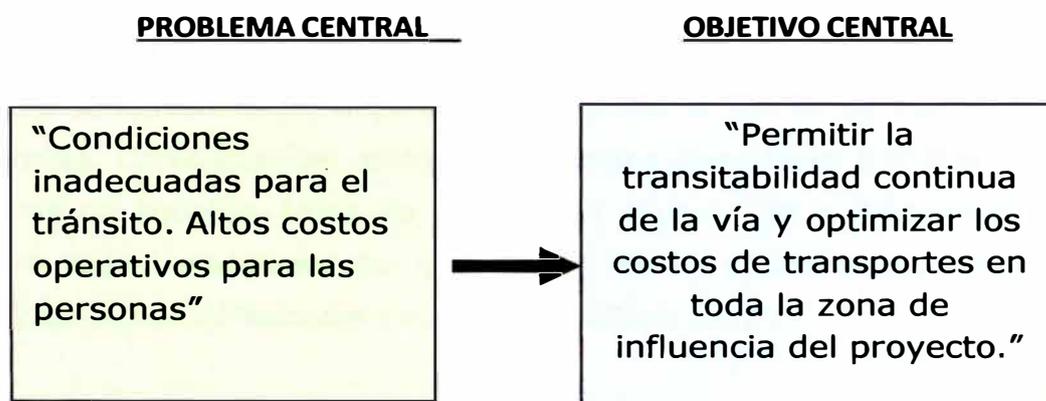
c) Relevancia

La construcción de esta carretera, creará un nuevo corredor económico en la zona, con la salida de los productos agropecuarios al mercado local regional directamente.

d) Intentos anteriores de solución

No se tiene conocimiento si anteriormente alguna entidad del estado hubiese tomado acción para intentar solucionar el problema planteado.

Objetivo del Proyecto



El objetivo del proyecto es **“Permitir la transitabilidad continua de la vía y optimizar los costos de transportes en toda la zona de influencia del proyecto”**.

Fin último: “Apoyar a la mejora del nivel de vida de la población de la provincia”.

Las acciones planteadas para cada medio fundamental son:

Programa de mantenimiento y conservación de la vía.

Programación de mantenimientos periódicos y rutinarios.

Adecuar el estándar de la superficie de rodadura y sistemas de drenaje a la demanda potencial.

- Mejoramiento del diseño geométrico y ancho de calzada.
- Mejoramiento del drenaje
- Construcción de muros de sostenimiento en puntos críticos.
- Mejoramiento de pavimento.

1.3.- FORMULACION Y EVALUACION

1.3.1.- Análisis de la demanda.

Horizonte de evaluación del proyecto

Se considera un horizonte de evaluación de siete (07) años, período en el cuál se proyectará la demanda, beneficios y costos, con el fin de determinar los indicadores de rentabilidad.

Área de influencia del proyecto

Para caracterizar el área de influencia del proyecto, se ha tomado el criterio de accesibilidad vial, identificando especialmente los distritos que se encuentran en el área de influencia de la carretera como son el distrito de Pacaran, Zúñiga, Calachota, Capillucas. (se consideran aspectos geográficos y límites naturales), además de aquellas áreas de actividades económicas o productivas que se espera sean beneficiados por el proyecto. Se ha utilizado como referencia el Mapa de la red vial Nacional y el software Google Earth.

a) Área de influencia indirecta

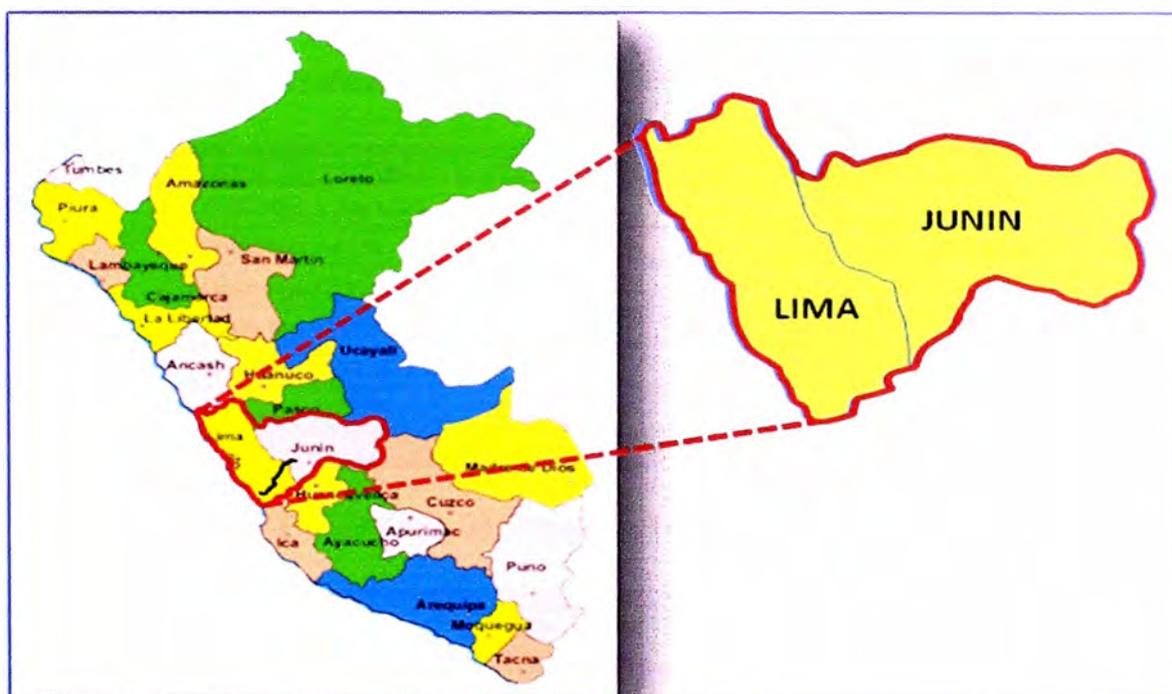
Se caracteriza a nivel departamental. Los departamentos ubicados dentro del área de influencia son Lima y Junín.

Tabla N° 1: (Población indirectamente beneficiada)

Departamento	Población 2007
Lima	8'445,211
Junín	1'225,474
Total	9'670,685

Fuente: Del número de Habitantes INEI Censo 2007

Figura N° 1.02: (Área de influencia indirecta)



Fuente: Elaboración propia.

Fecha: setiembre 2009.

b) Área de influencia directa

Se caracteriza hasta el nivel distrital. Se lista las cinco (05) provincias y los treinta y dos (32) distritos ubicados dentro del área de influencia.

La población beneficiaria directa de la serviciabilidad de la carretera Cañete – Yauyos - Huancayo, son los que viven a lo largo de ésta, en los distritos de San Vicente de Cañete, Imperial, Lunahuaná, Nuevo Imperial, Pacarán, Zúñiga, en la provincia de Cañete; y los distritos de Yauyos, Alis, Cochabamba, Catahuasi, Putinza y Vitis. (Ver figura 1.03).

En los siguientes cuadros se muestran la población total que se tiene en las provincias de Cañete y Yauyos según los resultados del CENSO del año 2007.

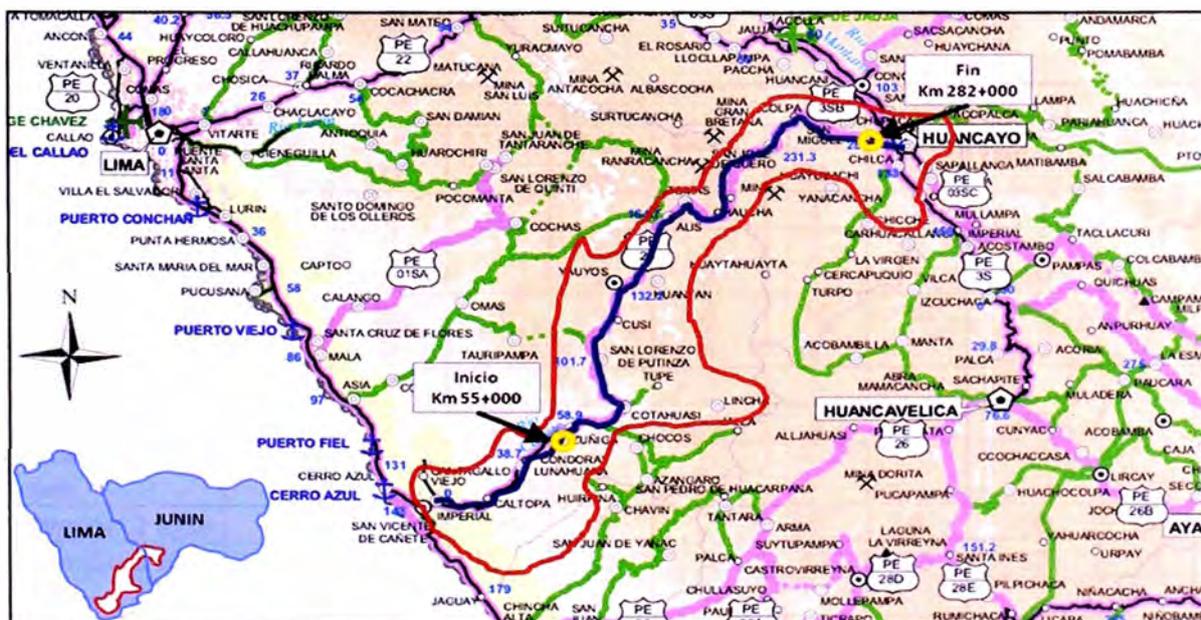
Población de la provincia de Cañete según CENSO 2007

PROVINCIA CAÑETE	Población
Distrito SAN VICENTE DE CAÑETE	46,464
Distrito IMPERIAL	36,340
Distrito LUNAHUANA	4,567
Distrito NUEVO IMPERIAL	19,026
Distrito PACARAN	1,687
Distrito ZUÑIGA	1,582
TOTAL PROVINCIA CAÑETE	109,666

Población de la provincia de Yauyos según CENSO 2007

PROVINCIA YAUYOS	Población
Distrito YAUYOS	2,698
Distrito ALIS	1,519
Distrito COCHAS	293
Distrito CATAHUASI	1,090
Distrito PUTINZA	452
Distrito VITIS	525
TOTAL PROVINCIA YAUYOS	6,577

Figura N° 1.03: (Área de Influencia Directa)



Fuente: Elaboración propia, setiembre 2009.

1.3.2.- Estudio de tráfico

El objetivo es estimar el tráfico actual y futuro. Esta información será útil para dimensionar y definir las características técnicas de la carretera.

Cabe señalar que durante el año, el tráfico de una carretera varía constantemente dependiendo del ciclo de actividades y de producción de la zona de influencia del proyecto. Así el tráfico será mayor en estaciones de cosechas y festividades que en otros periodos del año. Por lo que es importante ajustar los resultados por un factor de estacionalidad.

En la tabla N°2 se muestra el conteo de vehículos realizado en la visita de campo, en un lapso de tiempo de 4 horas, por lo que en un día se estima que pasan 60 vehículos por día, por lo que el IMD es de 60 veh/día.

Tabla N° 2: (Conteo de Vehículos en 4 horas en visita de campo)

Tipo de vehículo	Cantidad
Camionetas 4 x 4	10
automóvil privado	4
combi	1
bus	4
camión de carga	1
Total	20

A nivel de perfil, para efectos de determinar el tráfico vehicular diario también llamado Índice Medio Diario Vehicular (IMD), se muestra el cuadro N°1.02:

Cuadro N° 1.02: (Calculo de IMD)

Tipo de vehículo	may-08							Total semana	IMDs
	Miér. 21	Juev. 22	Vier. 23	Sab. 24	Dom. 25	Lun. 26	Mar. 27		
Auto	2	3	1	1	3	1		11	2
Station Wagon	2	1		2	3		2	10	1
Camta Pik Up	22	28	26	9	8	10	16	119	19
Camta Rural	5	7	1	6	4	2	1	26	4
Micro	2	7							1
Omnih 2 ejes	7	2	8	7	11	6	8	49	7
Omnih + 2 ejes									
Camión 2 ejes	7	16	9	8	7	5	6	58	8
Camión 3 ejes	11	14	7	13	13	12	13	83	11
Camión 4 ejes									
Total	58	78	52	46	49	36	46	356	53

Fuente: Consorcio IGGSA.

Cuadro N° 1.03: (Porcentaje que representa cada tipo de vehículo)

Tipo de vehiculo	Veh/dia	%
Auto	2	3.77%
Station Wagon	1	1.89%
Camta Pik Up	19	35.85%
Camta Rural	4	7.55%
Micro	1	1.89%
Omnih 2 ejes	7	13.21%
Omnih + 2 ejes		0.00%
Camion 2ejes	8	15.09%
Camion 3ejes	11	20.75%
Camion 4ejes		
Total	53	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Proyección de tráfico

a.- Proyección de tráfico normal

Se ha considerado la tasa de crecimiento anual de vehículos de pasajeros equivalente, a la tasa de crecimiento anual de la población en el área de influencia (R pob=2%).

Para la tasa de crecimiento anual de vehículos de carga, se ha tomado el crecimiento anual del indicador mensual de la producción anual (PBI=6.12%)

Cuadro N° 1.04: (Proyección del tráfico normal hasta el año 2015)

Tipo de vehiculo	PROYECCION DEL TRAFICO NORMAL (Veh/dia)								
	Tasa Crec. %	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Auto	2.00%	2	2	2	2	2	2	2	2
Station Wagon	2.00%	1	1	1	1	1	1	1	1
Camta Pik Up	2.00%	19	19	20	20	21	21	21	22
Camta Rural	2.00%	4	4	4	4	4	4	5	5
Micro	2.00%	1	1	1	1	1	1	1	1
Omnih 2 ejes	6.12%	7	7	8	8	9	9	10	11
Omnih + 2 ejes	6.12%								
Camion 2ejes	6.12%	8	8	9	10	10	11	11	12
Camion 3ejes	6.12%	11	12	12	13	14	15	16	17
Camion 4ejes	6.12%								
Total		53	54	57	59	62	64	67	71

Fuente: Elaboración propia

b.- Proyección del tráfico generado

Cuadro N° 1.05: (Proyección del tráfico generado hasta el año 2015)

Tipo de vehiculo	PROYECCION DEL TRAFICO GENERADO (Veh/día)								
	Tasa Crec. %	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Auto	2.00%		2	2	2	2	2	2	2
Station Wagon	2.00%		1	1	1	1	1	1	1
Camta Pik Up	2.00%		23	23	24	24	25	25	26
Camta Rural	2.00%		5	5	5	5	5	6	6
Micro	2.00%		1	1	1	1	1	1	1
Omnih 2 ejes	6.12%		8	8	9	10	10	11	11
Omnih + 2 ejes	6.12%								
Camion 2ejes	6.12%		10	11	11	12	13	13	14
Camion 3ejes	6.12%		14	15	16	17	18	19	20
Camion 4ejes	6.12%		0						
Total			64	66	69	72	75	78	81

Fuente: Elaboración propia

1.4.- EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS**1.4.1.- Planteamiento de las alternativas****Alternativa 1**

Se propone tratamiento superficial monocapa, con un ancho promedio de 4.5m, bombeo de 1%, se propone cunetas no revestidas en un tramo de 3,500m. Para encausar las aguas provenientes de las lluvias y estas no discurran por la vía causando deterioro de la superficie; estas aguas a la vez serán evacuadas por las alcantarillas de concreto armado existentes.

Se plantea revestir con mortero impermeabilizado las paredes interiores de un canal en un tramo de 50m, se plantea realizar la limpieza de las alcantarillas existentes, eliminando los elementos que estorban el paso del agua.

Se plantea la construcción de un Muro de contención (sistema de gaviones).

Inicialmente, para realizar la evaluación económica de las propuestas de intervención en su conjunto, se ha considerado en los costos de inversión, un plan de mantenimiento de botadero y manejo de canteras. Los montos considerados se mantendrán en las alternativas, ya que cada una de las propuestas tendrá estas partidas y se mantiene constante.

Debido a los problemas encontrados en la visita de campo, se ha considerado un plan de manejo de residuos sólidos, ya que la disposición actual de éstos ocasionará problemas futuros cuando se produzcan las lluvias en la zona. En este plan se planteará realizar campañas educativas, que sensibilicen en el cuidado del medio ambiente, haciendo un uso adecuado de los residuos sólidos.

Con respecto a la seguridad vial, se aprovechará las capacitaciones realizadas para un adecuado manejo de residuos sólidos, para educar en seguridad vial a peatones, lugareños y conductores, sensibilizando para evitar accidentes de tránsito.

Se plantea construir un pequeño paradero en el poblado que encontramos en nuestro tramo, por la seguridad de las personas que viven en éste.

Alternativa 2

Se propone tratamiento superficial slurry, con un ancho promedio de 4.5m, bombeo de 1%, Se propone cunetas triangulares de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, en una longitud de 50m a los extremos de cada alcantarilla, siendo 700m de cunetas por las 7 alcantarilla existentes. La propuesta técnica es con la finalidad de evacuar el agua de una manera mas eficiente hacia las alcantarillas; estas aguas a la vez serán evacuadas por 01 alcantarilla TMC de $\text{Ø}36''$, donde los cabezales, parapeto, alas son de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Se plantea revestir con mortero impermeabilizado las paredes interiores del canal en un tramo de 50m, se plantea realizar la limpieza de las alcantarillas TMC de $\text{Ø}36''$.

Muro de contención (sistema de gaviones)

Inicialmente, para realizar la evaluación económica de las propuestas de intervención en su conjunto, se ha considerado en los costos de inversión, un plan de mantenimiento de botadero y manejo de canteras. Los montos considerados se mantendrán en las alternativas, ya que cada una de las propuestas tendrá estas partidas y se mantiene constante.

Debido a los problemas encontrados en la visita de campo, se ha considerado un plan de manejo de residuos sólidos, ya que la disposición actual de éstos ocasionará problemas futuros cuando se produzcan las lluvias en la zona. En este plan se planteará realizar campañas educativas, que sensibilicen en el cuidado del medio ambiente, haciendo un uso adecuado de los residuos sólidos.

Con respecto a la seguridad vial, se aprovechará las capacitaciones realizadas para un adecuado manejo de residuos sólidos, para educar en seguridad vial a peatones, lugareños y conductores, sensibilizando para evitar accidentes de tránsito.

Se plantea construir un pequeño paradero en el poblado que encontramos en nuestro tramo, por la seguridad de las personas que viven en éste.

Alternativa 3

Se propone colocar una carpeta asfáltica de espesor 2", sobre el tratamiento superficial existente, el ancho promedio de la vía es 4.5m longitud del tramo de 5.00 km.

Se propone cunetas triangulares de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, en una longitud de 3,500m para encausar las aguas provenientes de las lluvias y no se discurran por la vía causando deterioro de la superficie; estas aguas a la vez serán encausadas por las alcantarillas de TMC de $\varnothing 36"$ existentes, donde los cabezales, parapeto, alas son de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Se plantea revestir con mortero impermeabilizado las paredes interiores del canal en un tramo de 50m, se plantea realizar la limpieza de las alcantarillas existentes, eliminando los elementos que estorban el paso del agua.

Muro de contención con suelo reforzado (sistema de gaviones)

Inicialmente, para realizar la evaluación económica de las propuestas de intervención en su conjunto, se ha considerado en los costos de inversión, un plan de mantenimiento de botadero y manejo de canteras. Los montos considerados se mantendrán en las alternativas, ya que cada una de las propuestas tendrá estas partidas y se mantiene constante.

Debido a los problemas encontrados en la visita de campo, se ha considerado un plan de manejo de residuos sólidos, ya que la disposición actual de éstos ocasionará problemas futuros cuando se produzcan las lluvias en la zona. En este plan se planteará realizar campañas educativas, que sensibilicen en el cuidado del medio ambiente, haciendo un uso adecuado de los residuos sólidos.

Con respecto a la seguridad vial, se aprovechará las capacitaciones realizadas para un adecuado manejo de residuos sólidos, para educar en seguridad vial a peatones, lugareños y conductores, sensibilizando para evitar accidentes de tránsito.

Se plantea construir un pequeño paradero en el poblado que encontramos en nuestro tramo, por la seguridad de las personas que viven en éste.

En este aspecto se propone colocar señalización de madera, pues tiene un menor costo de inversión que la señalización de metal, analizando la situación social si colocamos señalización de metal los pobladores pueden retirarlo y vender como material de reciclaje obteniendo un ingreso en esta situación si la señalización es de madera el costo de reposición es menor que el de metal, es por ello que proponemos colocar señalización de madera y no de metal en lo que respecta a señalización vertical.

En el caso de señalización horizontal entiéndase por ello pintura en el pavimento lo que se propone es colocar una pintura al tráfico de mediana calidad.

En los siguientes gráficos observamos la situación actual en la que se encuentra la carretera en lo que respecta a señalización.

Cuadro N° 1.06: (Balance oferta – demanda)

CARRETERA	ESTADO ACTUAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	5km			
1. Car. de la Vía				
Longitud (m)	5,000	5,000	5,000	5,000
Tipo de material del superficie	Trocha	TSM	TS.SLURRY	ASFALTO
Ancho de calzada (m)	4.5	4.5	4.5	4.5
Estado de conservación	Malo	—	—	—
Tipo de daño	Erosión lateral	—	—	—
Pendiente (%)	4%	4%	4%	4%
Bombeo (%)	1%	1%	1%	1%
N° de Canteras	2	2	2	2
<input type="checkbox"/> Muros de sostenimiento	—	Si	Si	Si
Estado de conservación	—	—	—	—
3. Drenaje				
<input type="checkbox"/> Alcantarillas de TMC	7	Si	Si	Si
Estado de conservación	Regular	—	—	—
<input type="checkbox"/> Tajeas	2	—	—	—
Estado de conservación	Bueno	—	—	—
<input type="checkbox"/> Cunetas revestidas	No	Si	Si	Si
4. Impacto Ambiental				
Zonas de Botadero	Si	Si	Si	Si

Análisis para el tramo en estudio.

Fuente: (Elaboración propia)

1.4.2.- Costos de las alternativas planteadas

Costos en la situación “Sin Proyecto”, correspondiente a la situación base

Con la finalidad de mantener una adecuada transitabilidad de la carretera en la situación base (sin proyecto) se ha considerado actividades de mantenimiento rutinario. El costo anual de mantenimiento rutinario por kilometro se estima en US\$ 14000. Este costo permitirá poder comparar sus beneficios respecto a la alternativa con proyecto.

Cuadro N° 1.07: (Costos en la situación “Con Proyecto” – Alternativa 1)

Monitoreo de la serviciabilidad de la carretera Cañete-Yauyos 5 KM (ALTERNATIVA 1)						
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P. UNT	Precio sin IGV	Precio con IGV
1.00	OBRAS PRELIMINARES				14,887.20	17,727.67
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	gib	1.00	7,147.20	7,147.20	8,505.17
1.02	Almacén y guardería	gib	1.00	3,500.00	3,500.00	4,165.00
1.03	Trazo nivelación y replanteo	km	500	850.00	425.00	5,057.50
3.00	SUPERFICIE DE RODADURA				594,912.25	707,933.68
3.01	Corte de terreno H=0.3m	m3	6,750.00	3.70	24,975.00	29,720.25
3.02	Eliminación de desmonte	m3	8,775.00	30.99	271,937.25	323,605.33
3.03	Escarificado y conformación de subrasante	m2	22,500.00	1.16	26,100.00	31,059.00
3.04	Pellero con material de préstamo	m3	4,500.00	43.62	196,290.00	233,555.10
3.05	Tratamiento superficial bicapa	m2	22,500.00	3.36	75,600.00	89,964.00
4.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				68,132.68	82,267.89
4.01	Construcción de cunetas en terreno natural	m	3,500.00	4.24	14,840.00	17,659.60
4.02	Perfilado y compactado para cunetas	m2	3,325.00	2.93	9,742.25	11,559.28
4.03	Limpieza de alcantarilla TMC Ø 36	und	7.00	186.49	1,305.43	1,553.45
4.04	Limpieza de Baterías	und	1.00	300.00	300.00	357.00
4.05	Motero impermeabilizante en canal	m2	50.00	17.15	857.50	1,020.43
4.06	Gavión tipo cajón	m3	325.00	129.50	42,087.50	50,084.13
5.00	MEDIDAS DE IMPACTO AMBIENTAL				118,500.00	141,015.00
5.01	Tratamiento de botaderos	gib	1.00	2,000.00	2,000.00	2,380.00
5.02	Tratamiento de canchales	gib	1.00	1,500.00	1,500.00	1,765.00
5.02	Plan de manejo de impactos sociales	gib	1.00	115,000.00	115,000.00	136,850.00
6.00	SEÑALES				68,785.80	82,955.29
6.01	Señales informativas	und	200	650.00	1,300.00	1,547.00
6.02	Señales preventivas	und	125.00	216.00	27,000.00	32,130.00
6.03	Señales reglamentarias	und	50.00	254.00	12,700.00	15,113.00
6.04	Hitos kilométricos de concreto	und	600	92.80	556.80	662.59
6.05	Postes de límites (madera)	und	80.00	71.00	5,680.00	6,759.20
6.06	Marcas en el pavimento	m2	1,500.00	7.70	11,550.00	13,744.50
COSTO DIRECTO					845,218.93	1,018,900.53
GASTOS GENERALES 10%					85,621.89	101,850.05
UTILIDAD 10%					85,621.89	101,850.05
SUB TOTAL					1,027,462.72	
IGV 19%					195,217.92	
TOTAL					1,222,680.63	1,222,680.63

Fuente: Elaboración propia.

Se considera utilidad 10%, debido a que es un proyecto a nivel de perfil de inversión.

Cuadro N° 1.08: (Costos en la situación "Con Proyecto" – Alternativa 2)

Monitoreo de la serviciabilidad de la carretera Cañete-Yauyos 5 KM (ALTERNATIVA 2)						
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P. UNT	Precio sin IGV	Precio con IGV
1.00	OBRAS PRELIMINARES				14,897.20	17,727.67
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb	1.00	7,147.20	7,147.20	8,505.17
1.02	Almacén y guardería	glb	1.00	3,500.00	3,500.00	4,165.00
1.03	Trazo nivelación y replanteo	km	500	860.00	4250.00	5,057.50
3.00	SUPERFICIE DE RODADURA				700,427.25	833,508.43
3.01	Corte de terreno H=0.3m	m ³	6,750.00	3.70	24,975.00	29,720.25
3.02	Eliminación de desmonte	m ³	8,775.00	30.99	271,937.25	323,605.33
3.03	Escarificado y conformación de subrasante	m ²	22,500.00	1.16	26,100.00	31,059.00
3.04	Relleno con material de préstamo	m ³	4,500.00	43.62	196,290.00	233,586.10
3.05	Tratamiento superficial slurry	m ²	22,500.00	8.05	181,125.00	215,538.75
4.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				121,801.73	144,944.06
4.01	Cunetas triangulares de concreto f'c=175 kg/cm ²	m	700.00	88.76	62,132.00	73,937.03
4.02	Construcción de cunetas en terreno natural	m	2,800.00	4.24	11,872.00	14,127.68
4.03	Alcantarilla de TMC Ø 36	urd	1.00	3,247.30	3,247.30	3,864.29
4.04	Limpieza de alcantarilla TMC Ø 36	urd	7.00	186.49	1,305.43	1,553.46
4.05	Limpieza de Bóvedas	urd	1.00	300.00	300.00	357.00
4.06	Mótero impermeabilizante en canal	m ²	50.00	17.15	857.50	1,020.43
4.07	Cajón tipo cajón	m ³	325.00	129.50	42,087.50	50,064.13
5.00	MEDIDAS DE IMPACTO AMBIENTAL				118,500.00	141,015.00
5.01	Tratamiento de botaderos	glb	1.00	2,000.00	2,000.00	2,380.00
5.02	Tratamiento de canteras	glb	1.00	1,500.00	1,500.00	1,785.00
5.02	Plan de manejo de impactos sociales	glb	1.00	115,000.00	115,000.00	136,850.00
6.00	SEÑALES INFORMATIVAS				58,786.80	69,955.29
6.01	Señales informativas	urd	200	650.00	1,300.00	1,547.00
6.02	Señales preventivas	urd	125.00	216.00	27,000.00	32,130.00
6.03	Señales reglamentarias	urd	50.00	254.00	12,700.00	15,113.00
6.04	Señales kilométricas	urd	600	92.80	556.80	662.59
6.05	Postes delimitadores	urd	80.00	71.00	5,680.00	6,739.20
6.06	Marcas en el pavimento	m ²	1,500.00	7.70	11,550.00	13,744.50
COSTO DIRECTO					1,014,412.98	1,207,151.45
GASTOS GENERALES 10%					101,441.30	120,715.14
UTILIDAD 10%					101,441.30	120,715.14
SUBTOTAL					1,217,295.58	
IGV 19%					231,286.16	
TOTAL					1,448,581.74	1,448,581.74

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 1.09: (Costos en la situación "Con Proyecto" – Alternativa 3)

Monitoreo de la serviciabilidad de la carretera Cañete-Yauyos 5 KM (ALTERNATIVA 3)						
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P. UNIT	Precio sin IG	Precio con IG
1.00	OBRAS PRELIMINARES				13,671.10	16,149.61
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb	1.00	7,147.20	7,147.20	8,505.17
1.02	Almacén y guardiana	glb	1.00	3,500.00	3,500.00	4,165.00
1.03	Trazo nivelación y replanteo	km	5.00	584.78	2,923.90	3,479.44
3.00	SUPERFICIE DE RODADURA				1,419,302.25	1,688,969.88
3.02	Corte de terreno H=0.3m	m3	6,750.00	3.70	24,975.00	29,720.25
3.03	Eliminación de desmonte	m3	8,775.00	30.99	271,937.25	323,605.33
3.04	Escaificado y conformación de subrasante	m2	22,500.00	1.16	26,100.00	31,059.00
3.05	Relleno con material de préstamo	m3	4,500.00	43.62	196,290.00	233,585.10
3.06	Asfalto en caliente e=2"	m2	22,500.00	40.00	900,000.00	1,071,000.00
4.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				360,160.43	428,590.91
4.01	Cunetas triangulares de concreto f'c=175 kg/cm2	m	3,500.00	88.76	310,660.00	369,685.40
4.02	Alcantarilla de concreto armado	und	1.00	4,950.00	4,950.00	5,890.50
4.03	Limpieza de alcantarilla TMC Ø 36	und	7.00	186.49	1,305.43	1,553.46
4.04	Limpieza de Badenes	und	1.00	300.00	300.00	357.00
4.05	Mortero impermeabilizante en canal	m2	50.00	17.15	857.50	1,020.43
4.07	Gavión tipo cajón	m3	325.00	129.50	42,087.50	50,084.13
5.00	MEDIDAS DE IMPACTO AMBIENTAL				118,600.00	141,015.00
5.01	Tratamiento de botaderos	glb	1.00	2,000.00	2,000.00	2,380.00
5.02	Tratamiento de canchales	glb	1.00	1,500.00	1,500.00	1,785.00
5.02	Plan de manejo de impactos sociales	glb	1.00	115,000.00	115,000.00	136,850.00
6.00	SEÑALES INFORMATIVAS				58,786.80	69,956.29
6.01	Señales informativas	und	2.00	650.00	1,300.00	1,547.00
6.02	Señales preventivas	und	125.00	216.00	27,000.00	32,130.00
6.03	Señales reglamentarias	und	50.00	254.00	12,700.00	15,113.00
6.04	Señales kilométricas	und	6.00	92.80	556.80	662.59
6.05	Postes delimitadores	und	80.00	71.00	5,680.00	6,759.20
6.06	Marcas en el pavimento	m2	1,500.00	7.70	11,550.00	13,744.50
COST ODIRECTO					1,970,320.58	2,344,681.49
GASTOS GENERALES 10%					197,032.06	234,468.15
UTILIDAD 10%					197,032.06	234,468.15
SUB TOTAL					2,364,384.70	
IGV 19%					449,233.09	
TOTAL					2,813,617.79	2,813,617.79

Fuente: Elaboración Propia.

1.4.3.- Cálculo de los costos de operación vehicular, y ahorro en el costo de tiempo de viaje para un horizonte de 7 años para el tramo en estudio.

A continuación se muestran las consideraciones que se ha tenido para escoger los valores de costo de operación vehicular (Cov), para las alternativas 1,2 y 3:

Cuadro N° 1.10: (Consideraciones para escoger los valores de Cov.)

Alternativa	Región	Topografía	Superficie	Estado
Inicial	Sierra	Ondulada	Trocha	Malo
1	Sierra	Ondulada	Asfaltado	Malo
2	Sierra	Ondulada	Asfaltado	Regular
3	Sierra	Ondulada	Asfaltado	bueno

Se muestran los valores para los cuadros de costos de operación vehicular (Cov.), para las alternativas 1,2 y 3 (Fuente MTC).

Cuadro N° 1.11: (Costos de operación vehicular alternativa 1,2 y 3)

**Costos Operativos Vehiculares (Cov)
(US\$ Veh/Km)**

Sin Proyecto Trocha Mal Estado	TSM 1o Alternativa	T.S Slurry seal 2o Alternativa	Carpeta Asfáltica 2" 3ra Alternativa
0,52	0,30	0,26	0,24
0,56	0,41	0,37	0,36
1,03	0,68	0,58	0,53
1,16	0,87	0,80	0,77
2,09	1,29	1,02	0,87
2,45	1,64	1,38	1,21
2,62	1,93	1,71	1,58

Cuadros de reducción o ahorros de Cov. para las alternativas 1,2 y 3.

Para el cálculo del ahorro generado por los Cov. por cada tipo de vehículo para la longitud de la vía para un año se utiliza la siguiente formula.

$$\text{Ahorro} = ((T_0 (COV_0 - COV_1) + 1 / 2 (T_1 - T_0) * (COV_0 - COV_1)) * L * T$$

Siendo:

T_0 : Tráfico sin proyecto.

T_1 : Tráfico con proyecto.

COV_0 : Costos operativos vehiculares sin proyecto.

COV_1 : Costos operativos vehiculares con proyecto.

L: longitud de la carretera en kilómetros.

T: tiempo en días.

Cuadro N° 1.12: (Reducción o ahorro de Cov. debido a la alternativa N°1 (TSM)).

Años	Auto	Camioneta	Bus Mediano	Bus Grande	Camión 2 ejes	Camión 3 ejes	Costo
1							
2	1,318.68	6,893.10	699.30	4,131.21	13,024.51	18,132.56	44,199.37
3	1,345.05	7,030.96	713.29	4,384.04	13,821.61	19,242.28	46,537.23
4	1,371.95	7,171.58	727.55	4,652.35	14,667.49	20,419.90	49,010.83
5	1,399.39	7,315.01	742.10	4,937.07	15,565.15	21,669.60	51,628.33
6	1,427.38	7,461.31	756.94	5,239.22	16,517.73	22,995.78	54,398.37
7	1,455.93	7,610.54	772.08	5,559.86	17,528.62	24,403.12	57,330.15
8	1,485.05	7,762.75	787.53	5,900.12	18,601.37	25,896.59	60,433.41

Cuadro N° 1.13: (Reducción o ahorro de Cov. debido a la alternativa N°2 (TS-SLURRY)).

Años	Auto	Camioneta	Bus Mediano	Bus Grande	Camión 2 ejes	Camión 3 ejes	Costo
1							
2	1,558.44	8,731.26	899.10	5,128.40	17,420.28	23,952.89	57,690.38
3	1,589.61	8,905.89	917.08	5,442.26	18,486.41	25,418.81	60,760.05
4	1,621.40	9,084.00	935.42	5,775.33	19,617.77	26,974.44	64,008.37
5	1,653.83	9,265.68	954.13	6,128.78	20,818.38	28,625.28	67,446.08
6	1,686.91	9,451.00	973.21	6,503.86	22,092.47	30,377.14	71,084.58
7	1,720.64	9,640.02	992.68	6,901.89	23,444.53	32,236.22	74,935.98
8	1,755.06	9,832.82	1,012.53	7,324.29	24,879.33	34,209.08	79,013.11

Cuadro N° 1.14: (Reducción o ahorro de Cov. debido a la alternativa N°3 (Carpeta Asfáltica e=2")).

Años	Auto	Camioneta	Bus Mediano	Bus Grande	Camión 2 ejes	Camión 3 ejes	Costo
1							
2	1,678.32	9,190.80	999.00	5,555.77	19,862.38	27,758.49	65,044.76
3	1,711.89	9,374.62	1,018.98	5,895.78	21,077.96	29,457.31	68,536.53
4	1,746.12	9,562.11	1,039.36	6,256.60	22,367.93	31,260.10	72,232.22
5	1,781.05	9,753.35	1,060.15	6,639.51	23,736.85	33,173.22	76,144.11
6	1,816.67	9,948.42	1,081.35	7,045.85	25,189.54	35,203.42	80,285.24
7	1,853.00	10,147.39	1,102.98	7,477.05	26,731.14	37,357.87	84,669.42
8	1,890.06	10,350.33	1,125.04	7,934.65	28,367.09	39,644.17	89,311.33

De los cuadros N° 1.12, 1.13, 1.14; podemos apreciar que se tiene un mayor ahorro en los costos de operación vehicular con la alternativa 3.

Cuadros de reducción o ahorros de tiempo de viaje para las alternativas 1,2 y 3.

Para el cálculo del ahorro generado por los costos por tiempo de viaje se considera buses medianos para un año se utiliza la siguiente formula.

Costo tiempo de viaje tráfico normal: $((T)*(\#Pasajeros)*(\#Buses)*360)$

Costo tiempo de viaje tráfico generado: $((T1-T2)*(\#Pasajeros)*(\#B2-B1)*360)$

Siendo:

T: L/V: Tiempo de viaje.

L: Longitud de la carretera.

V: Velocidad de diseño.

Pasajeros: se considera 40/ bus.

Buses B1: se considera bus mediano del tráfico normal.

Buses B2: se considera bus mediano del tráfico generado.

Cuadro N° 1.15: (Reducción de costo por tiempos de viaje alternativa N°1 (TSM)).

Años	Costo total de tiempo de viaje sin proyecto	Costo total de tiempo de viaje alternativa 1	Diferencia de tiempo viaje Tráfico normal	Diferencia de tiempo viaje Tráfico generado	Reducción de tiempo de viaje total
2	1,836.00	734.40	1,101.60	97.20	1,198.80
3	1,872.72	749.09	1,123.63	99.14	1,222.78
4	1,910.17	764.07	1,146.10	101.13	1,247.23
5	1,948.38	779.35	1,169.03	103.15	1,272.18
6	1,987.35	794.94	1,192.41	105.21	1,297.62
7	2,027.09	810.84	1,216.26	107.32	1,323.57
8	2,067.63	827.05	1,240.58	109.46	1,350.04

Cuadro N° 1.16: (Reducción de costo por tiempos de viaje alternativa N°2 (T-Slurry)).

Años	Costo total de tiempo de viaje sin proyecto	Costo total de tiempo de viaje alternativa 2	Diferencia de tiempo viaje Tráfico normal	Diferencia de tiempo viaje Tráfico generado	Reducción de tiempo de viaje total
2	1,836.00	612.00	1,224.00	108.00	1,332.00
3	1,872.72	624.24	1,248.48	110.16	1,358.64
4	1,910.17	636.72	1,273.45	112.36	1,385.81
5	1,948.38	649.46	1,298.92	114.61	1,413.53
6	1,987.35	662.45	1,324.90	116.90	1,441.80
7	2,027.09	675.70	1,351.39	119.24	1,470.64
8	2,067.63	689.21	1,378.42	121.63	1,500.05

Cuadro N° 1.17: (Reducción de costo por tiempos de viaje alternativa N° 3 (Carpeta Asfáltica e=2")).

Años	Costo total de Tiempo de viaje sin proyecto	Costo total de Tiempo de viaje alternativa 2	Diferencia de tiempo viaje Tráfico normal	Diferencia de tiempo viaje Tráfico generado	Reducción de tiempo de viaje total
2	1,836.00	459.00	1,377.00	121.50	1,498.50
3	1,872.72	468.18	1,404.54	123.93	1,528.47
4	1,910.17	477.54	1,432.63	126.41	1,559.04
5	1,948.38	487.09	1,461.28	128.94	1,590.22
6	1,987.35	496.84	1,490.51	131.52	1,622.02
7	2,027.09	506.77	1,520.32	134.15	1,654.47
8	2,067.63	516.91	1,550.73	136.83	1,687.55

De los cuadros N° 1.15, 1.16, 1.17; podemos apreciar que se tiene un mayor ahorro en los tiempos de viaje con la alternativa 3.

1.4.4.- Evaluación económica a nivel de perfil de las alternativas.

La inversión por cada kilómetro la obtenemos de la página 21,22 y 23, dividiendo el costo total entre 5 que es la longitud de la carretera en kilómetros analizada en las páginas anteriormente mencionadas y dividiendo entre el tipo de cambio considerado para esta evaluación de 3.00 soles, los costos de mantenimiento fueron obtenidos de apuntes de clase del curso de titulación.

Cuadro N° 1.18: (Costos de inversión, mantenimiento rutinario y periódico de la alternativa 1, alternativa 2 y alternativa 3).

Tramo	Sin Proyecto Trocha mal estado	TSM 1° Alternativa	TS-Slurry 2 Alternativa	Carpeta Asfáltico 3°
Inversión		81,512.00	98,208.90	190,753.75
Manten. Rutinario	14,000.00	11,000.00	10,000.00	8,000.00
Manten. Periódico		25,328.49	25,328.49	12,075.00

Factor de Conversión Económico

Inversión	0.8
Mantenimiento	0.75

Fuente SNIP - guía de caminos - página 65 - abril 2007

Cuadro N° 1.19: (Costos de inversión y mantenimiento por 5Kms, aplicando los factores de conversión económicos a la alternativa 1, alternativa 2 y alternativa 3).

Inversión para el año 1: (Inversión alternativa i)*0.8*L.

Costo Mantenimiento: (Costo mantenimiento alternativa i)*0.75*L.

Año	Sin Proyecto Trocha Mal Estado	TSM 1° Alternativa	T.S - Slurry 2° Alternativa	Carpeta Asfáltica 3ra Alternativa
1		326,048.00	392,835.60	763,014.99
2	52,500.00	41,250.00	37,500.00	30,000.00
3	52,500.00	41,250.00	37,500.00	30,000.00
4	52,500.00	41,250.00	37,500.00	30,000.00
5	52,500.00	136,231.84	132,481.84	30,000.00
6	52,500.00	41,250.00	37,500.00	30,000.00
7	52,500.00	41,250.00	37,500.00	30,000.00
8	52,500.00	41,250.00	37,500.00	30,000.00

Cuadros de cálculo de valor actual neto (VAN) para las tres alternativas planteadas

Cuadro N° 1.20: (Cálculo del VAN para la alternativa 1).

Año	VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO T.S.M			
	Ahorro por costos mantenimiento	Ahorro por reducción de Cov.	Ahorro por reducción de tiempo de viaje	Flujo neto del proyecto
1	-326,048.00			-326,048.00
2	11,250.00	44,199.37	1,198.80	56,648.17
3	11,250.00	46,537.23	1,222.78	59,010.01
4	11,250.00	49,010.83	1,247.23	61,508.06
5	-83,731.84	51,628.33	1,272.18	-30,831.33
6	11,250.00	54,398.37	1,297.62	66,945.99
7	11,250.00	57,330.15	1,323.57	69,903.72
8	11,250.00	60,433.41	1,350.04	73,033.45
				214,162.96
			VAN	-111,885.04

Cuadro N° 1.21: (Cálculo del VAN para la alternativa 2).

Año	VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO T.S SLURRY			
	Ahorro por costos mantenimiento	Ahorro por reducción de Cov.	Ahorro por reducción de tiempo de viaje	flujo neto del proyecto
1	-392,835.60			-392,835.60
2	15,000.00	57,690.38	1,332.00	74,022.38
3	15,000.00	60,760.05	1,358.64	77,118.69
4	15,000.00	64,008.37	1,385.81	80,394.18
5	-79,981.84	67,446.08	1,413.53	-11,122.23
6	15,000.00	71,084.58	1,441.80	87,526.38
7	15,000.00	74,935.98	1,470.64	91,406.62
8	15,000.00	79,013.11	1,500.05	95,513.15
				297,223.48
			VAN	-95,612.12

Cuadro N° 1.22: (Cálculo del VAN para la alternativa 3).

Año	VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO CARPETA ASFALTICA			
	Ahorro por costos mantenimiento	Ahorro por reducción de Cov.	Ahorro por reducción de tiempo de viaje	flujo neto del proyecto
1	-763,014.99			-763,014.99
2	22,500.00	65,044.76	1,498.50	89,043.26
3	22,500.00	68,536.53	1,528.47	92,565.00
4	22,500.00	72,232.22	1,559.04	96,291.26
5	22,500.00	76,144.11	1,590.22	100,234.33
6	22,500.00	80,285.24	1,622.02	104,407.26
7	22,500.00	84,669.42	1,654.47	108,823.89
8	22,500.00	89,311.33	1,687.55	113,498.89
				422,837.47
			VAN	-340,177.52

De las alternativas analizadas podemos observar que todas poseen un VAN negativo y de ellas la que posee un menor VAN es la alternativa 2, es por ello que vamos a utilizar esta alternativa para la construcción de nuestra carretera.

Se ha realizado los cálculos para un aumento del tráfico de 35%, en el cual se obtiene que el VAN en la alternativa tratamiento superficial slurry se transforma en un valor positivo por lo tanto el proyecto sería rentable.

CAPITULO II

CAPITULO II: MARCO TEORICO

En este capítulo se desarrolla los conceptos previos a tener en cuenta en el cambio de estándar de una superficie de rodadura, además se considerara las normas y especificaciones técnicas vigentes referidas para el diseño y conservación de pavimentos, para ello se tomaran información de tesis de grados, informes de suficiencia, ponencias, internet y otros medios con información confiable referidas al capítulo en estudio. Entre ellas tenemos:

1. NORMA TECNICA ASTM REFERIDA A SUELOS Y PAVIMENTOS.
2. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE CARRETERAS EG-2000.
3. ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA LA CONSERVACION DE CARRETERAS.
4. MANUAL PARA LA CONSERVACION DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

SUPERFICIE DE RODADURA

Definición.-

Capa superficial del pavimento flexible y rígido que va colocada sobre la base, puede ser un tratamiento superficial, losas de concreto asfáltico en frío o caliente, etc.; la composición material común de esta capa es de agregados minerales y asfalto, su función principal de esta capa es impermeabilizar la superficie y evitar posibles infiltraciones del agua de las precipitaciones en las capas inferiores que podrían saturarlo y causar deformaciones, resistir la presión de los neumáticos y las fuerzas abrasivas del tránsito para evitar el derrape de los vehículos. Dependiendo del espesor de esta capa se considerara como aporte estructural para el soporte del pavimento.

Estudio de suelos.-

Para cumplir el objetivo del estudio (se ha tomado como referencia los datos proporcionados por la contratista ICCGSA), la cual ha efectuado ensayos especiales en laboratorio y pruebas in situ, tales como:

- Estudios de los suelos para determinar sus características físico-mecánicas con la finalidad de clasificar el suelo de acuerdo a las normas AASHTO.

- Selección de fuentes de materiales para el empleo en los trabajos que involucra el cambio de estándar de la vía.
- Ensayos en laboratorio para medir las mejoras obtenidas empleando aditivos, y obtener sus características para los diseños de pavimento.
- Ejecución de tramos de carretera donde se han aplicado alternativas de cambio de estándar (estabilización, capas superficiales asfálticas) para verificar su comportamiento ante el medio ambiente y tráfico que circula.

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de prospecciones (calicatas) en la plataforma vial, ubicadas cada 1 km en el sector km 57+390 – km 130+000, y cada 2 km en el sector km 130+000 – km 258+000; de donde se obtuvieron muestras representativas de todos los estratos, las que fueron ensayadas en el laboratorio de campo del Consorcio Gestión de Carreteras. Los resultados obtenidos han sido analizados en gabinete, de donde finalmente se ha establecido las acciones técnicas que se describen más adelante.

Las perforaciones efectuadas “a cielo abierto” tienen una profundidad comprendida entre 1,0 m y 1,5 m. Se ha tomado información correspondiente a las características y espesores de los materiales encontrados en los diferentes estratos.



A las muestras tomadas se les han efectuado los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM C-136)
- Límites de consistencia (ASTM D-4318)
Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)

- Clasificación para vías de transportes (AASHTO) (ASTM D-3282)
- Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Proctor modificado (ASTM D-1557)
- California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D-1883)

Esta información ha sido debidamente procesada para la formulación del perfil estratigráfico del tramo de carretera en estudio, así como para la definición de sus propiedades físico-mecánicas y establecimiento de su comportamiento como subrasante.

Descripción de los materiales de fundación.

Del análisis de los resultados de campo y laboratorio se puede configurar el perfil estratigráfico, de la siguiente manera:

km 96+600 – km 106+600. Presencia mayoritaria de arenas limo-arcillosas, con clasificación de suelos SUCS igual a SC-SM, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b (0). Su plasticidad es baja y variable entre 4,9% y 6,0%. Se tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0,50 aumenta su presencia a 50%.

Fuente: Consorcio ICCGSA

2.2. TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA.

2.2.1.- Superficie de rodadura que aportan estructuralmente al pavimento.-

Las superficies que aportan estructuralmente al pavimento son: carpeta asfáltica y losas de concreto.

Carpeta asfáltica.- Su estructura y rigidez que posibilitan al pavimento a transmitir la carga que reciben hacia la sub rasante únicamente en áreas próximas a la zona de aplicación de ésta. Están constituidas por una o más capas de materiales, debiendo tener una capa de material bituminoso y capas de áridos colocados sobre capas de materiales granulares (ver figura 2.01).

Losa de concreto.- Su estructura y rigidez transmiten cargas uniformemente en una extensión considerable y a una distancia apreciable del punto de aplicación.

Ejemplo típico: losas de concreto simple o armado colocados sobre el terreno natural previamente compactado o bases de suelo granular (ver figura 2.01).

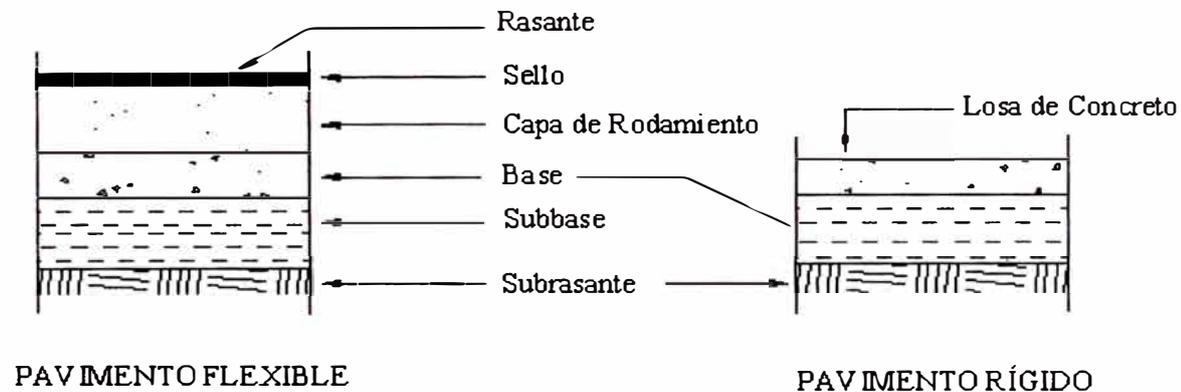


Figura N° 2.01: Capas típicas de los pavimentos flexibles y rígidos

2.2.2.- Superficie de rodadura que no aportan estructuralmente al pavimento.

Las superficies de rodadura que no aportan estructuralmente al pavimento son los tratamientos superficiales, siendo esto soluciones básicas y económicas que se están implementando en las carreteras con bajo volumen de tráfico, cuya finalidad es buscar aumentar el Índice Medio Diario Vehicular para luego proseguir con los estudios de perfil, pre factibilidad y factibilidad, para convertirse en una carretera alternativa para descentralizar las carretera central que se encuentra congestionada.

Entre los tratamientos superficiales más usados tenemos: Tratamiento superficial monocapa, tratamiento superficial bicapa, slurry seal.

2.3.- TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.

Los tratamientos superficiales son aquellas aplicaciones de una capa de asfalto o mezcla asfáltica con o sin agregado, sobre una superficie de carretera. El espesor de tales aplicaciones varía comúnmente en el rango de 8 mm a 25 mm. Su propósito es la de sellar el pavimento y mejorar o proteger las características de la superficie de rodadura, aunque generalmente no provee incremento en la capacidad estructural del pavimento.

Las funciones de los tratamientos superficiales pueden ser resumidas de la siguiente forma:

- Proveer una superficie de desgaste.
- Sellado de grietas en la superficie.
- Impermeabilización de la superficie.
- Mejoramiento de la fricción y drenaje de la superficie del pavimento.
- Reducción del envejecimiento del pavimento.
- Mejoramiento de la apariencia superficial.
- Demarcación de las bermas, diferenciándolas de los carriles de tránsito.

Todos los tratamientos superficiales proveen una nueva superficie de desgaste; sin embargo, aquellas aplicaciones que incluyen agregados, especialmente los de mayor tamaño son frecuentemente aplicadas para mejorar específicamente las características de desgaste del pavimento.

Los tratamientos superficiales suelen clasificarse en base a su composición (pudiendo ser solo de asfalto o una combinación de asfalto, agregado y aditivos modificadores).

A continuación presentamos dos de los tratamientos superficiales más usados en trabajos de mantenimiento de carreteras:

2.3.1.-Tratamiento Superficial Múltiple (doble, triple)

Un tratamiento superficial múltiple consiste en una aplicación alterna de capas de ligante asfáltico y agregados, considerando que el tamaño del agregado en la primera aplicación es mayor y disminuye en cada una de las aplicaciones sucesivas, pudiéndose alcanzar espesores hasta de 25 mm. Entre sus funciones más comunes se tiene:

- Provee nivelación a la superficie tratada.
- Provee una superficie impermeable, resistente al deslizamiento, sobre una estructura de pavimento existente.
- Proporciona una superficie de sellado muy resistente al desgaste.

2.3.2.- Mortero Asfáltico (Slurry Seal)

Un mortero asfáltico es una mezcla de emulsión diluida con agregado fino en un mezclador especial en el sitio del trabajo y colocada sobre la superficie del pavimento. El espesor del mortero asfáltico varía generalmente de 3 a 10 mm.

Y se usa para los siguientes casos:

- Es una técnica de mantenimiento preventivo y / o correctivo.
- Corrige irregularidades superficiales menores, sella fisuras superficiales.
- Evita el desprendimiento de agregados.
- Mejora la resistencia al deslizamiento para velocidades inferiores a 60 km/h. se recomienda para el tratamiento de calles urbanas.
- Impermeabiliza la superficie del pavimento.
- Reduce el deterioro por oxidación.
- Proporciona una superficie de sellado muy resistente al desgaste.

2.4.- EVALUACION SUPERFICIAL

Aspectos

- 1.- Determinación de las fallas, severidad y extensión.
- 2.- Serviciabilidad del pavimento, transitabilidad.
- 3.- Seguridad del pavimento riesgos de patinaje.

Aplicación

- 1.- Determinar signos de posible falla.
- 2.- Determinar necesidad de evaluación superficial.
- 3.- Definir mantenimiento o rehabilitación.
- 4.- Indicar la evolución del deterioro del pavimento.
- 5.- Proveer alternativa de solución.

METODO DE EVALUACION DE PAVIMENTOS – PCI

Objetivo: proveer al ingeniero de un Método para:

- 1.- Evaluación estructural y de la superficie.
- 2.- Determinar necesidades de mantenimiento y reparación.
- 3.- Determinar comportamiento continuo del PCI.

Fortalezas

- 1.- Fácil de emplear.
- 2.- No requiere de equipo especial.
- 3.- Ofrece repetitividad y confiabilidad.
- 4.- Informa sobre fallas, su severidad y área afectada.
- 5.- Produce insumo para el Programa SARP (Sistema de Análisis de Rehabilitación de Pavimentos).

Procedimiento de evaluación

- 1.- Recorrer la vía.
- 2.- Seleccionar un sub-tramo (1 km).
- 3.- Determinar el PCI en 100 m.
- 4.- El PCI califica: 0 a 100.

Ecuación PCI

- 1.- El tipo de falla. (Ti).
- 2.- La severidad de la falla (ancho de las grietas, etc.) (Sj)
- 3.- La densidad de la falla (% del área afectada). (Di j)

$$PCI = 100 - \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{m_i} VD (T_i, S_j, D_{ij}) \right] * F$$

- P = Número de fallas en el pavimento analizado.
- mi = Grados de severidad par la falla “i”.
- F = Factor de ajuste, en función de la sumatoria total y el número de Valores de deducción mayores que 5.

Cuadro N° 2.01: (Cuadro de valores de evaluación del pavimento)

PCI	SIGNIFICADO
100	Pavimento en “ perfecto ” estado.
70	Punto en que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor.
55	Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes . Su condición de rodaje sigue siendo “ buena ” pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje (rata de deterioro) comienza a aumentar.
40	Punto en el que el pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como regular o “aceptable” , su rata de deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “óptimo” de rehabilitación .
0	El pavimento está fuertemente deteriorado , presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera “ fallado ” y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial y/o bacheo de un alto porcentaje de su área.

Fuente: Cuerpo de Ingenieros de la Armada de E.U.A.

Reporte Técnico M-268 (1978) – TM5-623

M.Y. Shahin y S.D. Khon.

Versión en español por el Ing. Augusto Jugo Burguera.

Caracas 1987.

Cuadro N° 2.02: (Número y descripción de fallas para la evaluación superficial de pavimentos.)

FALLA N°	DESCRIPCION	UND
1	Grieta Piel de Cocodrilo	M2
2	Exudación de Asfalto	M2
3	Grietas de Contracción (Bloque)	M2
4	Elevaciones – Hundimiento	M
5	Corrugaciones	M2
6	Depresiones	M2
7	Grietas de Borde	M
8	Grietas de Reflexión de Juntas	M
9	Desnivel Calzada – Hombrillo	M
10	Grietas Longitud y Transversal	M
11	Baches y Zanjas Reparadas	M2
12	Agregado Pulidos	M2
13	Huecos	M2
14*	Cruce de rieles	M2
15	Ahuellamiento	M2
16	Deformación por Empuje	M2
17	Grietas de Deslizamiento	M2
18	Hinchamiento	M2
19	Disgregación y Desintegración	M2

Fuente: Cuerpo de Ingenieros de la Armada de E.U.A.

Reporte Técnico M-268 (1978) – TM5-623

M.Y. Shahin y S.D. Khon.

Versión en español por el Ing. Augusto Jugo Burguera.

Caracas 1987.

CALIDAD DEL PAVIMENTO TERMINADO

La calidad del pavimento terminado se determinará mediante la medición de la rugosidad, la cual se realizará en cada carril. Considerando que la longitud del tramo es pequeña, la medición de la rugosidad se efectuará con equipo tipo MERLIN (TRRL).

El índice de Rugosidad Internacional (IRI*) fue aceptado por el Banco Mundial en 1986 como estándar de la regularidad superficial de un camino, su valor es posible correlacionarlo con los resultados obtenidos mediante cualquier equipo de medición de rugosidad, pudiéndose evaluar la rugosidad de un pavimento con cualquier equipo de medición y expresarlo en valores de IRI, lo cual permite referirse a una sola escala de medición capaz de identificar las condiciones superficiales en las que se encuentra el tramo evaluado, facilitando a la vez la detección de las anomalías existentes.

El índice de Rugosidad Internacional permite especificar rangos o niveles de tolerancia para la aceptación de tramos nuevos de carreteras, sirviendo por lo tanto como un parámetro de control de calidad superficial. Para carreteras en servicio, el índice de Rugosidad Internacional es una herramienta para monitorear el comportamiento del camino a través del tiempo, permitiendo fijar umbrales de alerta para realizar trabajos de mantenimiento de acuerdo a la importancia del camino.

El cálculo matemático del índice de Rugosidad Internacional relaciona la acumulación del desplazamiento (en valor absoluto), de la masa superior con respecto a la inferior de un vehículo modelo, dividido entre la distancia recorrida sobre un camino transitado por el vehículo a una velocidad de 80 km/hr. EL IRI se expresa en unidades de mm/m, m/km, in/milla, etc. El rango de la escala del IRI es de a 0 a 20 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 20 un camino prácticamente intransitable.

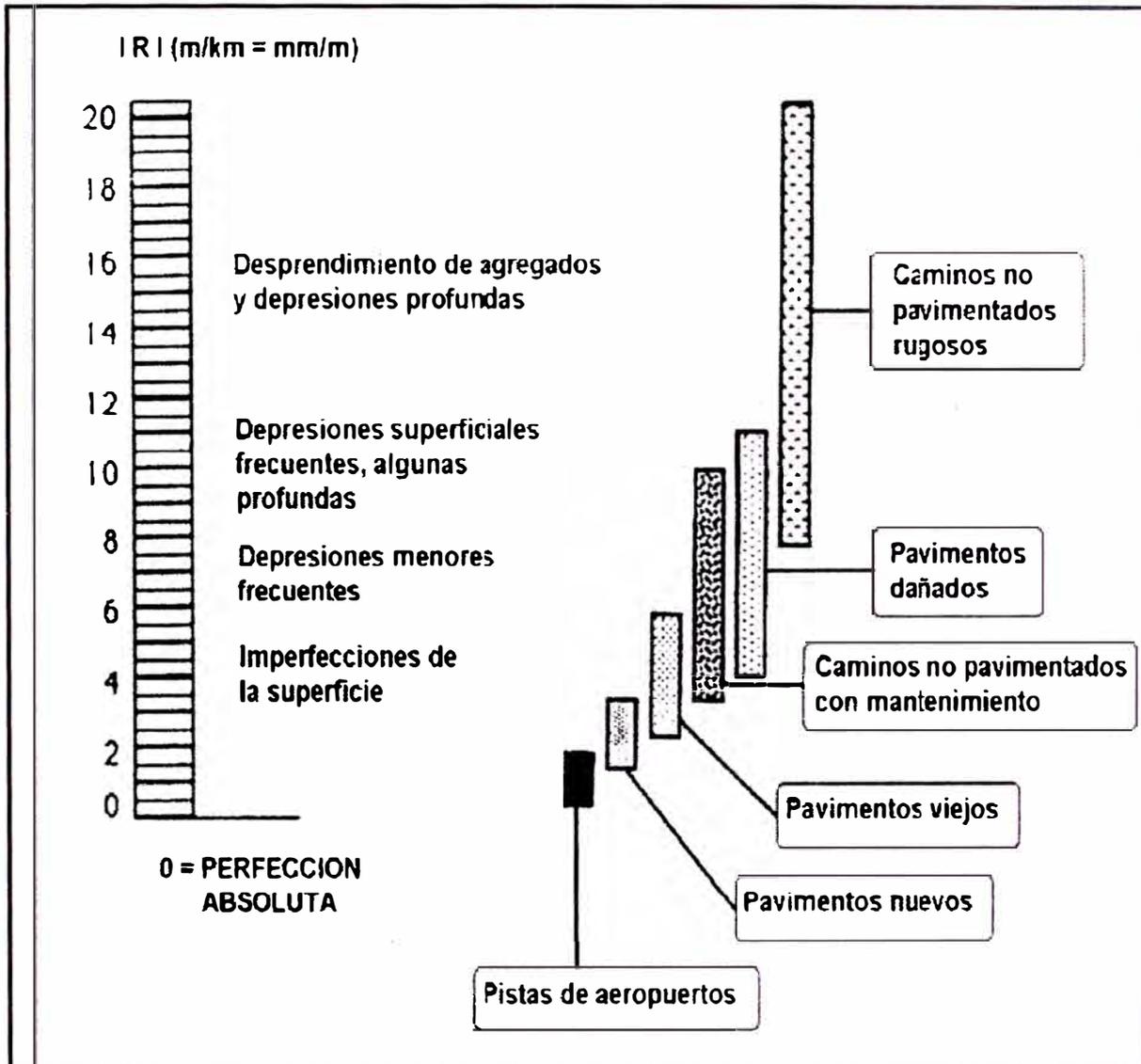
Tratándose de carreteras no pavimentadas, como en el presente caso, el IRI varía entre 3 y 10, para carreteras con mantenimiento y entre 8 y 20 para vías sin mantenimiento, conforme se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Cuadro N° 2.03: (Clasificación de la vía según el IRI (índice de rugosidad internacional)).

ESTADO	RUGOSIDAD
BUENO	$IRI \leq 6$
REGULAR	$6 < IRI \leq 8$
MALO	$8 < IRI \leq 10$
MUY MALO	$10 \leq IRI$

*IRI.- FUENTE REVISTA INFRAESTRUCTURA VIAL-EDICION 21-FEBRERO 2009-UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.

Figura N° 2.02: (Valores de IRI, según la antigüedad del pavimento)



A partir del Índice de Rugosidad Internacional (IR) se determinara el Índice de Servicialidad Presente (PSI), mediante la siguiente fórmula:

$$PSI = 5 / e^{IR/5.5}$$

Para el presente caso el IRI característico inicial será como máximo de 3.0, por consiguiente el PSI inicial debe ser como mínimo de 2.8.

El IRI característico se calculará para un nivel de confianza de 95%, mediante la siguiente expresión:

$$IRI_c = IRI_p + 1.645 \sigma$$

Donde:

IRI_p = IRI Promedio

σ = Desviación Estándar

El Monitoreo deberá incluir además la medición de deflexiones, las cuales se efectuarán de acuerdo con lo indicado en la Norma MTC E 1002 - 2000, las mediciones se harán en cada carril a distancias de 40 m, en tresbolillo, los datos de campo deberán procesarse y analizarse estadísticamente, la deflexión característica se calculará aplicando la siguiente expresión:

$$D_c = D_p + 1.645 \sigma$$

Donde:

D_p = Deflexión Promedio

σ = Desviación Estándar

El radio de curvatura crítico se calculará para el 95 percentil.

De acuerdo con las características de los materiales y espesores considerados, se han estimado los siguientes valores para la deflexión característica. (D_e) y radio de curvatura crítico (R_{cc}) respectivamente:

$D_e < 140 \times 10^{-2}$ mm

$R_{cc} > 40$ m.

Los valores iniciales del IRI servirán como punto de partida a tener en cuenta en los sucesivos monitoreo.

La evaluación estructural servirá para identificar posibles zonas donde se presente deficiencias de capacidad de soporte en alguna de las capas.

Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Se determinará mediante la medición de la rugosidad empleando para tal efecto un equipo tipo MERLIN, la medición de la rugosidad será a lo largo de todo el tramo de prueba.

En base a los resultados de los sucesivos monitoreos se obtendrá la evolución del índice de Servicio, a partir del cual se determinará la necesidad de efectuar estudios adicionales en los tramos de rápida evolución.

En base al IRI característico se determinará el PSI de cada tramo de prueba para lo cual se empleará la ecuación:

$$PSI = 5/e^{IRI/5.5}$$

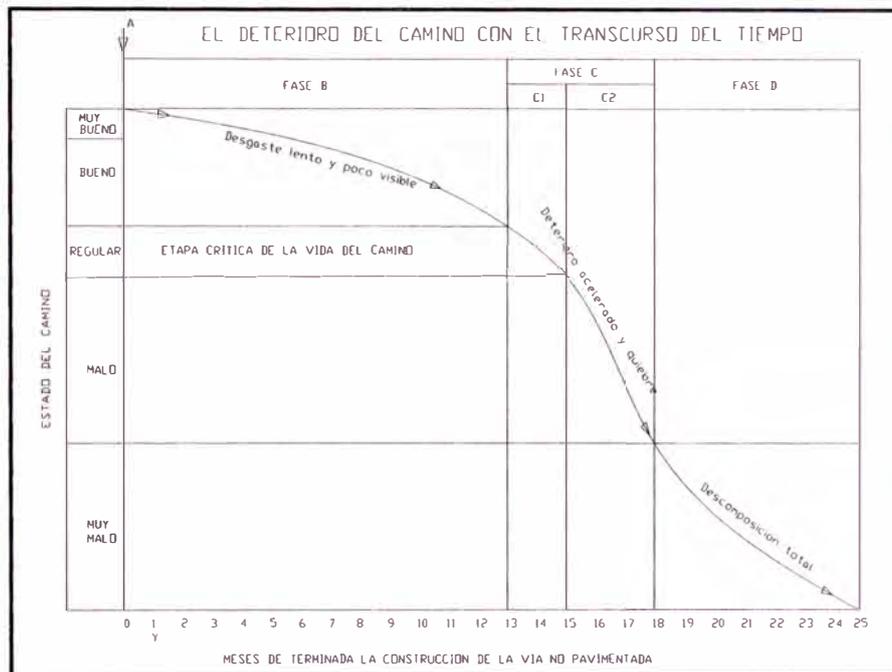
Seguidamente se efectuará la calificación del índice de serviciabilidad presente, conforme a la siguiente escala:

Cuadro N° 2.04: (Clasificación de la condición del pavimento según el PSI)

PSI	Condición del Pavimento
0-1	Pésimo
1 -2	Malo
2-3	Regular
3-4	Bueno
4-5	Muy Bueno

El resultado que se obtenga será comparado con el valor inicial para determinar la pérdida de serviciabilidad, además, en base a los datos que se vayan obteniendo durante los sucesivos monitoreos se podrá elaborar un gráfico similar al que se muestra a continuación, a partir del cual se determinarán los umbrales bajo los cuales resulte indispensable efectuar las intervenciones correspondientes al mantenimiento periódico.

Figura N° 2.03: (Deterioro de los caminos con el transcurso del tiempo)



Fuente: Provías Nacionales.

De la figura podemos observar que la fase B, es la etapa crítica del pavimento, es decir el tiempo de serviciabilidad en el cual la carretera se encuentra en estado muy bueno, bueno y regular que es de aproximadamente 13 meses, luego en los 5 meses siguientes se aprecia un deterioro acelerado y posteriormente la descomposición final de la superficie de rodadura, esto nos ayuda a conocer el tiempo en el cual el mantenimiento de la vía tiene que incrementarse a fin de aumentar el tiempo en la fase C, y prolongar el tiempo en la fase D, para lograr un mayor tiempo de vida de la carpeta de rodadura y así mismo ahorro en la reconstrucción de esta.

CAPITULO III

CAPITULO III: SUPERFICIE DE RODADURA

3.1.- Desarrollo de la alternativa elegida.

De acuerdo al análisis económico realizado se ha visto conveniente el desarrollo del tratamiento superficial slurry seal, para lo cual analizaremos el proceso constructivo de este para el tramo de carretera en estudio, siendo los anchos de vía variable entre 3.50 y 5.50m.

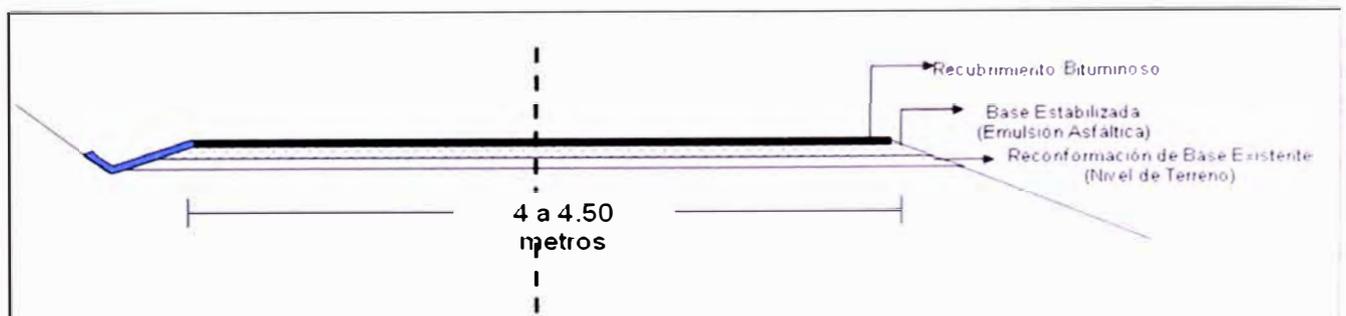
Se tiene que tomar en cuenta la información proporcionada por el MTC, y la contratista ICCGSA, para ello mencionaremos los resultados obtenidos por estos en sus estudios realizados.

Estudios Realizados por el MTC

En el mes de setiembre del año 2007, el MTC elaboró el Informe Técnico para el Diseño de Pavimento con Soluciones Básicas, de la carretera Cañete – Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca, Tramo: Zuñiga - Dv. Yauyos y D. Yauyos – Ronchas, para el proyecto Cañete – Lunahuana – Chupaca, perteneciente al Corredor Vial Nº 13 del programa Proyecto Perú, para el cambio de estándar de afirmado a solución básica, el cual se elaboró, tomando como base las experiencias de los Proyectos Pilotos de Pavimentos Económicos, siendo las propuestas para todo el tramo de la carretera.

TRAMO		Zuñiga - Dv. Yauyos	Dv. Yauyos - Ronchas
	Estructura	Espesor (cm.)	
Mezcla Asfáltica en frío con asfalto emulsionado	Slurry Seal	1	1
	Grava Emulsión	5	6
Material Granular	Afirmado o Sub base	10	15

Fuente: MTC



Para el tramo en estudio se deberá usar:

Cuadro N° 3.01. (Estructura de la base y superficie de rodadura)

Tramo	Estructura	Zúñiga – Dv. Yauyos
		Espesor (cm)
Mezcla Asfáltico en frío con asfalto emulsionado	Slurry Seal	1
	Grava Emulsión	5
Material Granular	Afirmado o Sub base	10

Estudios realizados por la contratista ICCGSA

Consideraciones técnicas para el diseño del pavimento

El objetivo del proyecto es la estructuración de un pavimento adecuado para el cambio de estándar de serviciabilidad del tramo de carretera Zúñiga - Dv. Yauyos - Ronchas, con la aplicación de soluciones básicas.

Para tal efecto se han realizado los estudios correspondientes a los suelos y materiales de construcción, así como la medición del tráfico circulante. Se ha efectuado un análisis especial a los materiales de cantera que se emplearán en los diseños de las alternativas de tratamiento o estabilización de suelos.

Previo a la construcción del pavimento, el estudio contempla la programación de diferentes pruebas que se han desarrollado por etapas para determinar la alternativa óptima, tal como se señala a continuación:

Diagnóstico

La carretera tiene una topografía bastante sinuosa. El ancho de la actual plataforma vial es variable entre 3m y 5.50m.

De acuerdo a las condiciones de cambio de estándar sobre esta plataforma se tienen que efectuar las mejoras de la serviciabilidad.

Por lo tanto la solución que se adopte a nivel de “Solución Básica” tiene que mejorar diversas propiedades de los materiales que conforman el pavimento estándar, tales como:

- Estabilidad volumétrica
- Resistencia mecánica

- Permeabilidad
- Durabilidad
- Compresibilidad

Etapas de laboratorio

Se han efectuado los ensayos físicos-mecánicos para caracterizar los materiales a emplearse en los trabajos de estabilización los que han permitido verificar su buena calidad; así mismo también se han ejecutado ensayos de CBR y Estabilidad Marshall, con la finalidad de establecer la afinidad y comportamiento mecánico de los materiales estabilizados. Se ha utilizado en los ensayos el empleo de estabilizadores: emulsión asfáltica y el aditivo Roadchem con las diversas canteras que existe en la longitud de la carretera para la estabilización de la base.

A continuación se describe los resultados de la evaluación:

ROADCHEM

Aspectos a favor

Los ensayos previos en laboratorio han notado un aumento en su densidad, y en el CBR aproximadamente entre 13% y 17%, en los suelos granulares. Según el proveedor del producto, el Roadchem es reutilizable, es decir que una vez aplicado, mantiene sus propiedades aglomerantes en el tiempo. Esto no ha podido ser verificado en el proyecto.

Aspectos en contra

Este tipo de aditivo trabaja básicamente sobre suelos finos; cuando el porcentaje que pasa la malla N° 200 es menor de 20%, entonces recomiendan adicionarle arcilla, y cuando es superior a 55%, recomiendan adicionarle grava cuarcítica para disminuir la plasticidad. En nuestros materiales de cantera la cantidad de finos es variable entre 5% y 20%, por lo que en muchos casos se tendría que acondicionar materiales finos para la óptima utilización del aditivo.

Se ha verificado en los tramos estabilizados con Roadchem, sin ningún tipo de cubierta asfáltica, que para una frecuencia mediana a alta de tráfico, la superficie se degrada, es decir se pierden los finos y los gruesos por el efecto abrasivo de los neumáticos de los vehículos.

El aditivo aumenta la contracción de los materiales finos del suelo lo cual se puede considerar como un proceso natural, originando la aparición de fisuras

sobre la superficie. Estas a su vez se han reflejado inmediatamente sobre la calzada (Slurry Seal).

Se ha apreciado también la poca adherencia que aporta esta capa estabilizada a la capa asfáltica.

EMULSIÓN ASFÁLTICA

Aspectos a favor

Entre los factores a favor de la estabilización de suelos con la emulsión asfáltica, se tiene la propiedad aglomerante con los áridos; mejora la permeabilidad, aumentando la resistencia mecánica (CBR) y estabilidad volumétrica.

También se la puede emplear en los tratamientos superficiales monocapa.

En nuestro caso su empleo está direccionado hacia la estabilización de la capa de afirmado, la cual se prevé que tenga un mejor comportamiento en conjunto con un recubrimiento bituminoso sobre él, ya que se ha verificado una buena adhesividad con la capa asfáltica colocada.

Aspectos en contra

El empleo de la emulsión está restringido para materiales limpios o con poca cantidad de finos. En nuestro caso se han encontrado canteras con la debida limpieza, así como otras que superan a estas recomendaciones.

Si bien el sistema slurry seal produce un buen acabado, esta capa se acomoda sobre la superficie afirmada, que en nuestro caso no es muy regular, tendiendo a reflejar rápidamente cualquier problema existente en el afirmado; así también por lo cerrado de su textura, refleja inmediatamente las fisuras que provengan de la capa inferior, naturales cuando se emplean materiales con finos, como es el afirmado.

Para obtener un buen rendimiento durante la aplicación o colocación del slurry seal, se tendría que emplear un equipo especial. Este equipo, precisamente porque tiene que contener la emulsión asfáltica y los agregados, es de gran dimensión, siendo en varios sectores de la carretera inaplicable porque no tendría acceso o no podría maniobrar, dado lo angosto de la vía. Debido a que la sección de la carretera es variable, en muchos casos se tendría que completar en forma manual, los empalmes donde la maquinaria no pudo ingresar, produciendo muchas juntas frías más susceptibles a los efectos abrasivos de los neumáticos y medio ambiente.

La colocación de un slurry seal involucra paralizar el tránsito vehicular por más de 4 horas, ya que es necesario esperar que cure la mezcla (volatilice el agua). Para el empleo de emulsiones se debe ser muy cuidadoso ya que es necesario agitar los envases para tener una mezcla homogénea del líquido, ya que suele suceder con frecuencia que el asfalto se deposita en el fondo de los envases, y lo que se aplica no es la dosificación de emulsión correcta, los ensayos que se realizan a la emulsión asfáltica lo podemos encontrar en el Manual Básico de Emulsiones asfálticas (Manual Serie 19, Pág. 21-28).

ASFALTO LÍQUIDO RC-250

A favor

El RC-250 es un asfalto empleado tradicionalmente. Para el trabajo de tratamientos superficiales se pueden emplear equipos convencionales. Se prevé que la ejecución de reparaciones sería un proceso más manejable, ya que existe bastante experiencia por parte de los operarios en esta aplicación.

En contra

El uso del asfalto RC-250 está siendo restringido por motivos ambientales, dado que uno de sus componentes es el kerosene. Sin embargo, no existe en el año 2009, ninguna norma que prohíba su uso.

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 N° 3.02. (Ventajas y desventajas uso de estabilizador Road Chem).

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
		Recomendable suelos alto porcentaje de finos

Cuadro N° 3.03. (Ventajas y desventajas uso de estabilizador emulsión asfáltica).

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Emulsión Asfáltica	Aumenta la capacidad de soporte del suelo	Presenta fisuras en corto plazo
	La adherencia es buena con un recubrimiento superficial bituminoso	La emulsión asfáltica es un material propenso a romper en su almacenamiento
	Disminuye la permeabilidad de un suelo estabilizado.	
	Es recomendable para suelos con plasticidad baja.	

Cuadro N° 3.04. (Ventajas y desventajas uso de Slurry Seal)

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Slurry Seal	El acabado es más uniforme	Refleja inmediatamente las fisuras que provengan de la capa inferior
	Evita el desprendimiento de agregados.	Las dimensiones del equipo que se utilizan dificultan su maniobrabilidad
	Reduce el deterioro por oxidación.	La interrupción del tránsito después de su colocación demora 4 a 5 horas.
	Produce una superficie de sellado muy resistente al desgaste	La emulsión asfáltica es un material propenso a romper durante su almacenamiento
		El proceso constructivo requiere de espacios a lo largo de la vía para el almacenamiento del agregado lo que no se da en varios tramos de la vía.

Cuadro N° 3.05 (Ventajas y desventajas uso de Monocapa)

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Monocapa Con emulsión	No refleja posibles fisuras que se tengan en la capa inferior	Se presentan problemas de rupturas prematuras durante la aplicación.
		La interrupción del tránsito después de su colocación demora 4 a 5 horas.
		La emulsión asfáltica es un material propenso a romper durante su almacenamiento

Alternativas para el mejoramiento de la vía

Luego de conocer los aspectos a favor y en contra de cada uno de los materiales se procede a seleccionar los materiales con los cuales se va a trabajar.

La emulsión asfáltica, cuyas propiedades resultantes de aglomerante e impermeabilizante, son excelentes. En el “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas” del Instituto del Asfalto y de la Asociación de Productores de Emulsión Asfáltica - AEMA de los Estados Unidos (Manual Series N° 19) señalan recomendaciones para la selección del tipo de emulsión, las características de los agregados a ser empleados, así como el procedimiento constructivo requerido. En la gama de materiales que se presentan, se tienen gradaciones abiertas y cerradas; la que se asemeja mayormente a los agregados que se tiene en nuestra obra, es el correspondiente a las gradaciones cerradas. La característica de este material es que la cantidad que pasa la malla N° 200 es como máximo 15%, siendo el valor mínimo de Equivalente de Arena de 35%. Indica también que se pueden emplear Arenas Limosas con 20% pasante la malla N° 200.

Para estabilización de suelos se eligiendo la emulsión asfáltica, para estabilizar la base y su dosificación será de 12 gl/m³., el material bituminoso para la colocación del slurry será una emulsión catiónica de ruptura lenta CSS1-h.

Luego de haber seleccionado los tipos de materiales se controlara la calidad de estos y el proceso de construcción de la alternativa seleccionada, en nuestro caso el slurry seal.

Proceso constructivo de la base estabilizada

1. Se arruma el material granular con cargador frontal a manera de cráter y se agrega la emulsión según dosificación de diseño para proceder seguidamente a efectuar la mezcla.
2. El proceso de mezclado se realiza hasta que la mezcla quede homogénea.
3. Se debe tener en cuenta que durante el proceso de mezclado la mezcla va a perder humedad.
4. De no usarse la mezcla esta se puede almacenar cubriéndola de tal manera que no pierda su humedad ni sus características.

5. Se transporta el material en camiones y se debe acumular el material sobre una superficie bien nivelada, adecuadamente humedecida, limpia y exenta de polvo lo cual favorecerá la adherencia de la emulsión.
6. Seguidamente se realiza el extendido y refine de la mezcla teniendo en cuenta los niveles topográficos.
7. El proceso de compactación se inicia con un rodillo liso tándem, el cual debe ser operado con intensidad de vibrado de acuerdo al espesor de la capa y características de la mezcla.
8. Seguidamente mediante la utilización de un rodillo neumático se realiza el proceso de compactación final y acabado, este equipo es importante para ayudara al rompimiento de la emulsión asfáltica.

Proceso constructivo del slurry Seal

1. La producción y colocación del mortero asfáltico (slurry seal), se realiza mediante una planta móvil que produce el mortero y lo coloca en los espesores diseñados
2. La colocación de mortero no requiere la colocación de algún riego de liga.

Es importante destacar la significación que tiene el contar con los ensayos de laboratorio que permiten obtener las propiedades y aptitud del suelo estabilizado para soportar las cargas del tránsito, y de la misma manera el hecho de construir tramos estabilizados para verificar el buen resultado in situ. Además, se debe garantizar que tanto la aplicación del cambio de estándar así como su mantenimiento, pueda realizarse en forma sencilla, económica y con el equipamiento disponible.

El Consorcio Gestión de Carreteras encargado de la ejecución del cambio de Estándar y del mantenimiento realizo los “Estudios Técnicos para el cambio de Estándar de Afirmado a Solución Básica”, analizando diversas alternativas de intervención mediante tramos de prueba, siendo estas:

- Afirmado (de 12 cm).
- Afirmado (de 12 cm), con una cubierta asfáltica de slurry seal.
- Afirmado (de 12 cm) estabilizado con aditivo Roadchem.
- Afirmado (de 12 cm) estabilizado con aditivo Roadchem, con una superficie de slurry seal.

- Afirmado (de 7 cm), con una superficie (de 5 cm) estabilizada con emulsión.
- Afirmado (de 7 cm), una capa (de 5 cm) estabilizada con emulsión, y una cubierta de slurry seal.
- Afirmado (de 7 cm), una capa (de 5 cm) estabilizada con emulsión, y una cubierta mono capa asfáltica.

Para la construcción de la superficie de rodadura de la carretera en el tramo en estudio la contratista ha elegido la siguiente alternativa.

- a) Afirmado / Grava Estabilizada con Emulsión / Tratamiento Superficial Mono capa/ Slurry Seal (Cape Seal).

Estado Actual de la superficie de rodadura

La vía en estudio tiene una longitud total de 3550 km de tratamiento superficial monocapa, el cual presenta abrasión de la superficie de rodadura. 1450 Km. De tratamiento superficial slurry en buen estado de conservación. Las longitudes y sus tipos de superficie de rodadura de los tramos de estudio son las mostradas en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.06: (Estado actual de la superficie de rodadura)

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD (KM)	TRATAMIENTO SUPERFICIAL
99+000	100+300	1300	Monocapa
100+300	101+400	1100	Slurry
101+400	102+600	1200	Monocapa
102+600	102+950	350	Slurry
102+950	104+000	1050	Monocapa
TOTAL		5000,000	

Cuadro N° 3.07: (Valores de IRI tomados entre el Km 99+800 y Km 100+200)

Análisis de la evaluación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en el Tramo de estudio:

Año	Superficie de Rodadura	IRI	Fuente
2008	Afirmado	14.00	ICCGSA
2009 - Junio	Tratamiento Superficial	4,81	ICCGSA
2009 - Octubre	Tratamiento Superficial	6,48	Grupo 9-Seccion B

Según se muestra en el cuadro vemos que el IRI ha aumentado considerablemente en el tiempo de 4 meses en el tramo de monocapa, pero no se puede establecer una curva por que solo se cuenta con dos mediciones de IRI en el mes de junio y octubre, tenemos que estar en un continuo monitoreo y tomar los datos necesarios para formular las curvas para poder aproximar los tiempos de vida útil en este tramo.

De acuerdo a las conclusiones presentadas por el consorcio ICCGSA, quienes mencionan en su informe que el monocapa es la alternativa mas viable de acuerdo a los ensayos realizados en laboratorios esto no se esta cumpliendo debido a que la superficie de rodadura en este tramo cuenta con menos de 1 año y ya se encuentra deteriorada, según la visita a campo se puede concluir que las posibles fallas en la carpeta de rodadura se dan por que existe disgregación entre el ligante y el agregado, razón por la cual se podría concluir que el ligante no es el adecuado o que se ha efectuado un mal proceso constructivo.

3.2.- FALLAS ENCONTRADAS EN LA SUPERFICIE DE RODADURA.

En el monitoreo al tramo en estudio se observado diversas fallas sobre la superficie de rodadura; entre las cuales describiremos algunas de ellas, de acuerdo al análisis superficial de un pavimento.



Falla N° 10.- Grietas longitudinales

Foto tomada por: José Urbina Rojas, setiembre 2009



Falla N° 19.- Disgregación o desintegración

Foto tomada por: José Urbina Rojas, setiembre 2009



Falla N° 19.- Disgregación o desintegración.

Foto tomada por: José Urbina Rojas, setiembre 2009



Falla N° 15.- Ahuellamientos.

Foto tomada por: José Urbina Rojas, setiembre 2009



Foto tomada por: José Urbina Rojas, setiembre 2009

Problema.- La superficie de rodadura se ve afectada por el agua, producto de filtraciones de obras existentes que no cumplen con los requerimientos adecuados para su construcción.

3.3.- ANALISIS DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL TRAMO EN ESTUDIO.

Análisis de la falla N°10 (Grietas longitudinales y transversales).

Grietas paralela al eje del pavimento o eje de construcción, causadas generalmente por:

1. Mala construcción en juntas de asfalto.
2. Contracción de asfalto debido a los cambios de temperatura y envejecimiento.
3. Reflexión de las grietas del pavimento inferior, grietas en el asfalto. No están generalmente asociadas con tráfico o cargas.

Solución planteada:

Tratamiento de fisuras longitudinales.

Análisis de la falla N°19 (Disgregación o desintegración).

Las causas de esta falla son generadas por:

1. Mezcla de mala calidad.
2. Gradación inadecuada.
3. No existe buena adherencia entre ligante y agregado.
4. Presencia de factores externos que provocan la desintegración (materiales erosionantes), en este caso pueden ser las lluvias, agua superficial, agregados sueltos como gravas o arenas que entran en la vía.
5. Debido a la fricción de los neumáticos de los vehículos al girar en una curva es mucho mayor causando mayor deterioro a la superficie de rodadura.

Solución planteada.-

Puede ser una reparación de las fallas existentes y luego la colocación de un sello asfáltico, o puede ser un Slurry Seal, en las curvas se recomienda construir la superficie de rodadura de concreto armado.

Análisis de la falla N°15 (Ahuellamientos).

Es una depresión longitudinal, bajo las huellas de los neumáticos. Es originado por la deformación permanente de la subrasante o alguna capa del pavimento, normalmente causado por consolidación o movimiento lateral de los materiales bajo efecto del tráfico. El exceso puede producir una falla estructural del pavimento.

Causas probables de la falla:

- 1.- Mala compactación de las capas del pavimento o subrasante
- 2.- Exceso de tráfico, que sobrepasa al volumen de tráfico de diseño y vehículos muy pesados.
- 3.- Exceso de ligante en la capa de base estabilizada, lo que origina una capa muy plástica
- 4.- Humedecimiento de las capas inferiores (subrasante) lo que origina que falle el terreno de fundación.

Solución planteada.-.

Re conformación de las partes afectadas, reparando desde la capa en malas condiciones.

Problema del agua sobre la superficie de rodadura.

Este problema sucede por la filtración de agua de los canales de regadío los cuales no se encuentran impermeabilizados, generando que el agua este en contacto no solo con la superficie de rodadura, sino también afecten la base del pavimento y por lo tanto se produzcan fallas en estas áreas, la solución es impermeabilizar los canales.

Solución planteada.-

Complementar e implementar las obras de drenaje.

CAPITULO IV

CAPITULO IV: EXPEDIENTE TECNICO DE CONSERVACION

4.1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

Introducción:

Mediante el monitoreo de la carretera Cañete Yauyos, se elabora un manual de conservación que permita lograr un estado óptimo de serviciabilidad durante su vida útil, para ello se han tomado algunas consideraciones.

Las consideraciones principales tomadas en cuenta son las siguientes:

- a) El tratamiento superficial se encuentra en óptimo estado, ha sido diseñado para una vida útil de 3 años.
- b) El sistema de drenaje es adecuado y se encuentra funcionando óptimamente.
- c) La señalización vertical y horizontal, así como los elementos de seguridad vial, se encuentran en perfecto estado.

Objetivos:

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

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

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

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

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

Estudio de mantenimiento:

El estudio de mantenimiento se basa en tres tipos de acciones a desarrollar:

- 1.- Mantenimiento rutinario
- 2.- Mantenimiento periódico
- 3.- Atención de emergencias

Los objetivos específicos del mantenimiento o conservación de la vía son los siguientes:

- a) Mantener impermeable la superficie de rodadura evitando el paso del agua a través de ella o del borde del pavimento, el cual debilita las capas inferiores.
- b) Mantener y renovar la calidad de la superficie de rodadura y con ello las buenas condiciones de serviciabilidad y seguridad.

4.1.1.- MANTENIMIENTO RUTINARIO

Definición

El mantenimiento rutinario consiste en un conjunto de actividades dirigidas a conservar la superficie de rodadura, bermas, sistema de drenaje, señalización y seguridad vial, eliminando todo lo que represente peligro para el usuario y problemas de deterioro de la vía.

Estas actividades se llevan a cabo con frecuencia cada año, por lo general son de pequeña escala pero muy variadas y que por su regularidad son por lo general programables en el tiempo.

Alcances

El mantenimiento rutinario comprende las siguientes áreas de la vía:

Calzada.

- a) Proveer una superficie de rodadura libre de obstáculos que representen peligro para el usuario.
- b) Dar mayor visibilidad y seguridad a los usuarios de la carretera y eliminar los obstáculos para el libre curso del agua desde la calzada hasta el sistema de drenaje.

Bermas

- a) Mantener una superficie libre de obstáculos que restrinjan la circulación y/o visibilidad, de modo que sirvan como soporte seguro en caso de emergencia para los vehículos y sus cargas.
- b) Mantener el alineamiento y pendiente de las bermas para asegurar un drenaje adecuado.

Drenaje

- a) Limpieza del sistema de drenaje superficial (cunetas, alcantarillas, zanjas de coronación, zanjas de drenaje, etc.) para asegurar su operatividad.
- b) Reconocimiento y evaluación del funcionamiento de las estructuras y la influencia en ellas de las aguas superficiales.

Estructuras

Inspección periódica y sistemática con el propósito de auscultar cualquier daño en la estructura, evaluando su magnitud para proceder a su mantenimiento y reparación inmediata.

Señalización

Verificación que la señalización horizontal, vertical y de seguridad vial, se encuentren en óptimas condiciones, verificando la reflectividad y la posición correcta para el confort y seguridad del usuario, proponiendo asimismo la colocación, cambio y/o retiro de la misma.

Preservación ambiental

- a) Mantener las obras específicas de prevención y mitigación ambiental.
- b) Re vegetación de zonas desforestadas dentro del área de influencia o derecho de vía.
- c) Mantenimiento y utilización adecuada de las zonas de botadero para el acondicionamiento de materiales provenientes de derrumbes, bacheos, limpiezas en general, etc.

4.1.2.- MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Definición.-

Es el conjunto de actividades destinadas a restaurar los elementos de la vía a su condición original con el fin de mantener sus niveles de serviciabilidad así como a prevenir o atenuar un deterioro acelerado de la vía.

Normalmente son de gran escala y requieren el despliegue de equipos y recursos especializados para su ejecución requieren de una identificación de deterioros y elaboración de un proyecto.

Alcances

El mantenimiento periódico abarca todas las actividades tendientes a conservar la integridad estructural y calidad de la superficie de rodadura, de acuerdo a una programación pre-establecida y sobre la base de los datos obtenidos durante el mantenimiento rutinario, en las siguientes áreas:

Calzada

- a) Comprende los trabajos de reparación necesarios en la vía a fin de mantener la capacidad funcional y estructural del pavimento
- b) Restablecer los niveles de serviciabilidad originales.

Bermas

Restablecer el estado original de las bermas.

Drenaje

- a) Reparación del sistema de drenaje superficial
- b) Reconstrucción del sistema de drenaje superficial.
- c) Reconstrucción del sistema de drenaje subterráneo.

Estructuras

Reconstrucción de elementos de protección en alcantarillas y muros, pontones y puentes.

Señalización

- a) Reposición de la señalización horizontal.
- b) Reposición de la señalización vertical.
- c) Reposición de los dispositivos de seguridad vial

Taludes

Acondicionamiento de taludes inestables y monitoreo del sistema de estabilidad proyectado.

Protección ambiental

Re vegetación de zonas desforestadas dentro del área de influencia o derecho de vía.

4.1.3.- ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Definición

Es el conjunto de actividades dirigidas a restablecer la normalidad del tránsito vehicular en el tiempo más corto posible ante la ocurrencia de eventos intempestivos que afecten parte de la vía, como huaycos, derrumbes, sismos, aluviones, inundaciones, etc.

Alcances

- a) Abarca cualquier tipo de actividad destinada a reponer el nivel de transitabilidad de la vía.
- b) Evaluación de los daños, utilizando el formato propuesto.

Progresivas		Nivel de Daño			Zona			Descripción	Recomendación
Inicio	Final	Leve	Medio	Severo	Calzada	Drenaje	Señal		

Planteamiento de la solución, luego de la evaluación de daños.

Actividades

- 1.- Limpieza de calzada por derrumbes.
- 2.- Limpieza de calzada por huaycos.
- 3.- Acondicionamiento de botaderos.
- 4.- Habilitación de desvíos.
- 5.- Protección de riberas con enrocados.
- 6.- Habilitación de puente provisional.

4.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS.

4.2.1.- Partidas de mantenimiento rutinario:

a.- Limpieza general

Descripción: Esta actividad consiste en retirar de las bermas y la calzada los obstáculos tales como piedras, ramas, montículos de tierra, arena, etc, llevadas por el viento, derrumbes menores por gravedad o el agua, y desechos sólidos. Estos obstáculos deben ser retirados y depositados en lugares que no ofrezcan peligro a los usuarios.

Propósito: Dar mayor seguridad a los usuarios de la carretera y eliminar los obstáculos a fin de mantener libre la superficie de rodadura para el normal tránsito vehicular y el libre curso del agua desde la calzada hasta el sistema de drenaje.

Criterio: Esta actividad debe realizarse en donde se identifiquen acumulaciones peligrosas de materiales y desechos sobre la calzada o bermas que restrinjan la circulación y/o visibilidad.

Unidad: La unidad de medida es global.

Recursos

Mano de obra: Se sugiere una cuadrilla móvil, es decir un grupo de 4 peones y 2 señaleros que se moviliza a lo largo del tramo, dirigidos por un capataz.

Equipos: Una camioneta pick-up o un vehículo con la capacidad adecuada al volumen a desalojar.

Herramientas: Palas, picos, carretillas de mano, barretas, machetes.

Materiales: No se requieren materiales para realizar esta actividad.

b.- Tratamiento de fisuras

Descripción: Esta actividad consiste en el sellado de las fisuras y grietas de la superficie de rodadura generadas por fatiga del pavimento por efecto de las cargas u otro origen.

Propósito: Evitar filtraciones de agua a la estructura del pavimento que lo desestabilice.

Criterio: Esta actividad debe realizarse cuando se presenten fisuras notoriamente abiertas y/o ramificadas que superen los 3mm de espesor.

Unidad: La unidad de medida es metro lineal (m) con aproximación a la centésima, u el metro cuadrado (m²), con aproximación a la decima.

Recursos

Mano de obra: Se emplea una cuadrilla conformada por 4 operarios, 3 oficiales, 6 peones y 2 señaleros dirigidos por un capataz.

Equipos: 1 Compresora neumática 250-330 pcm 87 Hp, 1 equipo sellador, camión baranda de 3 TN.

Herramientas: Palas.

Materiales: Sellante elastomérico.

c.- Parchado superficial

Descripción: Esta actividad consiste en la reparación de pequeños baches superficiales en el pavimento producto de la caída de rocas y/o concentración de fisuras, eliminando una capa delgada (0.5 pulg.) y reponiéndola con un tratamiento superficial adecuado.

Propósito: Mantener los niveles de serviciabilidad de la carretera proporcionando mayor seguridad al usuario.

Criterio: Esta actividad debe realizarse en donde se identifiquen deterioros superficiales concentrados en áreas pequeñas y donde los baches dificulten el normal tránsito de los vehículos por la vía pudiendo ocasionar accidentes.

Unidad: La unidad de medida es metro cuadrado.

Recursos

Mano de obra: Se emplea una cuadrilla conformada por 4 peones y 2 señaleros dirigidos por un capataz.

Equipos: 1 camión volquete, 1 cocina de asfalto y 1 rodillo vibratorio manual

Herramientas: Palas, picos, rastrillos, carretillas de mano y regla de aluminio 2" x 4".

Materiales: emulsión asfáltica, cemento portland tipo I, agregados.

Observaciones: En el km 103+715, se deberá efectuar un seguimiento constante en las zonas donde se tiene como estadística fenómenos naturales como huaycos.

4.2.2.- Partidas de mantenimiento periódico:

a.- Bacheo superficial

Descripción: Esta actividad consiste en la excavación, extracción y retiro de todo material inadecuado por debajo de la superficie del pavimento existente hasta llegar a la capa no alterada, la colocación de capas sucesivas de material de base o de roca triturada compactadas con espesores no mayores de 10 cm hasta alcanzar el nivel de la subrasante y la colocación de un tratamiento superficial elegido por el personal técnico responsable.

Propósito: Corregir daños o defectos localizados del pavimento, tales como depresiones, agrietamientos tipo piel de cocodrilo, desintegraciones, fallas en la base y/o subrasante debido a la fatiga y fracturamiento de la carpeta asfáltica.

Criterio: Esta actividad debe realizarse cuando estos daños aislados afecten el normal desplazamiento del tránsito y su origen no esté relacionado directamente con las capas inferiores (como por ejemplo mal drenaje de las aguas subterráneas), en tanto que el área promedio de estos daños no exceda de 20 m² o no cubra en total más del 30% de la sección a reparar; mayores extensiones corresponden a un proceso de rehabilitación.

Unidad: La unidad de medida es el metro cuadrado (m²), con aproximación a la décima, cualquiera que fuera su espesor o el indicador del nivel de servicio.

Recursos

Mano de obra: Una cuadrilla de bacheo constituida por un maestro de obra y 6 peones y supervisada por un capataz.

Equipo: 1 Camión volquete, 1 Rodillo manual ó plancha vibratoria, 1 Martillo neumático liviano (opcional); 1 compresora y 1 cocina de asfalto

Herramientas: Palas, carretillas, escobas, rastrillos, barretas, regla, pisón de mano.

Materiales: Asfalto (emulsión asfáltica de rotura rápida o media) a razón de 0.3 a 0.6 litros por metro cuadrado; mezcla asfáltica en frío y material para base.

b.- Sello asfáltico

Descripción: Esta actividad consiste en el tratamiento de la capa de rodadura reponiendo el agregado fino perdido por desgaste a causa del tráfico.

Propósito: Dotar al pavimento de mejores condiciones de impermeabilidad, control del proceso de figuración y prolongar la vida útil del paquete estructural.

Criterio: Esta actividad se debe realizar cuando la superficie de rodadura esta agrietada y/o fisurada arriba del 10% del área, si las fisuras permiten el ingreso del agua en la estructura del pavimento, cuando la textura sea inadecuada o se halla reducido la resistencia al deslizamiento, siempre que la capa de rodamiento esté desgastada pero su estructura este en condiciones de recibir cargas.

Unidad: La unidad de medida es el metro cuadrado (m²), con aproximación a número entero, cualquiera que fuera su espesor o el indicador del nivel de servicio.

Recursos

Mano de obra: 1 capataz, 4 peonès y 2 señaleros

Equipo: 1 Esparcidora de agregados, 1 camión volquete, 1 camión imprimador, 1 compresora y 1 rodillo con ruedas neumáticas

Herramientas: palas, escobas, rastrillos y carretillas

Materiales: emulsión asfáltica con polímero y arena

c.- Tratamiento superficial

Descripción: Esta actividad consiste en la colocación de una capa de revestimiento asfáltico de poco espesor, formada por riegos sucesivos y alternados de material bituminoso y agregados pétreos, la que no da un refuerzo a la estructura sino simplemente la protege de la acción del tiempo y del desgaste con una capa superficial impermeable.

Propósito: Dotar al pavimento de mejores condiciones de impermeabilidad suavidad para el manejo, así como prolongar la vida útil del paquete estructural.

Criterio: Esta actividad se debe realizar para tratar una superficie amplia de carretera en donde gran parte de la capa de rodamiento esté desgastada pero su estructura está en condiciones de recibir cargas.

Cuando la superficie de la carretera esta agrietada y permite la entrada de agua en la estructura del pavimento, la textura es inadecuada y se ha reducido la resistencia al deslizamiento.

Unidad: La unidad de medida es el metro cuadrado (m²), con aproximación a número entero, cualquiera que fuera su espesor o el indicador del nivel de servicio.

Recursos

Mano de obra: 1 capataz, 10 peones y 2 oficiales

Equipo: 1 esparcidora de agregados, 1 camión volquete, 1 camión imprimador, 1 compresora y 1 rodillo con ruedas neumáticas

Herramientas: Palas, escobas, rastrillos y carretillas

Materiales: Emulsión asfáltica con polímero y material pétreo

4.2.3.- Actividades de emergencia.

Limpieza de calzada por derrumbes y huaycos

Descripción: Limpieza inmediata del material caído de los taludes sobre la plataforma, debido a la ocurrencia de eventos intempestivos como huaycos, derrumbes, sismos, aluviones, inundaciones, etc.

Propósito: Mantener la vía libre para el normal tránsito vehicular.

Recursos

Mano de Obra: 1 capataz, 5 peones y 2 señaleros

Equipo: 2 Volquetes de 10 m³, 1 cargador 100-115 HP, 1 tractor sobre orugas 190-240 HP (de ser necesario), 1 compresora 125-175 pcm y 1 martillo neumático (de ser necesario)

Herramientas: Picos, palas, barretas, tranqueras, etc.

Materiales: Dinamita (de ser necesario) y fulminante (de ser necesario)

4.3.- PRESUPUESTO Y ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIODICO.

Conservación rutinaria en el Km 99+000 al 104+000

Metrado para partidas de conservación rutinaria sobre superficie de rodadura con tratamiento superficial.

Terminado el proceso de intervención con capa granular estabilizada con emulsión y recubrimiento bituminoso, se debería continuar con la conservación rutinaria durante todo el período de vida útil del pavimento, teniendo que ejecutar como mínimo las siguientes partidas para mantener la serviciabilidad de la vía.

- Limpieza de la calzada y bermas.
- Sello de Fisuras
- Bacheo superficial y profundo localizado

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
1	Limpieza General	GB	1
2	Sello de fisuras	ML	200
3	Bacheo superficial y profundo	M2	250

Sustento de metrado

Limpieza general: Se ha realizado un análisis de costo unitario teniendo como base los recursos enumerados en la partida limpieza general; en los cuales se tiene un costo por Km.

- Para calcular el costo por año de limpieza general se ha calculado que se procederá a la limpieza rutinaria con frecuencia de 5 días para el tramo.
- Se ha calculado un costo unitario el cual corresponde a la limpieza de cunetas, obras de arte y otros, de los cuales se ha tomado el 50% del costo para la limpieza general de la carpeta asfáltica.

Con ello se ha estimado un costo para un año por Km.

Tratamiento de fisuras:

Se ha realizado un análisis de costo unitario teniendo como base los recursos enumerados en la partida tratamiento de fisuras; se ha estimado que en el primer año se va a fisurar el 6%, el segundo año el 10% y el tercer año el 14% de la longitud total de la vía, por cada carril usado, por lo tanto antes de realizar el mantenimiento periódico que consiste en un re capeado total del tramo después de tres años, se tomado como promedio un 10% para la reparación de la longitud por cada carril lo que es equivalente a 200m de tratamiento de fisuras por cada año, cabe indicar que para obtener datos más aproximados se debería tener un historial de los cambios que va ocurriendo en la superficie de rodadura con el tiempo.

Parchado con tratamiento superficial:

Se ha estimado que en el primer año se va a deteriorar el 6%, el segundo año el 10% y el tercer año el 14% del área total de la vía, por lo tanto antes de realizar el mantenimiento periódico que consiste en un re capeado total del tramo después de tres años, se tomado como promedio un 10% para la reparación del área lo cual es equivalente a 250m² de parchado de la via por cada año, Cabe indicar que para obtener datos más aproximados se debería tener un historial de los cambios que va soportando la superficie de rodadura con el tiempo.

A continuación se muestran los cuadros con los análisis de precios unitarios para el mantenimiento rutinario.

02.01 LIMPIEZA GENERAL

Km/DIA	MO. 70,0000			Costo unitario directo por : km	103,57
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1,0000	0,0016	16,24	0,03
PEON	hh	6,0000	0,6857	10,47	7,18
					7,21
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5%	7,21	0,36
CAMION BARANDA 3 TON.	hm	1,0000	8,0000	12,00	96,00
					96,36

02.02 TRATAMIENTO DE FISURAS

m/DIA	MO. 1.000,0000		Costo unitario directo por : m		5,50
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1,0000	0,0080	16,24	0,13
OPERARIO	hh	4,0000	0,0320	12,99	0,42
OFICIAL	hh	3,0000	0,0240	11,58	0,28
PEON	hh	8,0000	0,0640	10,47	0,67
					1,49
Materiales					
SELLADOR ELASTOMERICO	kg		0,2200	7,80	1,72
					1,72
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	1,40	0,04
CAMION BARANDA 3 TON.	hm	1,0000	0,0080	63,40	0,51
EQUIPO SELLADOR	hm	1,0000	0,0080	150,00	1,20
COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1,0000	0,0080	67,18	0,54
					2,29

02.03 PARCHADO CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL (MORTERO ASFALTICO)

m2/DIA	MO. 200,0000		Costo unitario directo por : m2		17,97
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
REMOCION DE MORTERO ASFALTICO	m2		1,0000	3,61	3,61
PARCHADO CON MORTERO ASFALTICO	m3		0,0100	1.035,56	10,36
TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA PARCHES	m3		0,1000	40,01	4,00
					17,97

PRESUPUESTO MANTENIMIENTO RUTINARIO

Con los metrados y los análisis de costos unitarios descritos se ha elaborado el presupuesto para el mantenimiento rutinario de la vía por un año para una longitud de cinco kilómetros, el costo es moneda nacional (nuevos soles).

Ítem	Descripción	Un.	Metrado	P.U	Parcial
02	PAVIMENTOS				
02.01	LIMPIEZA GENERAL	glb	1.00	18640.00	18640.00
02.02	TRATAMIENTO DE FISURAS	m	1000.00	5.50	5500.00
02.03	PARCHADO DE SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO)	m2	1187.50	17.97	21335.34
	COSTO DIRECTO				S/. 45,475.34
	GASTOS GENERALES (12%)				S/. 5,457.04
	UTILIDAD (5%)				S/. 2,273.77
	PARCIAL				S/. 53,206.14
	IGV (19%)				S/. 10,109.17
	TOTAL				S/. 63,315.31

Conservación periódica del tramo después de la intervención con capa granular estabilizada con emulsión y mortero asfáltico (Slurry Seal).

La conservación periódica se ejecutara aproximadamente al tercer año de la puesta en servicio y consistirá en la colocación de un recapeo con slurry seal (mortero asfáltico), en toda la calzada. Al término de los trabajos de conservación periódica, el tramo debe alcanzar un IRIp igual o menor a 2.5 metros/kilómetro.

Presupuesto Mantenimiento Periódico.

Ítem	Descripción	Un.	Metrado	P.U	Parcial
02	PAVIMENTOS				
02.01	TRATAMIENTO DE FISURAS	m	1,000.00	5.50	5,500.00
2.02	PARCHADO DE SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO)	m2	1,900.00	14.85	28,215.00
2.03	RECAPEO CON SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO)	m2	23,750.00	10.07	239,162.50
	COSTO DIRECTO				S/. 272,877.50
	GASTOS GENERALES 12%				S/. 32,745.30
	UTILIDAD 5%				S/. 13,643.88
	SUB-TOTAL				S/. 319,266.68
	IGV (19%)				S/. 60,660.67
	TOTAL				S/. 379,927.34

CONCLUSIONES

- 1.- El cambio de estándar de la superficie de rodadura de afirmado a la alternativa seleccionada tratamiento superficial slurry generara como resultado ahorro en los costos de operación vehicular, tiempos de viaje, fletes de transportes de carga, por lo tanto se obtendrá mayores beneficios y un mayor desarrollo para la zona del área de influencia de la carretera.
- 2.- En el análisis de inversión del perfil de la alternativa seleccionada el valor actual neto es negativo con el tráfico inicial que se ha calculado; pero si se incrementa el trafico en 35% el valor actual neto va a tomar valores positivos por lo cual el proyecto se volvería rentable.
- 3.- El IRI del pavimento en la superficie de rodadura existente (tratamiento superficial monocapa) entre el km. 99+800 y km. 100+200, calculado en junio del 2009 fue de 4.81, el cual calificaba la superficie de rodadura en buen estado; pero para el mismo tramo en octubre del 2009 el IRI calculado fue de 6.48, lo cual indica que en 4 meses el IRI se ha incrementado en 1.64, y el estado de la superficie de rodadura en este tramo cambio a regular con lo cual el pavimento empieza a perder su serviciabilidad.
- 4.- Para la estabilización de suelos de baja plasticidad se recomienda el uso de emulsión asfáltica, debido a que disminuye la permeabilidad del suelo incrementando su capacidad de soporte, así mismo al usar la emulsión asfáltica como estabilizador del suelo ya no será necesario la adición de un riego de liga para la colocación de un tratamiento superficial, con lo cual se eliminara esta partida generando un ahorro en el presupuesto.
- 5.- Los ensayos en el laboratorio con el material de cantera encontrado darán como resultado el tipo de emulsión a utilizar, también se deberá verificar la calidad, almacenaje y dosificación de los materiales a utilizar.
- 6.- El monitoreo constante de la superficie de rodadura, con un adecuado y oportuno mantenimiento rutinario dan como resultado un mantenimiento periódico más económico y por lo tanto una mayor vida útil al pavimento.

RECOMENDACIONES

- 1.- Para elevar el nivel de vida de la población del área de influencia de la carretera se recomienda implementar programas de cultivo para favorecer la producción agrícola, debido a que el transporte de estos productos contarán con reducción en los fletes, los cuales generaran mayores beneficios a los comerciantes.
- 2.- Se recomienda el cambio de estándar a tratamiento superficial slurry a pesar de que el proyecto no es rentable debido a que ello ayudara a mejorar el nivel de vida de la población.
- 3.- Se recomienda aumentar la frecuencia del mantenimiento rutinario de este tramo de la carretera con el fin de que el pavimento pueda cumplir con la vida útil esperada para no tener que intervenir en un recapeo inmediato, generando un gasto que se podría prolongar.
- 4.- Se recomienda el uso de la emulsión asfáltica para tramos de la carretera que contengan suelos de baja plasticidad, porque este disminuye la permeabilidad del suelo incrementando su capacidad de soporte.
- 5.- Se recomienda que al ensayar los materiales en el laboratorio estos tengan calibrados sus equipos con una antigüedad menor a un mes y que entreguen certificados de los ensayos realizados, además se recomienda controlar que los equipos a utilizar en el proceso constructivo del pavimento cumplan con las características que se señalan en las especificaciones técnicas.
- 6.- Se recomienda establecer una política de mantenimiento rutinario en el que la reparación de fallas existentes sea inmediata y no dejar que ellas se incrementen poniendo en riesgo la serviciabilidad de la vía.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- CÉSPEDES ABANTO, JOSÉ; Los pavimentos en las vías terrestres: Calles, Carreteras y Autopistas; Editorial Universitaria: Universidad Nacional de Cajamarca; Cajamarca, Perú, 2002.
- 2.- CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS – Estudios técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica carretera Cañete Lunahuana – Pacaran – Dv. Yauyos – Rochas – Chupaca – Tramo: Zúñiga – Dv. Yauyos – Rochas – Provias Nacionales – 2008 – Lima, Perú.
- 3.- PÉREZ BRAVO, DANTE; Emulsiones asfálticas y su aplicación en altura; Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco; Cuzco, Perú, 2002.
- 4.- FARFAN GONZALEZ, MAYCOL EDUARDO; Informe de suficiencia; ampliación y mejoramiento de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del Km.104+100 al 104+400 – Diseño de pavimentos; Universidad Nacional de Ingeniería – FIC; Lima, Perú, 2009. CDs.
- 5.- HERRERA LÓPEZ, CESAR; Informe de Suficiencia: Ampliación y mejoramiento de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del Km.164+100 al 164+400 - Análisis Socioeconómico, costos y presupuestos; Universidad Nacional de Ingeniería – FIC; Lima, Perú, 2009.
- 6.- MTC- Asphalt Emulsión Seminar; Emulsiones Asfálticas en Construcción de caminos; Lima 2004.
- 7.- MANUAL BASICO DE EMULSIONES ASFALTICAS; Instituto del Asfalto y de la Asociación de Productores de Emulsión Asfáltica - AEMA de los Estados Unidos (Manual Series N° 19).
- 8.- MELCHOR ARECHE, JOSÉ; Notas de clase Pavimentos, Curso de Titulación 2009-I; Universidad Nacional de Ingeniería; Lima, Perú, 2009.
- 9.- M.Sc. MINAYA GONZÁLEZ, SILENE; M.Sc. ING. ORDÓÑEZ HUAMÁN, ABEL; Diseño moderno de pavimentos asfálticos; Universidad Nacional de Ingeniería; Lima, Perú, 2006.

10.- MONTEJO FONSECA, ALFONSO; Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño; Universidad Nacional de Colombia; Bogotá, Colombia, 2006.

11.- PALACIOS LEÓN, FLORIANO; Estudios de Preinversión a nivel de perfil para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera ruta 22, tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; Lima, Perú, 2003.

12 SORIANO ALAVA, HORACIO, Aplicación de emulsiones asfálticas en los pavimentos – Tesis de Grado; Lima, Perú, 2005.

13 VILLALBA SÁNCHEZ, NÉSTOR ALBERTO; Metodología de análisis y métodos de diseño de pavimentos flexibles; Informe de suficiencia Universidad Nacional de Ingeniería-FIC; Lima, Perú, 2009.

ANEXOS

ANEXO 1 — GRUPO 9

Evaluación Superficial de La Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo (Km 99+000 - Km 104+000)	
Sección	Km 100+200 - Km 99+800
Carril / Huella	:Derecho
Operador	Rene Poma
FECHA	: 03/10/2009
ENSAYO N°	01

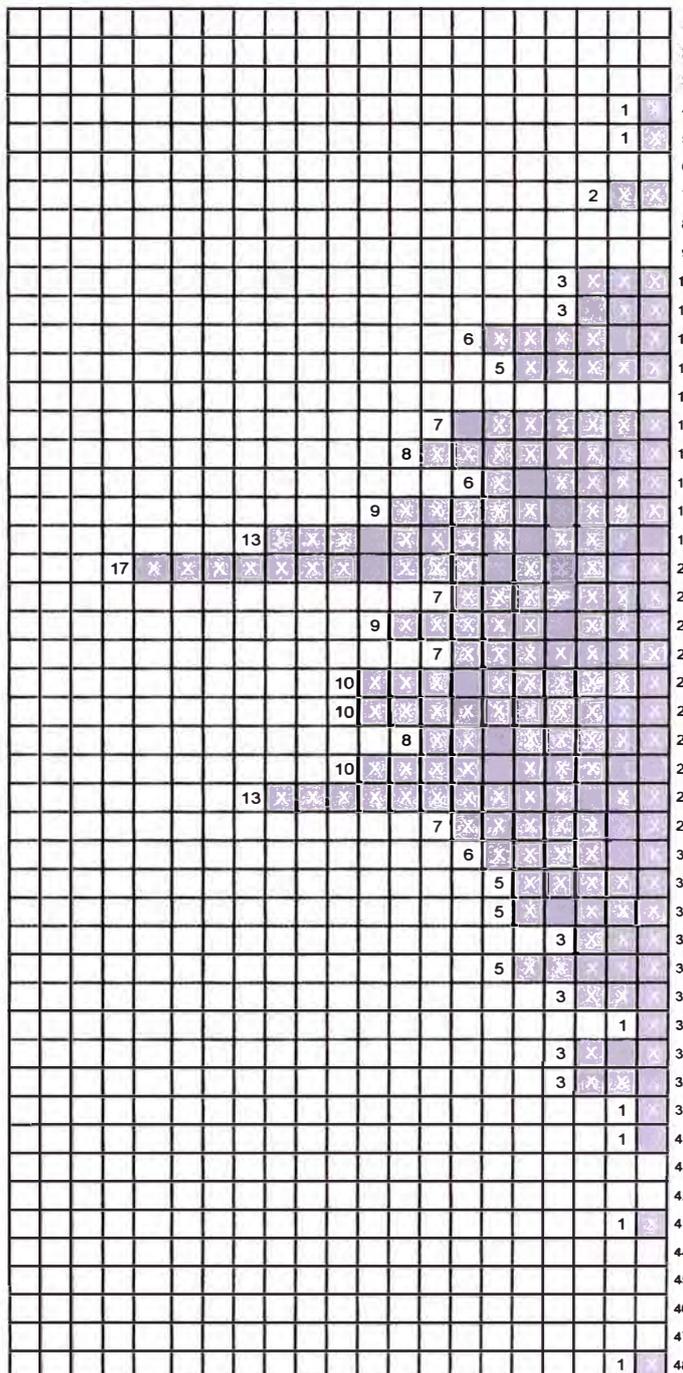
F =	1.000
D =	125.00 mm
RUGOSIDAD	= 0.593 + 0.0471 * D = 6.48 IRI

OBSERVACIONES :

La ecuación empleada para la obtención del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) corresponde a la desarrollada por el Laboratorio Británico de Transportes (TRRL), válida para el rango $2.4 < IRI < 15.9$ ($40 < D < 312$).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	19	26	17	15	25	16	13	10	17	22	1
2	32	16	20	15	16	7	13	26	22	27	2
3	20	17	7	12	10	32	18	29	15	29	3
4	24	18	22	13	20	18	11	18	22	19	4
5	15	15	12	12	17	20	23	25	20	28	5
6	24	26	17	24	26	30	28	23	26	17	6
7	11	19	20	25	25	24	19	20	25	33	7
8	26	19	16	22	16	25	18	12	18	10	8
9	19	23	23	21	16	12	25	12	13	19	9
10	19	19	16	28	15	15	27	19	20	20	10
11	24	32	19	28	34	31	34	31	28	38	11
12	23	30	22	35	26	43	28	35	28	40	12
13	31	28	28	32	33	27	27	21	27	34	13
14	37	19	28	29	32	20	30	31	29	35	14
15	24	30	30	25	25	31	28	22	21	21	15
16	18	39	20	24	22	30	24	23	22	23	16
17	27	27	20	20	25	27	37	21	37	20	17
18	28	36	48	20	5	13	34	38	21	29	18
19	29	33	28	24	27	27	38	20	4	20	19
20	26	34	19	11	18	18	16	24	21	29	20

INFORME DE MEDICIÓN DE RUGOSIDAD

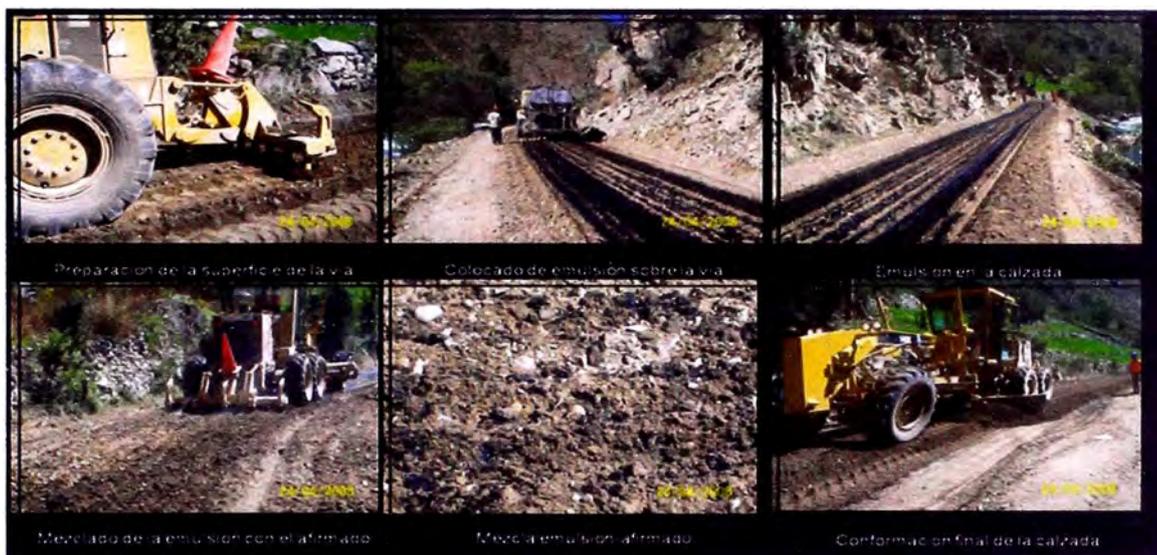


ANEXO 2.- RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL- IRI CONSORCIO ICCGSA (TSM).

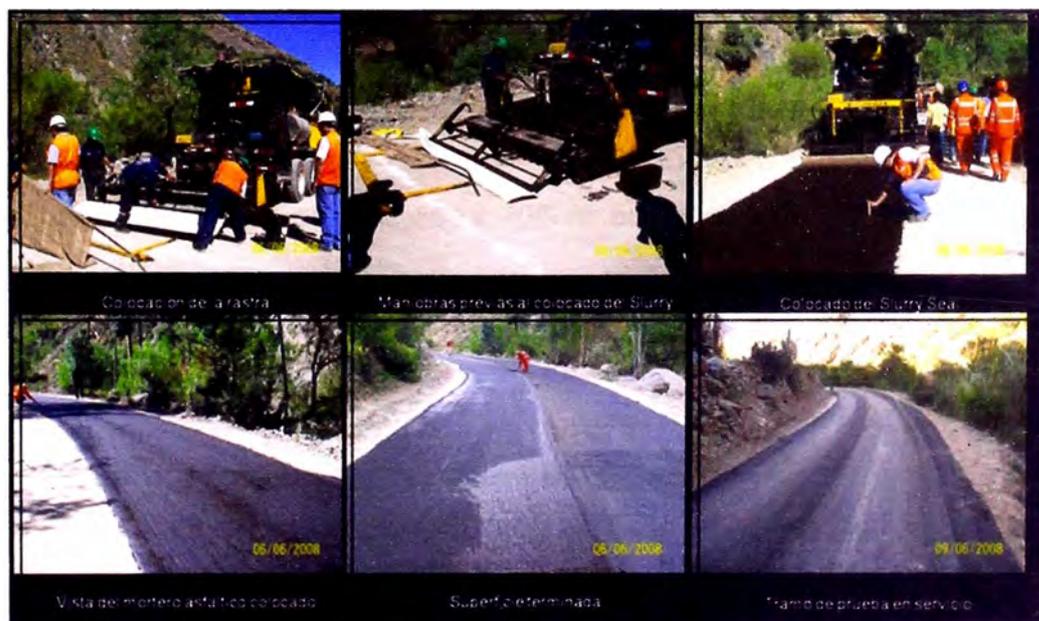
C:ODIGODEL AR:1-t1V0	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE
	PROG.	- PROG. FINAL			
1- 31	79+500	- 79+900	A 1.00m del borde	4.64	29/06/2009
1- 32	79+900	- 80+300	A 1.00m del borde	3.51	29/06/2009
1- 33	80+300	- 80+700	A 1.00m del borde	3.49	29/06/2009
1- 34	80+700	- 81+100	A 1.00m del borde	3.74	29/06/2009
1- 35	81+900	- 82+300	A 1.00m del borde	6.32	29/06/2009
1- 36	82+300	- 82+700	A 1.00m del borde	3.50	29/06/2009
1- 37	83+000	- 83+400	A 1.00m del borde	5.89	29/06/2009
1- 38	84+000	- 84+400	A 1.00m del borde	5.05	29/06/2009
1- 39	84+400	- 84+800	A 1.00m del borde	4.01	29/06/2009
1- 40	84+800	- 85+200	A 1.00m del borde	4.02	29/06/2009
1- 41	85+200	- 85+600	A 1.00m del borde	4.55	29/06/2009
1- 42	86+130	- 86+530	A 1.00m del borde	3.85	03/07/2009
1- 43	87+400	- 87+800	A 1.00m del borde	4.02	03/07/2009
1- 44	88+500	- 88+900	A 1.00m del borde	3.61	04/07/2009
1- 45	89+000	- 89+400	A 1.00m del borde	4.56	04/07/2009
1- 46	90+500	- 90+900	A 1.00m del borde	4.51	04/07/2009
1- 47	91+200	- 91+600	A 1.00m del borde	4.32	04/07/2009
1- 48	92+400	- 92+800	A 1.00m del borde	2.91	10/07/2009
1- 49	93+200	- 93+600	A 1.00m del borde	3.34	10/07/2009
1- 50	94+300	- 94+700	A 1.00m del borde	2.99	10/07/2009
1- 51	95+600	- 96+000	A 1.00m del borde	4.55	10/07/2009
1- 52	96+400	- 96+800	A 1.00m del borde	5.01	10/07/2009
1- 53	97+200	- 97+600	A 1.00m del borde	4.30	10/07/2009
1- 54	98+000	- 98+400	A 1.00m del borde	5.05	10/07/2009
1- 55	99+100	- 99+500	A 1.00m del borde	4.51	10/07/2009
1- 56	100+000	- 100+400	A 1.00m del borde	5.09	30/06/2009
1- 57	100+400	- 100+800	A 1.00m del borde	4.52	30/06/2009
1- 58	100+800	- 101+200	A 1.00m del borde	5.42	30/06/2009
1- 59	101+200	- 101+600	A 1.00m del borde	4.64	30/06/2009
1- 60	102+400	- 102+800	A 1.00m del borde	5.40	30/06/2009
1- 61	103+000	- 103+400	A 1.00m del borde	4.02	06/07/2009
1- 62	104+000	- 104+400	A 1.00m del borde	4.28	06/07/2009
1- 63	105+000	- 105+400	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
1- 64	106+000	- 106+400	A 1.00m del borde	4.15	06/07/2009
1- 65	107+200	- 107+600	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
1- 66	107+700	- 108+100	A 1.00m del borde	3.81	06/07/2009
1- 67	108+200	- 108+600	A 1.00m del borde	3.97	07/07/2009
1- 68	109+600	- 110+000	A 1.00m del borde	4.37	07/07/2009
1- 69	110+400	- 110+800	A 1.00m del borde	3.68	07/07/2009
1- 70	111+400	- 111+800	A 1.00m del borde	3.99	07/07/2009
1- 71	112+100	- 112+500	A 1.00m del borde	4.71	07/07/2009
1- 72	113+300	- 113+700	A 1.00m del borde	4.52	07/07/2009

PROCESO GRAFICO DE CONSTRUCCION DE LA BASE ESTABILIZADA Y LA COLOCACION DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL SLURRY SEAL

PROCESO CONSTRUCTIVO BASE EMULSIÓN-AFIRMADO.



TRAMO DE PRUEBA CON SLURRY SEAL.



4.2.1.2. Estudio de Rugosidad

Descripción: Esta actividad consiste en la evaluación del grado de serviciabilidad del pavimento.

Propósito: Para una adecuada gestión del mantenimiento, es indispensable efectuar un seguimiento periódico de la variación del IRI, o estado de serviciabilidad del pavimento, con el propósito de ajustar la programación del mantenimiento periódico de manera tal que se asegure durante su vida útil que no decaerán los niveles de serviciabilidad de la vía (circulación suave, confortable y segura).

Criterio: Se debe efectuar por lo menos una vez cada año, dependiendo del volumen de vehículos y del deterioro de la vía.

Recursos

Mano de Obra: 1 Ing. Responsable, 1 Técnico asistente, 2 ayudantes y 1 chofer

Equipo: 1 camioneta Pick Up, 1 rugosímetro tipo respuesta y 1 rugosímetro MERLIN

Materiales: Conos de seguridad, chalecos de seguridad y 1 wincha de 50 m

Procedimiento:

Se realiza un reconocimiento previo del tramo a evaluar en forma integral, anotando en una libreta de campo algunas características y detalles resaltantes (zonas de caída de piedras constantes, fuertes pendientes, etc.).

La toma de lecturas se efectuará utilizando rugosímetro tipo respuesta (Bump Integrador).

Las mediciones serán tomadas cada 200 m en ambos carriles de la vía a una velocidad constante de 32 Km/h.

Se recopilarán al menos dos medidas por sector.

El rugosímetro a ser utilizado deberá ser previamente calibrado utilizando nivel y mira o el MERLIN en secciones de longitud similar a los que utilice el rugosímetro Bump Integrador (Tipo respuesta).

Los datos de campo se procesarán en gabinete para obtener los respectivos gráficos de rugosidad y serviciabilidad del tramo evaluado.

4.2.2.4. Estudio de deflectometria

Descripción: Esta actividad consiste en medir la respuesta de la estructura del pavimento ante la aplicación de un esfuerzo en la superficie, a través de ensayos no destructivos que son básicamente ensayos de carga en los que se determinan las deflexiones del pavimento.

Propósito: La medición de las deflexiones a nivel de la carpeta asfáltica tiene como objeto la evaluación y diagnóstico del estado estructural del pavimento.

Criterio: Se debe efectuar por lo menos una vez cada año, dependiendo del volumen de vehículos y del deterioro de la vía.

Recursos

Equipo: Una Viga Benkelman Doble con sus correspondientes diales y las siguientes dimensiones fundamentales:

Longitud del primer brazo de ensayo, desde el pivote a la punto de prueba = 2,440m.

Longitud del primer brazo de ensayo, desde el pivote al punto de apoyo del vástago de su dial registrador = 0,610 m.

Un camión cargado con eje trasero de 18,000 libras igualmente distribuidos en un par de llantas dobles de medidas 10" x 20", 12 lonas inflados a una presión normalizada de 80 psi. La distancia entre los puntos medios de la banda de rodamiento de ambas llantas de cada rueda dual deber ser de 32 cm.

Un medidor de presión de inflado.

Un termómetro digital.

Un barreno para ejecutar orificios en el pavimento de 4 a 10 cm. de profundidad y 10 a 15 mm de diámetro.

Un bidón con agua.

Procedimiento de ensayo

- a) El punto de pavimento a ser ensayado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Dicho punto será localizado a una distancia prefijada del borde según la tabla N° 1

TABLA N° 1

Ancho del Carril	Distancia desde el Borde del Pavimento
2.70 m	0.45 m
3.00 m	0.60 m
3.30 m	0.75 m
3.60 m o más	0.90 m

b) La rueda dual externa deberá ser colocada sobre el punto seleccionado quedando éste ubicado entre ambas ruedas. Para una correcta ubicación de la rueda dual es conveniente colocar en la parte trasera externa del camión una guía vertical en correspondencia con el eje de carga; desplazando suavemente el camión se hace coincidir la guía vertical con la línea transversal indicada en a), de modo que simultáneamente el punto quede entre ambas cubiertas de la rueda dual.

c) Se coloca la viga sobre el pavimento, detrás del camión perpendicularmente al eje de carga de modo que la punta de prueba coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las cubiertas de la rueda dual.

d) Se retira la traba de la viga y la base se ajusta por medio del tornillo trasero de modo tal que el brazo de medición quede en contacto con el vástago del dial.

e) El flexímetro se ajusta de modo tal que el vástago tenga un recorrido libre comprendido entre 4 y 6 mm. Se gira la esfera del flexímetro hasta que la aguja quede en cero y se verifica la lectura golpeando suavemente con un lápiz y poniendo en marcha el vibrador de la regla. Girar la esfera si es necesario y repetir la operación hasta obtener la posición "0" (cero). El ensayo comenzará cuando se compruebe que dicha lectura permanece constante, asegurando el equilibrio del pavimento bajo carga. Las divisiones para medición que se especifican en el dial son de 0.02 mm con un límite máximo de lectura de 25 mm. Cada vuelta completa de la aguja del dial representa 2 mm.

f) Establecida la lectura inicial en cero, se hace avanzar suave y lentamente el camión hasta una distancia de 10 m. o más.

g) Con el objeto de recopilar información para la utilización del modelo de Hogg, se toman lecturas intermedias a fin de obtener la distancia a la cual la relación $DR/DO = 0.5$, en donde DO es la deflexión máxima y DR la deflexión medida a la distancia R. Puesto que el valor de la deflexión máxima no es

conocido desde un inicio, con la finalidad de automatizar la obtención de DR se realizan lecturas sistemáticas a 25, 30, 40, 50, 70, 100, 500 y a más de 500 cm. hasta que la lectura en el dial se estabilice. En el caso del método del Instituto del Asfalto, solamente se toma en cuenta para el análisis la lectura inicial y final.

h) Para medir la temperatura del pavimento se hará un orificio (antes de comenzar el ensayo y simultáneamente con las tareas descritas en a), cuyas dimensiones serán aproximadamente entre 4 y 10 cm de profundidad y 10 mm de diámetro, emplazado sobre la línea demarcada entre el punto de medición y el borde del pavimento (a no menos de 0.25 m del mismo).

Se llena con agua el orificio y, una vez pasado el tiempo prudencial necesario para permitir que el líquido adquiera la temperatura del pavimento, se inserta el termómetro y se lee la temperatura.

Cabe señalar que el rango de temperatura de trabajo del pavimento debe estar entre 5°C y 30°C, para el caso en que los valores de temperatura sean superiores al rango indicado se procede a verificar si existe deformación plástica entre ambas cubiertas de la rueda dual de la siguiente manera:

Se ubica el punto de ensayo de acuerdo a lo establecido en la Tabla N° 1 del párrafo a).

Manteniendo el camión a una distancia mayor de 4 m del punto a ensayar, se procede como se indica en los párrafos c), d) y e).

Se hace retroceder suave y lentamente el camión hasta que la rueda dual externa quede colocada sobre el punto de ensayo, procediendo como se indica en el párrafo b).

Se observa la marcha de la aguja del flexímetro durante el retroceso del camión: si alcanzada cierta posición la aguja se detiene y luego se observa un desplazamiento en sentido contrario, como si se produjera la recuperación del pavimento, ello indica que existe deformación plástica medible entre ambas cubiertas de la rueda dual. Esa aparente recuperación puede ser debida también al hecho que el radio de acción de la carga del camión afecte las patas delanteras de la viga, lo que deberá constatarse de la siguiente manera:

Se ubica la viga de acuerdo a los párrafos a), d) y e), manteniendo el camión a una distancia mayor de 4 m del punto de ensayo, medidos en el sentido de avance del camión.

Luego se hace retroceder lentamente el camión observando el flexímetro de la viga. Cuando se observa que el flexímetro comienza a desplazarse acusando la deformación producida por efecto de la carga, se marca sobre el pavimento la posición de la guía vertical mencionada en el párrafo b), y se detiene el retroceso del camión.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **CONSERVACION DE SUPERFICIE DE RODADURA**
Subpresupuesto **MANTENIMIENTO PERIODICO**

Partida **02.02 TRATAMIENTO DE FISURAS**

Rendimiento **m/DIA** MO. **1.000,0000** Costo unitario directo por : m **5,50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,0080	16,24	0,13
0147010002	OPERARIO	hh	4,0000	0,0320	12,99	0,42
0147010003	OFICIAL	hh	3,0000	0,0240	11,58	0,28
0147010004	PEON	hh	8,0000	0,0640	10,47	0,67
						1,49
Materiales						
0254610052	SELLADOR ELASTOMERICO	kg		0,2200	7,80	1,72
						1,72
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	1,40	0,04
0348130051	CAMION BARANDA 3 TON.	hm	1,0000	0,0080	63,40	0,51
0348950003	EQUIPO SELLADOR	hm	1,0000	0,0080	150,00	1,20
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1,0000	0,0080	67,18	0,54
						2,29

Partida **02.02 PARCHADO DE SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO)**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **200,0000** Costo unitario directo por : m2 **14,85**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
909701030815	REMOCION DE MORTERO ASFALTICO	m2		1,0000	3,65	3,65
909702040806	PARCHADO CON MORTERO ASFALTICO	m3		0,0100	1.075,57	10,76
930101940151	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA PARCHES	m3		0,0110	40,01	0,44
						14,85

02.03 RECAPEO CON SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO)						
Partida						
Rendimiento	m2/DIA	MO.	4.000,0000		Costo unitario directo por : m2	10,07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,0020	16,24	0,03
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,0040	11,58	0,05
0147010004	PEON	hh	10,0000	0,0200	10,47	0,21
						0,29
Materiales						
0213000017	EMULSION ASFALTICA	gln		0,6500	12,00	7,80
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0,0080	18,00	0,14
						7,94
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,29	0,01
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	hm	1,0000	0,0020	122,55	0,25
0349030043	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	hm	1,0000	0,0020	54,49	0,11
0349050032	MAQUINA EXTENDEDORA DE MORTERO	hm	1,0000	0,0020	507,50	1,02
						1,38
Subpartidas						
930101910108	AGUA	m3		0,0020	25,67	0,05
930101930127	AGREGADO GRUESO PARA MORTERO ASFALTICO	m3		0,0110	36,18	0,40
						0,45