

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS DEL KM. 74+000 AL KM. 79+000,
CONSERVACION DE SUPERFICIE DE RODADURA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Titulo Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JUAN CARLOS VIVANCO VASQUEZ

Lima- Perú

2010

PARA MIS PADRES POR EL APOYO
INCODICIONAL QUE ME BRINDARON, POR
QUE EN LOS MOMENTOS MAS DIFICILES
SUPIERON APOYARME PARA CONTINUAR Y
CULMINAR MIS ESTUDIOS.

INDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 4 |
| LISTA DE CUADROS..... | 5 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 6 |
| LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS..... | 7 |
| INTRODUCCION..... | 8 |
| | |
| CAPITULO I: RESUMEN DEL ESTUDIO DEL PERFIL | |
| 1.1 Aspecto Generales | 9 |
| 1.2 Identificación | 11 |
| 1.3 Formulación..... | 16 |
| 1.4 Evaluación..... | 31 |
| | |
| CAPITULO II: MARCO TEORICO | |
| 2.1 Alternativas de Cambio de Estándar..... | 33 |
| 2.2 Slurry Seal Como Solución Básica..... | 37 |
| 2.3 Metodología de Diseño..... | 39 |
| 2.3.1 Metodología de la AASHTO..... | 39 |
| 2.3.2 Determinación del Espesor del Pavimento..... | 41 |
| 2.4 Inventario Vial..... | 42 |
| 2.5 Políticas de Conservación..... | 47 |
| 2.5.1 Mantenimiento Rutinario..... | 48 |
| 2.5.2 Mantenimiento Periódico..... | 48 |
| 2.5.3 Mantenimiento de Emergencia..... | 49 |

CAPITULO III: SUPERFICIE DE RODADURA

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Condiciones de la Vía Existente..... | 50 |
| 3.2 | Calculo de Trafico de Diseño | 50 |
| 3.3 | Determinación del Espesor del Pavimento..... | 51 |
| 3.3.1 | Capacidad de Soporte del Suelo..... | 52 |
| 3.3.2 | Estructuración..... | 52 |
| 3.4 | Objetivo del diseño..... | 54 |

CAPITULO IV: CONSERVACION

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Introducción..... | 57 |
| 4.2 | Definición de Mantenimiento Vial..... | 57 |
| 4.3 | Estrategia de Mantenimiento..... | 57 |
| 4.4 | Monitoreo de Serviciabilidad..... | 58 |
| 4.5 | Actividad de Monitoreo..... | 59 |
| 4.6 | Mantenimiento de la Superficie de Rodadura..... | 60 |
| 4.6.1 | Mantenimiento Rutinario..... | 60 |
| 4.6.2 | Mantenimiento Periódico..... | 65 |

CAPITULO V: EXPEDIENTE TECNICO

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 5.1 | Memoria Descriptiva..... | 67 |
| 5.1.1 | Antecedentes..... | 67 |
| 5.1.2 | Objetivo..... | 67 |

| | |
|---|-----------|
| 5.1.3 Características Geográficas y Climatológicas..... | 68 |
| 5.1.4 Descripción del Proyecto..... | 69 |
| 5.2 Especificaciones Técnicas..... | 70 |
| 5.2.1 Consideraciones Generales..... | 70 |
| CONCLUSIONES..... | 80 |
| RECOMENDACIONES..... | 81 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 82 |
| ANEXOS..... | 83 |

RESUMEN

El presente informe está orientado al mejoramiento de la serviciabilidad por los próximos siete (7) años de la Carretera Cañete – Yauyos del Km 74+000 al Km 79+000 y responde al estudio de Conservación de la Superficie de Rodadura como parte de una propuesta de conservación y mejoramiento de la serviciabilidad de la vía.

El objetivo es establecer la base conceptual para lograr el mantenimiento vial del cambio de estándar, conservando las condiciones físicas de la carretera y en consecuencia se ha satisfactorio para los usuarios.

Para lograr el cambio de estándar se ha propuesto una estructura de pavimento económico de 10cm de base granular, 7.5cm de base estabilizada con emulsión asfáltica de rotura lenta y un recubrimiento de Slurry Seal de 1cm de espesor y la conservación de la misma será efectuado mediante un adecuado mantenimiento rutinario y periódico a través del monitoreo de la serviciabilidad, siendo necesario dicho monitoreo, contar con los resultados del control de calidad efectuados durante la etapa de construcción de los cinco kilómetros de carretera.

LISTA DE CUADROS

| | | |
|---------------|---|----|
| Cuadro – 1.01 | Datos del Proyecto | 09 |
| Cuadro – 1.02 | Superficie y Densidad Poblacional | 12 |
| Cuadro – 1.03 | Medios y Fines | 15 |
| Cuadro – 1.04 | Tráfico por Tipo de Conteo | 19 |
| Cuadro – 1.05 | Proyección de Trafico Normal “Sin Proyecto” | 20 |
| Cuadro – 1.06 | Proyección de Tráfico Generado | 21 |
| Cuadro – 1.07 | Resumen Proyección del Trafico | 21 |
| Cuadro – 1.08 | Oferta Vial en Situación “Sin Proyecto” | 22 |
| Cuadro – 1.09 | Costo de Mantenimiento Rutinario-Sin Proyecto | 23 |
| Cuadro – 1.10 | Presupuesto Alternativa N°1 | 25 |
| Cuadro – 1.11 | Costo de Mantenimiento Rutinario-Con Proyecto | 26 |
| Cuadro – 1.12 | Costo de Mantenimiento Periódico-Con Proyecto | 26 |
| Cuadro – 1.13 | Presupuesto Alternativa N°2 | 28 |
| Cuadro – 1.14 | Costo de Mantenimiento Periódico-Con Proyecto | 29 |
| Cuadro – 1.15 | Presupuesto Alternativa N°3 | 30 |
| Cuadro – 1.16 | Análisis de Sensibilidad a Precios Sociales | 31 |
| Cuadro – 2.17 | Asfalto Diluido | 34 |
| Cuadro – 3.18 | Valores de CBR Equivalente | 52 |
| Cuadro – 3.19 | Estructura del Pavimento | 54 |
| Cuadro – 4.20 | Partidas de Mantenimiento Rutinario | 60 |
| Cuadro – 4.21 | Partidas de Mantenimiento Periódico | 65 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|---------------|--|----|
| Figura – 1.01 | Esquema de la Carretera | 9 |
| Figura – 1.02 | Situación Sin Proyecto | 11 |
| Figura – 1.03 | Área de Influencia Indirecta | 17 |
| Figura – 1.04 | Área de Influencia Directa | 17 |
| Figura – 1.05 | Ubicación de las Estaciones de Conteo | 18 |
| Figura – 2.07 | Mecanismo del Funcionamiento, Sello Otta | 37 |
| Figura – 2.08 | Componentes de Emulsión Asfáltica | 38 |
| Figura – 2.09 | Clasificación de las Emulsiones Asfálticas | 39 |
| Figura – 2.10 | Política de Conservación Vial | 47 |
| Figura – 3.11 | Estructura del Pavimento | 55 |
| Figura – 4.12 | Sellado de Fisuras | 64 |

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

| | |
|------|---|
| COV | Costo de Operación Vehicular |
| IGN | Instituto Geográfico Nacional |
| INEI | Instituto Nacional de Estadística e Informática |
| IMD | Índice Medio Diario |
| IRI | Índice de Rugosidad Internacional |
| Kc | Coefficiente de Compacidad |
| MEF | Ministerio de Economía y Finanzas |
| MTC | Ministerio de Transportes Comunicaciones |
| SN | Numero Estructural |
| EE | Ejes Equivalentes |
| SNIP | Sistema Nacional de Inversión Pública |
| TIR | Tasa Interna de Retorno |
| TMC | Tubería de Marco Corrugado |
| VAN | Valor Actual Neto |

INTRODUCCIÓN

La Carretera Central, pese a ser una importante vía de comunicación desde Lima hacia la zona central del país, se encuentra actualmente saturada por el alto nivel de tráfico, el cual es generado por el aumento de la actividad económica y por la falta de vías alternas con niveles de servicios aceptables que puedan aliviar dicho tráfico.

Es por esta razón que se tiene la necesidad de mejorar prioritariamente la vía alterna de la Carretera Cañete – Yauyos para dinamizar la economía y mejorar las condiciones de transitabilidad.

Con el propósito de explicar el tema ordenadamente se ha dividido en cinco capítulos

El **Capítulo I** está referido al resumen del Perfil del proyecto, el estudio se realizó siguiendo el estándar de elaboración del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). El horizonte de evaluación para este proyecto en particular fue de siete (7) años, período para el cual se proyectó la demanda de tráfico, costos y beneficios, con el fin de determinar los indicadores de rentabilidad.

En el **Capítulo II** se refiere al marco teórico en donde se muestra las diferentes alternativas de soluciones básicas que se pueden adoptar para el cambio de estándar, cuya aplicación está limitada principalmente al volumen de tráfico y la terminología de conservación.

En el **Capítulo III** para el tramo de estudio se analizó el diseño de la estructura del pavimento de la alternativa más rentable del perfil, de acuerdo al Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de bajo Volumen de Tránsito, lo que se busca con el cambio de estándar es optimizar los costos de mantenimiento periódico prolongando los periodos de intervención.

En el **Capítulo IV** se definen los alcances de mantenimiento de carreteras aplicada en particular para este proyecto, se propone un plan de monitoreo periódico para el control de la serviciabilidad de la superficie de rodadura cada 6 meses hasta el final del período de la vida útil de diseño, manteniendo indistintamente un mantenimiento periódico cada 3 años.

Finalmente el **Capítulo V** está referido al Expediente Técnico de Mantenimiento del Cambio de Estándar, el cual contiene la Memoria Descriptiva y las Especificaciones Técnicas

CAPITULO I: RESUMEN DEL ESTUDIO DEL PERFIL

1.1 ASPECTOS GENERALES

a) Nombre del Proyecto

“Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos del: Km 74+000 al Km 79+000”.

CUADRO N° I. 01: Datos del proyecto

| Ubicación | |
|-----------------------|--|
| Departamento /Región: | Lima |
| Provincia: | Yauyos |
| Distrito: | Catahuasi, Caca |
| Región Geográfica: | Costa () Sierra (X) Selva () |
| Altitud : | 1080 – 1200 m.s.n.m. |
| Coordenadas : | 396800 E / 8580000 N 403200 E / 8590000 N |
| Fecha de Elaboración: | 27 setiembre 2,009 |

FIGURA N° I.01: Esquema de la carretera



b) Unidad Formuladora y Ejecutora

- **Unidad Formuladora (UF):**

Nombre : Universidad Nacional de Ingeniería.

Responsable: Facultad de Ingeniería Civil.

- **Unidad Ejecutora (UE):**

Nombre : Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Responsable: PROVIAS NACIONAL.

c) Marco de Referencia

Antecedentes

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional, PROVIAS Nacional en cumplimiento de la Resolución Ministerial N° 817-2006-MTC/09 que aprueba el documento “Política Nacional del Sector Transportes” ha diseñado un plan para Tercerizar las actividades de Conservación Vial de La Red Vial Nacional.

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el monitoreo del cambio de estándar de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, proyecto mediante el cual se busca mejorar y conservar un buen nivel de servicio de la carretera, es decir, que la carretera tenga una buena transitabilidad durante su periodo de diseño, que los accidentes de tránsito sean mínimos y que sea una carretera que ofrezca comodidad a los conductores.

Para lograr un buen nivel de serviciabilidad de la vía, se realizarán trabajos de conservación ya sean estos trabajos de conservación rutinaria, conservación periódica, reparaciones menores y atención de emergencias viales.

1.2 IDENTIFICACION

Diagnostico de la Situación Actual

En la actualidad la vía será considerada a nivel de caminos afirmados, con tramos angostos, con superficie de rodadura que presenta ondulaciones, cunetas de tierra y taludes con materia suelta, las cuales debido a las precipitaciones pluviales originarán que la vía quede obstruida e intransitable.

Figura N° 1.02: Situación sin Proyecto



Se muestra la carretera a nivel de afirmado – sin proyecto Km 74+000

Población Directamente Beneficiada

La población directa está determinada por los distritos que se ubican en la provincia de Cañete, Yauyos, Chupaca, Concepción, Jauja, Huancayo, donde su crecimiento poblacional se presenta en el **Cuadro N° 1.02**. Asimismo se observa un crecimiento poblacional en el distrito de Yauyos, mientras que en los distritos de mientras que en los distritos de Caca y Catahuasi se observa un decrecimiento poblacional.

CUADRO N° 1.02: Superficie y densidad poblacional

| PROVINCIA | DISTRITOS | SUPERFICIE (Km ²) | DENSIDAD POBLACIONAL |
|-----------|-----------------------|-------------------------------|----------------------|
| Cañete | San Vicente de Cañete | 513.15 | 85.60 |
| | San Luis | 38.53 | 302.40 |
| | Imperial | 53.16 | 654.20 |
| | Nuevo Imperial | 329.3 | 58.50 |
| | Lunahuaná | 500.33 | 8.80 |
| | Pacarán | 258.72 | 6.10 |
| | Zúñiga | 198.01 | 6.00 |
| Yauyos | Chocos | 213.37 | 5.40 |
| | Ayauca | 438.79 | 3.00 |
| | Cacra | 213.37 | 5.50 |
| | Catahuasi | 123.86 | 10.60 |
| | Putinza | 66.44 | 7.20 |
| | Yauyos | 327.17 | 5.80 |
| | Colonia | 323.96 | 4.80 |
| | Carania | 122.13 | 2.70 |
| | Huantan | 516.35 | 1.90 |
| | Laraos | 403.76 | 2.10 |
| | Miraflores | 226.24 | 1.60 |
| | Alis | 142.06 | 2.70 |
| | Vitis | 101.79 | 4.90 |
| | Tomas | 299.27 | 2.00 |

Fuente: INEI

Población Indirectamente Beneficiada

La población indirectamente beneficiada está comprendida por los departamentos de Lima y Junín, quienes con el mejoramiento de esta vía, descongestionara Carretera Central ya que será una ruta alterna para realizar las actividades económicas, entre la sierra y la costa, mejoramiento también de las actividades de transporte, turismo, entre otros.

Problema Central

La actual vía se encuentra a nivel de base tratada y recubrimiento bituminoso (Slurry Seal), pero para efectos de análisis será considerado a nivel de afirmado, siendo su superficie de rodadura de material de cantera pero de baja conservación en la superficie de rodadura, y en ciertos tramos se encuentra en condiciones críticas como el de la vía angosta que merece un tratamiento especial.

El deterioro de la vía ocasiona en los usuarios una deficiente transitabilidad que conlleva a mayores tiempos de transporte, elevados costos, falta de comunicación entre otros.

Causas Indirectas:

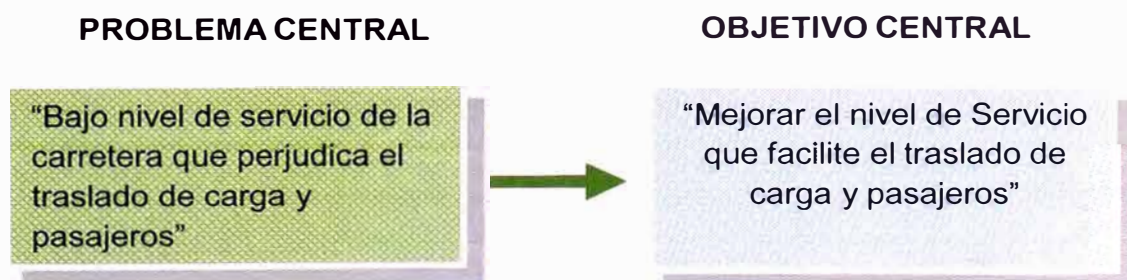
- Falta de actividades mantenimiento Vial.
- Malas condiciones de la superficie de rodadura.
- Sectores con deslizamientos.
- Deficiente sistema de drenaje.
- Deficiente diseño geométrico

Causa Directa:

- Carretera en malas condiciones de transitabilidad, seguridad y comodidad.

Objetivo del Proyecto

Proporcionar condiciones de transitabilidad de la carretera Cañete – Yauyos y que sirva de ruta alterna a la carretera Central.



Objetivo General

Vista la problemática, el objetivo que plantea el proyecto es **“Mejorar el nivel de servicio que facilite el traslado de carga y pasajeros”**.

Medios Fundamentales:

Los medios necesarios para alcanzar el objetivo son:

- Realización de actividades de mantenimiento.
- Buenas condiciones de la superficie de rodadura.
- Sectores sin deslizamientos.
- Eficiente sistema de drenaje.

Medios de Primer Nivel:

- Carretera en buenas condiciones de transitabilidad, seguridad y comodidad.

Fines Indirectos:

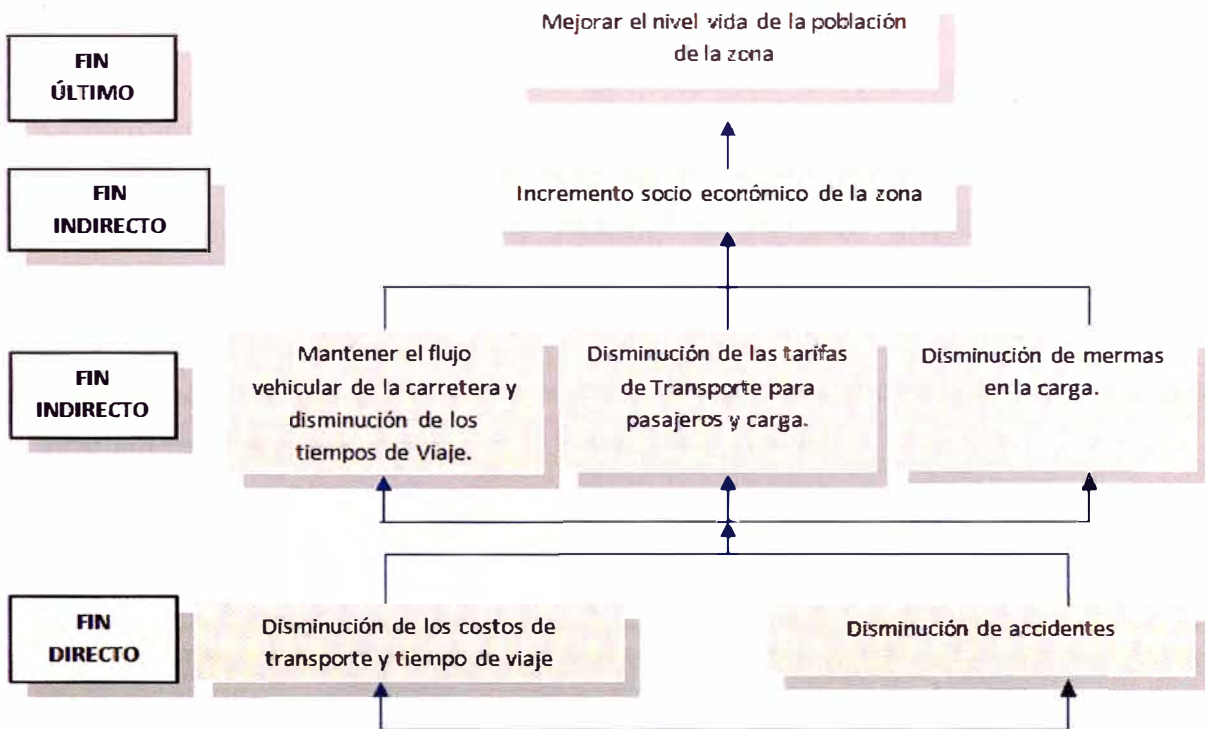
Los fines que se persigue son:

- Mantener el Flujo Vehicular de la carretera y disminución en los tiempos de viaje.

Fines Directos:

- Disminución de los costos de transporte y tiempo de viaje.
- Disminución de accidentes.

ARBOL DE MEDIOS Y FINES



CUADRO N° 1.03 Medios y Fines

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

• ALTERNATIVA 1

Consiste en el mejoramiento a través del cambio de estándar de la superficie de rodadura de 5 kilómetros de Carretera Cañete - Yauyos, para el **tramo** : San Jerónimo – Catahuasi, para lo cual se ha contemplado el mejoramiento a nivel de recubrimiento con Base Estabilizada y Slurry Seal (Mortero Asfáltico), desde la progresiva 74+000 al 79+000, con un ancho de la superficie de rodadura variable de 3.60 a 5.500 metros más bermas 0.50 metros a cada lado en los centro poblados, escarificado de subrasante y base granular estabilizada con emulsión asfáltica cationica de rotura lenta de 15.0 cm., sistema de drenaje mediante alcantarillas y cunetas de concreto.

- Alcantarillas TMC, D= 36"; 01 unidades.
- Alcantarillas de Concreto Armado; 02 unidades.
- Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

- **ALTERNATIVA 2**

Consiste en el mejoramiento de 5 kilómetros de carretera, para el **tramo:** San Jerónimo - Catahuasi para lo cual se ha contemplado el mejoramiento de carretera desde la progresiva 74+000 al 79+000, a nivel de tratamiento superficial Bicapa TSB, base de afirmado estabilizado con emulsión asfáltica $e = 15.0$ cm. con un ancho de la superficie de rodadura que varía de 3.60 a 5.50 metros más bermas 0.50 metros a cada lado en los centros poblados, sistema de drenaje mediante alcantarillas y cunetas de concreto.

- **ALTERNATIVA 3**

Se ha contemplado el mejoramiento de 5 kilómetros de carretera desde la progresiva 74+000 al 79+000 a nivel de superficie de rodadura con carpeta asfáltica y se estructura en una base granular de afirmado $e = 20.0$ cm., con un ancho de la superficie de rodadura que varía de 3.60 metros a 5.50 metros más bermas 0.50 metros a cada lado en los centros poblados, la carpeta asfáltica será en caliente de $E = 5$ cm, el sistema de drenaje mediante alcantarillas de TMC y cunetas de concreto.

1.3 FORMULACION

a) HORIZONTE DEL PROYECTO

Se considerará un horizonte de evaluación del proyecto de 07 años, período para el cual se proyectará la demanda de tráfico, costos y beneficios, con el fin de determinar los indicadores de rentabilidad.

b) AREA DE INFLUENCIA

Para definir el área de influencia del proyecto, se ha tomado el criterio de accesibilidad vial, identificando especialmente los centros poblados que delimitan a cada lado de la vía aproximadamente en 5 Km del proyecto.

- **Área de Influencia Indirecta**

La población indirectamente beneficiada está comprendida por los departamentos de Lima y Junín, quienes con el mejoramiento de esta vía, tendrán una ruta alterna a la carretera central para realizar las actividades económicas, transporte, turismo, entre otros.

FIGURA N° 1.03: Área de influencia indirecta



- **Área de Influencia Directa**

Se define hasta el nivel distrital, la Figura N° 1.04 y anexo 1 lista las seis (06) provincias y los treinta y seis (36) distritos ubicados dentro del área de influencia directa.



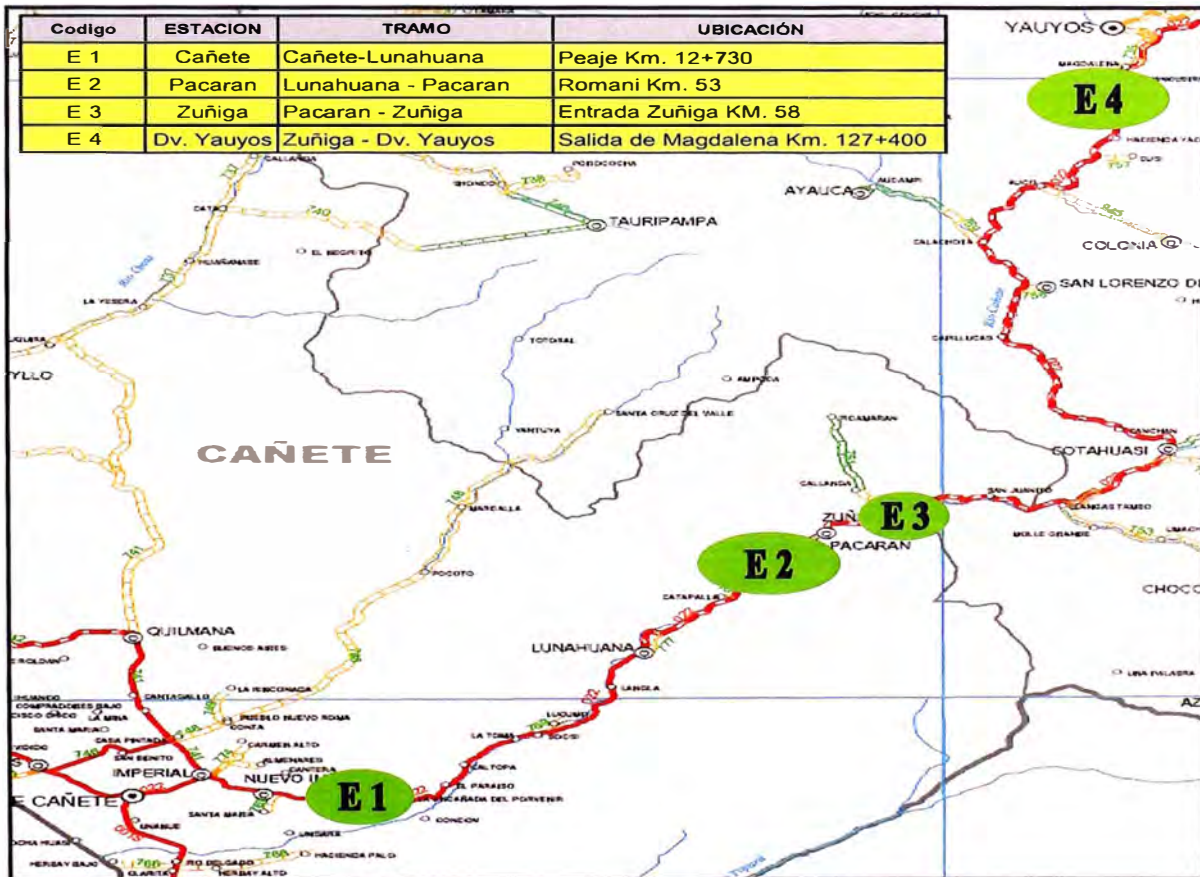
FIGURA N° 1.04: Área de influencia directa

c) ESTUDIO DE TRÁFICO

Para el estudio del tráfico se usó la información del Consorcio Gestión de Carreteras (CGC), el cual realizó los conteos los días: miércoles 21, jueves al Martes 28 de mayo del 2008 en las estaciones de conteo E-1, E-2, E-3 y E-4.

Verificar en el anexo 1 los detalles de conteo y cálculo del IMD.

FIGURA N° 1.05: Ubicación de las estaciones de conteo



Para el estudio de tráfico se usó la estación de conteo E-4 que abarca el tramo desde Zúñiga hasta el Dv. De Yauyos.

Análisis de la Demanda

Para estimar la demanda actual, se ha considerado el comportamiento y características del flujo vehicular, así como sus principales determinantes.

Este análisis comprende la demanda de transporte que atenderá el proyecto, que servirá de base para estimar los beneficios por ahorro en costos de operación vehicular y beneficios por ahorro en tiempo; así como beneficios por

presencia del tráfico generado durante el primer año de apertura y por tráfico desviado.

- **Demanda actual**

La demanda actual se ha calculado tomando en cuenta el conteo realizado por el Consorcio Gestión de Carreteras, esta demanda actual nos da una idea del flujo vehicular existente en el momento del conteo (la cual se asume como constante durante el año), la misma que se muestra a través del cálculo del IMD (Índice Medio Diario).

CUADRO N° 1.04: Tráfico por Tipo conteo 2008
Estación E4: Dv. Yauyos

| TIPO DE VEHICULOS | IMD | DISTRIBUCION % |
|-------------------|-------------|-------------------|
| Auto | 1.6 | 2.97% |
| Station Wagon | 1.4 | 2.70% |
| Camta pik up | 17.0 | 32.16% |
| Camta Rural | 3.7 | 7.03% |
| Micro | 0.3 | 0.54% |
| Omnib 2 Ejes | 7.9 | 14.86% |
| Omnib +2 Ejes | 0.0 | 0.00% |
| Camión 2 Ejes | 9.6 | 18.11% |
| Camión 3 Ejes | 11.4 | 21.62% |
| TOTAL IMD | 52.9 | 100.00% |

Fuente: Conteo realizado por Consorcio Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008.

De los resultados del IMD del cuadro N° 05, se puede notar que el flujo vehicular que transita por el tramo en estudio es el de vehículos ligeros (auto, station wagon, camioneta pick up y camioneta rural), el cual representa el 44.86% del total del flujo vehicular, seguido por el flujo de vehículos de carga (39.73%), siendo el flujo de vehículos de transporte el de menor cuantía (15.41%).

- **Demanda proyectada “sin proyecto”**

La demanda proyectada “sin proyecto” está referida a la proyección del tráfico normal o actual, sin que se haya ejecutado el proyecto (es decir, que no sea generado ningún tipo de alteración en el flujo vehicular actual).

Para el cálculo de la demanda proyectada “sin proyecto”, se ha tomado distintas tasas de crecimiento para los tres grandes grupos de vehículos, para los vehículos ligeros sea tomado como tasa de crecimiento la tasa de crecimiento de ingreso percapita (3.68%), para los vehículos de transporte pública sea considerado como tasa de crecimiento la tasa de crecimiento poblacional anual de la zona en estudio (1.33%), para lo que es el transporte de carga sea considerado la tasa de crecimiento del PBI del escenario optimista (4.21%), el cual está indicado en el Estudio del MEF 2003-2020, PBI escenario optimista. Hay que recalcar que las tasas de crecimiento anteriormente mencionadas son tomadas de la zona en estudio, para el periodo de estudio del proyecto.

CUADRO N° 1.05: Proyección del tráfico normal “sin proyecto”

| Tipo de vehículo | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Auto | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Station Wagon | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Camta pik up | 17 | 18 | 18 | 19 | 20 | 20 | 21 | 22 |
| Camta Rural | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| Micro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Omnib 2 Ejes | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| Omnib +2 Ejes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Camión 2 Ejes | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 |
| Camión 3 Ejes | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 15 | 15 |
| TOTAL TRAFICO NORMAL | 53 | 55 | 57 | 59 | 61 | 63 | 65 | 67 |

Fuente: elaboración propia

- **Demanda proyectada “con proyecto”**

Proyección del tráfico generado

Para el cálculo del tráfico generado se asume que en el primer año de la proyección el tráfico de vehículos de transporte se incrementa en un 20% respecto al tráfico normal (fuentes: SNIP).

CUADRO N° 1.06: Proyección del tráfico generado

| Tipo de vehículo | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Auto | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Station Wagon | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Camta pik up | 0 | 0 | 21 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 |
| Camta Rural | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| Micro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Omnib 2 Ejes | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Camión 2 Ejes | 0 | 0 | 12 | 12 | 13 | 14 | 14 | 15 |
| Camión 3 Ejes | 0 | 0 | 14 | 15 | 16 | 16 | 17 | 18 |
| Semitrailer | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL TRAFICO GENERADO | 0 | 0 | 66 | 68 | 70 | 73 | 75 | 78 |

Fuente: elaboración propia

Proyección del tráfico desviado

El análisis de la Encuesta Origen Destino realizada en la estación “Quiulla” en la Carretera Longitudinal de la Sierra Sur, tramo La Oroya - Huancayo, se encontró que del total de vehículos encuestados, aproximadamente 11 vehículos pesados actualmente hacen uso de la ruta alterna a la carretera en estudio, por lo que se estima que este número de vehículos optarían por desviarse a la vía R 22 Lunahuna – Pacarán – Zúñiga – Dv. Yauyos - Chupaca una vez esta sea mejorada.

A continuación, como resumen del tráfico durante el periodo de análisis se muestra el cuadro N°07:

CUADRO N° 1.07: Resumen - Proyección del tráfico

| Tipo de vehículo | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| NORMAL | 53 | 55 | 57 | 59 | 61 | 63 | 65 | 67 |
| GENERADO | 0 | 0 | 66 | 68 | 70 | 73 | 75 | 78 |
| DESVIADO | 0 | 0 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 |
| TOTAL TRAFICO | 53 | 55 | 133 | 138 | 143 | 148 | 154 | 159 |

Fuente: elaboración propia

d) ANALISIS DE LA OFERTA

La oferta vial existente se detalla a continuación.

Situación Actual

CUADRO N° 1.08

Oferta vial en la situación “sin proyecto”

| TRAMO | LONG. KM. | SUPERFICIE | ANCHO ML. | PENDIENTE % | ESTADO |
|---------------------|--------------|------------|--------------|----------------|------------------------|
| 74+000 al 79+000 | 5 | Tierra | 4.7 | 2.7 | Malo- intransitable |

Localidad : Localidad

San Jeronimo : Catahuasi

O-----O

Ancho de la carretera prom : 4.70 m

Superficie de rodadura : tierra

Estado de superficie : malo

Zonas críticas : Km 74+000 al 74+055 Inestabilidad de talud
Km 76+055 al 76+155 Vía angosta

Alternativa 1: Cambio de Estándar

Características Técnicas de la Carretera

Longitud : 5 km

Velocidad Directriz : 40 Km/hr

Pendiente Máxima : 8%

Radio mínimo excepcional : 25 m

Ancho Sup. Rodadura : 4.7 m

Berma : Sin bermas, solo en los centros poblados

Bombeo : 2%

Cunetas : Triangular 0.75mx0.50m

Carpeta de Rodadura : Slurry Seal

Espesor de afirmado : 0.15 m. Base estabilizada

Base granular : 0.15 m.

Alternativa 2: Cambio de Estándar

Características Técnicas de la Carretera

| | |
|--------------------------|---|
| Longitud | : 5 km |
| Velocidad Directriz | : 40 Km/hr |
| Pendiente Máxima | : 8% |
| Radio mínimo excepcional | : 25 m |
| Ancho Sup. Rodadura | : 4.7 m |
| Berma | : Sin bermas solo en los centros poblados |
| Bombeo | : 2% |
| Cunetas | : Triangular 0.75mx0.50m |
| Carpeta de Rodadura | : TSB |
| Espesor de afirmado | : 0.15 m. Base estabilizada |
| Base | : 0.20 m |

Alternativa 3: Cambio de Estándar

Características Técnicas de la Carretera

| | |
|--------------------------|---|
| Longitud | : 5 km |
| Velocidad Directriz | : 50 Km/hr |
| Pendiente Máxima | : 8% |
| Radio mínimo excepcional | : 25 m |
| Ancho Sup. Rodadura | : 4.7 m |
| Berma | : Sin bermas solo en los centros poblados |
| Bombeo | : 2% |
| Cunetas | : Triangular 0.75mx0.50m |
| Carpeta de Rodadura | : Carpeta asfáltica |
| Espesor de afirmado | : 0.20 m. Base granular |

Costos Estimados

Costo en la Situación “Sin Proyecto”, correspondiente a la situación actual optimizada.

Los costos en la situación “sin proyecto” están dados por las actividades desarrolladas para el mantenimiento rutinario y preservar el tráfico vehicular existente. La suma asciende en S/. 39,322.69 Nuevos Soles, cada año.

CUADRO N° 1.09

Costos de Mantenimiento Rutinario – Sin Proyecto

| | | | | |
|-------------------------------------|------|-----------|--------------|------------------|
| Limpieza General | Km | 12,50 | 200,00 | 2.500,00 |
| Eliminación de derrumbes | M3 | 10,00 | 30,00 | 300,00 |
| Roce Manual | M2 | 75,00 | 1,20 | 90,00 |
| Perfilado de superficie de rodadura | M2 | 23.500,00 | 1,30 | 30.550,00 |
| Limpieza de alcantarillas | unid | 0,20 | 275,95 | 55,19 |
| Limpieza de cunetas | ml | 1.250,00 | 4,63 | 5.787,50 |
| Limpieza de señales | unid | 15,00 | 2,00 | 30,00 |
| Limpieza de hitos | unid | 5,00 | 2,00 | 10,00 |
| | | | TOTAL | 39.322,69 |

Costos en la Situación “Con Proyecto”

Alternativa N° 01

Intervención de la superficie de rodadura de 5 kilómetros de carretera, para el tramo : San Jerónimo – Catahuasi, se ha contemplado el mejoramiento a nivel de recubrimiento con Base Estabilizada con emulsionante asfáltico y Slurry Seal (Mortero Asfáltico), desde la progresiva 74+000 al 79+000, con un ancho de la superficie de rodadura variable de 3.60 a 5.500 metros más bermas 0.50 metros a cada lado en los centro poblados, escarificado de subrasante y base granular estabilizada con emulsión asfáltica cationica de rotura lenta de espesor 15.0 cm., sistema de drenaje mediante alcantarillas y cunetas de concreto.

- Alcantarillas TMC, D= 36"; 01 unidades.
- Alcantarillas de Concreto Armado; 03 unidades
- Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

CUADRO N° 1.10

PRESUPUESTO - ALTERNATIVA N° 01

CAMBIO DE ESTANDAR DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYES-HUANCAYO TRAMO: KM 74+00-KM 79+00

Intervención con capa granular estabilizada con emulsión y recubrimiento bituminoso (Slurry Seal)

| Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|--|------|-----------|------------|-------------|
| OBRAS PRELIMINARES | | | | |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | glb | 1.00 | 52,000.00 | 52,000.00 |
| CARTEL DE OBRA | und | 2.00 | 1,100.00 | 2,200.00 |
| CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA | glb | 1.00 | 14,500.00 | 14,500.00 |
| TRAZO Y REPLANTEO | KM | 5.00 | 700.00 | 3,500.00 |
| DESBRUCE Y LIMPIEZA | glb | 1.00 | 6,000.00 | 6,000.00 |
| MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL | mes | 3.00 | 7,880.00 | 23,840.00 |
| SUPERFICIE DE RODADURA | | | | |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 512,778.95 |
| EXCAVACION Y ELIMINACION EN MATERIAL SUELTO | m3 | 2,000.00 | 5.80 | 11,600.00 |
| REMOCION DE DERRUMBES | m3 | 900.00 | 5.31 | 4,779.00 |
| RELLENO CON MATERIAL PROPIO | m3 | 300.00 | 7.81 | 2,343.00 |
| PAVIMENTOS | | | | 451,568.95 |
| PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB-RASANTE EXISTENTE | m2 | 23,500.00 | 3.10 | 72,850.00 |
| BASE ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA | m3 | 3,525.00 | 46.64 | 160,873.95 |
| SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO) | m2 | 23,500.00 | 9.27 | 217,845.00 |
| TRANSPORTE | | | | 42,488.00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D > 10 KM | m3 | 1,410.00 | 5.40 | 7,614.00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA A OBRA D > 10 KM | m3 | 2,702.50 | 5.60 | 15,134.00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL D < 10 KM | m3 | 3,525.00 | 5.60 | 19,740.00 |
| ESTABILIDAD DE TALUD | | | | |
| | | | | 3,847.70 |
| MURO SECO | glb | 1.00 | 3,493.20 | 3,493.20 |
| EXCAVACION MANUAL PARA COLOCACION DE MURO | glb | 1.00 | 86.22 | 86.22 |
| RELLENO DE ESPALDON | glb | 1.00 | 268.28 | 268.28 |
| DRENAJE | | | | |
| | | | | 374,926.01 |
| CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO | m1 | 4,470.00 | 54.98 | 246,774.31 |
| ALCANTARILLAS DE TMC d=48" | und | 16.88 | 4,620.42 | 77,992.70 |
| BADEN | m2 | 135.00 | 370.40 | 50,004.00 |
| REVESTIMIENTO DE CUNETAS DE REGADIO | m2 | 70.00 | 16.50 | 1,155.00 |
| SEÑALIZACIÓN | | | | |
| | | | | 57,667.74 |
| MARCAS EN EL PAVIMENTO | m2 | 1,243.25 | 9.10 | 11,313.58 |
| SEÑALES PREVENTIVAS | und | 32.00 | 315.22 | 10,087.04 |
| SEÑALES REGLAMENTARIAS | und | 31.00 | 315.52 | 9,781.12 |
| HITOS KILOMETRICOS | und | 5.00 | 85.00 | 425.00 |
| POSTES DELINEADORES | und | 42.00 | 64.60 | 2,713.20 |
| GUARDAMAS (INC. TERMINAL) | m | 140.00 | 166.77 | 23,347.80 |

| | |
|----------------------|--------------|
| COSTO DIRECTO | 1,051,060.39 |
| GASTOS GENERALES 12% | 126,127.25 |
| UTILIDAD 7% | 73,574.23 |
| ----- | |
| SUB TOTAL | 1,250,761.87 |
| IMPUESTO IGV 19% | 237,644.75 |
| ===== | |
| PRESUPUESTO TOTAL | 1,488,406.62 |

| | |
|--|---------------------|
| COSTO DE INVERSION | 1,638,666.25 |
| INTERVENCION | 1,488,406.62 |
| MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL | 8,861.00 |
| ELABORACION DE ESTUDIO DEFINITIVO (2.5%) | 37,210.17 |
| SUPERVISION (7%) | 104,188.46 |

El costo de mantenimiento rutinario para esta alternativa es de S/ 67.995,01

CUADRO N° 1.11

**COSTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO - CON PROYECTO
ALTERNATIVA N° 01**

| Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|--|------|-----------|------------|------------------|
| PAVIMENTOS | | | | 11.216,00 |
| TRATAMIENTO DE FISURAS | m | 1.200,00 | 5,94 | 7.128,00 |
| SELLO TRATAMIENTO SUPERFICIAL | m2 | 800,00 | 5,11 | 4.088,00 |
| DRENAJE Y OBRAS DE ARTE | | | | 51.695,68 |
| LIMPIEZA DE CUNETAS REVESTIDAS | ml | 10.281,00 | 1,19 | 12.224,70 |
| REPARACION DE CUNETAS | ml | 447,00 | 19,24 | 8.602,10 |
| LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS | ml | 159,52 | 63,78 | 10.173,99 |
| LIMPIEZA DE BADEN | m2 | 270,00 | 18,02 | 4.865,08 |
| LIMPIEZA DE CAUCE | m2 | 2.120,00 | 2,91 | 6.177,20 |
| REPINTADO DE BARANDAS | ml | 106,00 | 89,23 | 9.458,24 |
| ESTABILIDAD DE TALUD | | | | 404,55 |
| REMOCION DE PEQUEÑOS DERRUMBES | glb | 1,00 | 48,60 | 48,60 |
| ELIMINACION DE MATERIAL A BOTADERO<1KM | glb | 1,00 | 61,65 | 61,65 |
| ELIMINACION DE MATERIAL A BOTADERO>1KM | glb | 1,00 | 294,30 | 294,30 |
| SEÑALIZACIÓN | | | | 2.239,40 |
| MARCAS EN EL PAVIMENTO | m2 | 200,00 | 9,10 | 1.820,00 |
| MANTENIMIENTO DE SEÑALES | und | 10,00 | 7,75 | 77,54 |
| MANTENIMIENTO DE GUARDAVIAS | m | 60,00 | 5,70 | 341,86 |
| PROTECCION AMBIENTAL | | | | 2.439,37 |
| RESTAURACION DE AREAS DISTURBADAS EN CANTERAS | HA | 0,50 | 4.510,32 | 2.255,16 |
| RECONFORMACION DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE | m3 | 100,00 | 1,84 | 184,21 |
| TOTAL | | | | 67.995,01 |

CUADRO N° 1.12

**COSTOS DE MANTENIMIENTO PERIODICO - CON PROYECTO
ALTERNATIVA N° 01**

| Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. | periodo |
|--|------|-----------|------------|-------------------|-----------------------|
| TRABAJOS PRELIMINARES | | | | 5.000,00 | |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | GLB | 1,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | |
| PAVIMENTOS | | | | 240.360,00 | |
| TRATAMIENTO DE FISURAS | m | 2.500,00 | 5,94 | 14.850,00 | |
| SELLO TRATAMIENTO SUPERFICIAL | m2 | 1.500,00 | 5,11 | 7.665,00 | |
| SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO) | m2 | 23.500,00 | 9,27 | 217.845,00 | |
| PROTECCION AMBIENTAL | | | | 3.476,41 | |
| RESTAURACION DE ZONAS UTILIZADAS COMO CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS | HA | 0,25 | 4.148,14 | 1.037,04 | |
| RESTAURACION DE AREAS DISTURBADAS EN CANTERAS | HA | 0,50 | 4.510,32 | 2.255,16 | |
| RECONFORMACION DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE | m3 | 100,00 | 1,84 | 184,21 | |
| TOTAL | | | | 248.836,41 | Realizado cada 3 años |

Alternativa N° 02

Intervención de 5 kilómetros de carretera, para el tramo: San Jerónimo - Catahuasi se ha contemplado el mejoramiento de carretera desde la progresiva 74+000 al 79+000, a nivel de tratamiento superficial bicapa TSB, base de afirmado estabilizado con emulsión asfáltica $e = 15.0$ cm., con un ancho de la superficie de rodadura que varía de 3.60 a 5.50 metros más bermas 0.50 metros a cada lado en los centros poblados, sistema de drenaje mediante alcantarillas y cunetas de concreto, las cuales se detallan a continuación:

- Alcantarillas TMC, D= 36"; 01 unidades.
- Alcantarillas de Concreto Armado; 03 unidades
- Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

De otro lado, también se ha considerado el plan de manejo ambiental, así como las políticas de mantenimiento para la presente alternativa, estas comprenden generalmente actividades de mantenimiento anual rutinario y actividades de mantenimiento periódico cada 3 años.

CUADRO N° 1.13

PRESUPUESTO - ALTERNATIVA N° 02

CAMBIO DE ESTANDAR DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS -HUANCAYO TRAMO: KM 74+00-KM 79+00

Intervención con capa granular estabilizada con emulsión y tratamiento superficial bicapa TSB

| Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|------|-----------|------------|---------------------|
| OBRAS PRELIMINARES | | | | 101.840,00 |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | glb | 1,00 | 52.000,00 | 52.000,00 |
| CARTEL DE OBRA | und | 2,00 | 1.100,00 | 2.200,00 |
| CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA | glb | 1,00 | 14.500,00 | 14.500,00 |
| TRAZO Y REPLANTEO | KM | 5,00 | 700,00 | 3.500,00 |
| DESBROCE Y LIMPIEZA | glb | 1,00 | 6.000,00 | 6.000,00 |
| MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL | mes | 3,00 | 7.880,00 | 23.640,00 |
| SUPERFICIE DE RODADURA | | | | 744.958,95 |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 18.722,00 |
| EXCAVACION Y ELIMINACION EN MATERIAL SUELTO | m3 | 2.000,00 | 5,80 | 11.600,00 |
| REMOCION DE DERRUMBES | m3 | 900,00 | 5,31 | 4.779,00 |
| RELLENO CON MATERIAL PROPIO | m3 | 300,00 | 7,81 | 2.343,00 |
| PAVIMENTOS | | | | 683.748,95 |
| PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB-RASANTE EXISTENTE | m2 | 23.500,00 | 3,10 | 72.850,00 |
| BASE ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA | m3 | 3.525,00 | 45,64 | 160.873,95 |
| IMPRIMACION ASFALTICA | m2 | 23.500,00 | 5,20 | 122.200,00 |
| TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA | m2 | 23.500,00 | 13,95 | 327.825,00 |
| TRANSPORTE | | | | 42.488,00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D > 1.0 KM | m3 | 1.410,00 | 5,40 | 7.614,00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA A OBRA D > 1.0 KM | m3 | 2.702,50 | 5,60 | 15.134,00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL D < 1.0 KM | m3 | 3.525,00 | 5,60 | 19.740,00 |
| ESTABILIDAD DE TALUD | | | | 3.847,70 |
| MURO SECO | glb | 1,00 | 3.493,20 | 3.493,20 |
| EXCAVACION MANUAL PATA COLOCACION DE | glb | 1,00 | 86,22 | 86,22 |
| RELLENO DE ESPALDON | glb | 1,00 | 268,28 | 268,28 |
| DRENAJE | | | | 374.926,01 |
| CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO | m1 | 4.470,00 | 54,98 | 245.774,31 |
| ALCANTARILLAS DE TMC d=48" | und | 16,88 | 4.620,42 | 77.992,70 |
| BADEN | m2 | 135,00 | 370,40 | 50.004,00 |
| REVESTIMIENTO DE CUNETAS DE REGADIO | m2 | 70,00 | 16,50 | 1.155,00 |
| SEÑALIZACIÓN | | | | 57.667,74 |
| MARCAS EN EL PAVIMENTO | m2 | 1.243,25 | 9,10 | 11.313,58 |
| SEÑALES PREVENTIVAS | und | 32,00 | 315,22 | 10.087,04 |
| SEÑALES REGLAMENTARIAS | und | 31,00 | 315,52 | 9.781,12 |
| HITOS KILOMETRICOS | und | 5,00 | 85,00 | 425,00 |
| POSTES DELINEADORES | und | 42,00 | 64,60 | 2.713,20 |
| GUARDAVIAS (INC. TERMINAL) | m | 140,00 | 166,77 | 23.347,80 |
| COSTO DIRECTO | | | | 1.283.240,39 |
| GASTOS GENERALES 12% | | | | 153.988,85 |
| UTILIDAD 7% | | | | 89.826,83 |
| SUB TOTAL | | | | 1.527.056,07 |
| IMPUESTO IGV 19% | | | | 290.140,65 |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | | 1.817.196,72 |

| | |
|--|---------------------|
| COSTO DE INVERSION | 1.998.691,41 |
| INTERVENCION | 1.817.196,72 |
| MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL | 8.861,00 |
| ELABORACION DE ESTUDIO DEFINITIVO (2.5%) | 45.429,92 |
| SUPERVISION (7%) | 127.203,77 |

El costo de mantenimiento para la segunda alternativa, es el de rutinario cada año cuyo costo es de S/ 67.995,01 nuevos soles y el mantenimiento periódico cuyo costo es S/ 347,584.04 nuevos soles. En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de los costos:

CUADRO N° 1.14

| COSTOS DE MANTENIMIENTO PERIODICO - CON PROYECTO | | | | | |
|--|------|-----------|--------------|-------------------|-----------------------|
| ALTERNATIVA N° 02 | | | | | |
| Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. | periodo |
| TRABAJOS PRELIMINARES | | | | 5.000,00 | |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | GLB | 1,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | |
| PAVIMENTOS | | | | 339.107,63 | |
| DEMARCACIÓN Y RETIRO DE CARPETA | m | 900,00 | 8,48 | 7.634,09 | |
| SELLO TRATAMIENTO SUPERFICIAL | m2 | 500,00 | 7,30 | 3.648,54 | |
| TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA | m2 | 23.500,00 | 13,95 | 327.825,00 | |
| PROTECCION AMBIENTAL | | | | 3.476,41 | |
| RESTAURACION DE ZONAS UTILIZADAS COMO CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS | HA | 0,25 | 4.148,14 | 1.037,04 | |
| RESTAURACION DE AREAS DISTURBADAS EN CANTERAS | HA | 0,50 | 4.510,32 | 2.255,16 | |
| RECONFORMACION DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE | m3 | 100,00 | 1,84 | 184,21 | |
| | | | TOTAL | 347.584,04 | Realizado cada 3 años |

Alternativa N° 03

Intervención de 5 kilómetros de carretera desde la progresiva 74+000 al 79+000, a nivel de superficie de rodadura con imprimación reforzada que consiste en una base granular de afirmado e= 20.0 cm., con un ancho de la superficie de rodadura que varía de 3.60 metros a 5.50 metros más bermas 0.50 metros a cada lado en los centros poblados, la imprimación reforzada será con RC-250 o MC-30, el sistema de drenaje mediante alcantarillas de TMC y cunetas de concreto, las cuales se detallan a continuación:

- Alcantarillas TMC, D= 24"; 01 unidades.
- Alcantarillas de Concreto Armado; 04 unidades
- Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

CUADRO N° 1.15

PRESUPUESTO - ALTERNATIVA N° 03

CAMBIO DE ESTANDAR DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS -HUANCAYO TRAMO: KM 74+00-KM 79+00

Intervención con carpeta asfáltica en caliente e=2"

| Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|------|-----------|------------|---------------------|
| OBRAS PRELIMINARES | | | | 101.840,00 |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | glb | 1,00 | 52.000,00 | 52.000,00 |
| CARTEL DE OBRA | und | 2,00 | 1.100,00 | 2.200,00 |
| CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA | glb | 1,00 | 14.500,00 | 14.500,00 |
| TRAZO Y REPLANTEO | KM | 5,00 | 700,00 | 3.500,00 |
| DESBROCE Y LIMPIEZA | glb | 1,00 | 6.000,00 | 6.000,00 |
| MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL | mes | 3,00 | 7.880,00 | 23.640,00 |
| SUPERFICIE DE RODADURA | | | | 1.097.372,26 |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 57.667,26 |
| EXCAVACION Y ELIMINACION EN MATERIAL SUELTO | m3 | 9.000,00 | 5,10 | 45.900,00 |
| REMOCION DE DERRUMBES | m3 | 1.480,65 | 5,31 | 7.862,26 |
| RELLENO CON MATERIAL PROPIO | m3 | 500,00 | 7,81 | 3.905,00 |
| PAVIMENTOS | | | | 972.900,00 |
| PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB-RASANTE EXISTENTE | m2 | 23.500,00 | 3,10 | 72.850,00 |
| BASE GRANULAR e=0.20m | m3 | 4.700,00 | 36,00 | 169.200,00 |
| IMPRIMACION ASFALTICA RC-250 | m2 | 23.500,00 | 5,20 | 122.200,00 |
| CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE, e=2" | m3 | 1.175,00 | 518,00 | 608.650,00 |
| TRANSPORTE | | | | 66.805,00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D > 1.0 KM | m3 | 1.100,00 | 5,40 | 5.940,00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA A OBRA D > 1.0 KM | m3 | 6.110,00 | 5,60 | 34.216,00 |
| TRANSPORTE DE MATERIAL D < 1.0 KM | m3 | 4.758,75 | 5,60 | 26.649,00 |
| ESTABILIDAD DE TALUD | | | | 3.847,70 |
| MURO SECO | glb | 1,00 | 3.493,20 | 3.493,20 |
| EXCAVACION MANUAL PATA COLOCACION DE | glb | 1,00 | 86,22 | 86,22 |
| RELLENO DE ESPALDON | glb | 1,00 | 268,28 | 268,28 |
| DRENAJE | | | | 374.926,01 |
| CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO | ml | 4.470,00 | 54,98 | 245.774,31 |
| ALCANTARILLAS DE TMC d=48" | und | 16,88 | 4.620,42 | 77.992,70 |
| BADEN | m2 | 135,00 | 370,40 | 50.004,00 |
| REVESTIMIENTO DE CUNETAS DE REGADIO | m2 | 70,00 | 16,50 | 1.155,00 |
| SEÑALIZACIÓN | | | | 57.667,74 |
| MARCAS EN EL PAVIMENTO | m2 | 1.243,25 | 9,10 | 11.313,58 |
| SEÑALES PREVENTIVAS | und | 32,00 | 315,22 | 10.087,04 |
| SEÑALES REGLAMENTARIAS | und | 31,00 | 315,52 | 9.781,12 |
| HITOS KILOMETRICOS | und | 5,00 | 85,00 | 425,00 |
| POSTES DELINEADORES | und | 42,00 | 64,60 | 2.713,20 |
| GUARDAVIAS (INC. TERMINAL) | m | 140,00 | 166,77 | 23.347,80 |
| COSTO DIRECTO | | | | 1.635.653,70 |
| GASTOS GENERALES 12% | | | | 196.278,44 |
| UTILIDAD 7% | | | | 114.495,76 |
| SUB TOTAL | | | | 1.946.427,91 |
| IGV (19%) | | | | 369.821,30 |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | | 2.316.249,21 |

El costo de mantenimiento para la tercera alternativa, es el de rutinario cada año cuyo costo es de S/ 704,023.53 nuevos soles. En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de los costos:

1.4 Evaluación

Evaluación Económica

Se presenta la evaluación económica con una tasa de descuento de 11%.

Alternativa 01:

| | |
|------|---------------|
| TD: | 11% |
| VAN: | 20,347 |
| TIR: | 12% |
| B/C: | 1.01 |

Alternativa 02:

| | |
|------|-----------------|
| TD: | 11% |
| VAN: | -100,952 |
| TIR: | 9% |
| B/C: | 0.95 |

Alternativa 03:

| | |
|------|-----------------|
| TD: | 11% |
| VAN: | -470,815 |
| TIR: | 2% |
| B/C: | 0.80 |

Análisis de Sensibilidad

Cuadro N° 1.16

| ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD A COSTOS SOCIALES SEGÚN ALTERNATIVA | | | | | |
|---|-----|---------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | INVERSION (+20%) | BENEFICIOS (-10%) | COSTOS (+10%) BENEFICIOS (-10%) | COSTOS (+20%) BENEFICIOS (-20%) |
| ALTERNATIVA 01 | VAN | -241,839.19 | -139,046.70 | -319,858.42 | -662,059.81 |
| | TIR | 5% | 7% | 3% | -6% |
| | B/C | 0.87 | 0.91 | 0.82 | 0.66 |
| ALTERNATIVA 02 | VAN | -420,743.08 | -286,393.43 | -509,737.56 | -921,310.14 |
| | TIR | 3% | 4% | 0% | -10% |
| | B/C | 0.82 | 0.85 | 0.77 | 0.62 |
| ALTERNATIVA 03 | VAN | -878,039.43 | -664,751.98 | -918,247.35 | -1,365,679.89 |
| | TIR | -3% | -2% | -6% | -14% |
| | B/C | 0.69 | 0.72 | 0.66 | 0.53 |

Selección de Alternativas

Realizada la evaluación y el análisis de sensibilidad la alternativa más rentable resulta la **Alternativa 1**, mejoramiento a nivel de recubrimiento con Base Estabilizada con emulsionante asfáltico y Slurry Seal (Mortero Asfáltico) con una Tasa Interna de Retorno de 74.00%, Valor Actual Neto de S/. 3,058,108.70 Nuevos Soles y Beneficio / costo de 2.94.

Análisis de Sostenibilidad

La sostenibilidad de este proyecto, si se ejecutara, estaría dada principalmente por el adecuado mantenimiento que debe darse a la nueva infraestructura. Teniendo en cuenta que es una vía componente de la red vial Nacional, la conservación en la serviciabilidad y el cambio de estándar estaría a cargo de la empresa asignada por Provias Nacional durante 7 años, por tal motivo el Ministerio de Transporte y Comunicaciones mediante el Contrato: N° 288-2007-MTC/20, se compromete a destinar recursos necesarios y suficientes para dicho fin durante su horizonte del proyecto.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Alternativas de Cambio de Estándar

Dentro del marco contextual de los contratos de Conservación de Carreteras por Niveles de Servicio, se viene impulsando nuevas alternativas de cambio de estándar de la Superficie de Rodadura, entre las técnicas de pavimentación de carreteras de bajo volumen de tráfico, tenemos los tratamientos superficiales en base a emulsiones asfálticas que han sido en los últimos años la de mayor evolución experimentada, pasando de un sistema destinado a tránsitos livianos a ser utilizado en tratamientos de carreteras con tránsito pesado como es el caso de los Micro pavimentos..

Los tratamientos superficiales pueden ser utilizados como capas de protección y conservación de los caminos estabilizados.

El objetivo principal que persiguen es:

La protección y mejoramiento de la serviciabilidad de la capa de rodadura, entre los cuales podemos mencionar algunas que tienen aplicación en el Perú.

Imprimación Reforzada

Se denomina “Imprimación Reforzada” al tratamiento superficial a “penetración directa” sobre la plataforma existente de un camino de afirmado, la que previamente ha sido desagregada y acondicionada para facilitar un mayor descenso del líquido asfáltico de curado medio que se aplica en dos oportunidades, procediendo entre ambos riegos a la compactación de la capa superficial con o sin humedecimiento previo, según se considere necesario.

La superficie con “Imprimación Reforzada” resulta altamente flexible y como tal se acomoda mejor a las deformaciones de la plataforma que cubre. No obstante, es necesario que el camino tenga adecuadas condiciones de drenaje superficial y subdrenaje, puesto que la inestabilidad que se origine también afectará a la superficie de rodadura.

Esta técnica también se podrá usar, en un camino existente que reúna las condiciones de drenaje y un valor de soporte adecuado, asegurando un mejoramiento de la transitabilidad.

Independientemente a los efectos de las condiciones ambientales de cada región, la respuesta y duración de la Imprimación Reforzada estarán sujetas a los siguientes factores:

1. Dureza, gradación y aporte friccional del material a tratar.
2. Afinidad del agregado con el líquido asfáltico.
3. Espesor de la capa "imprimada" en relación con su estructura.

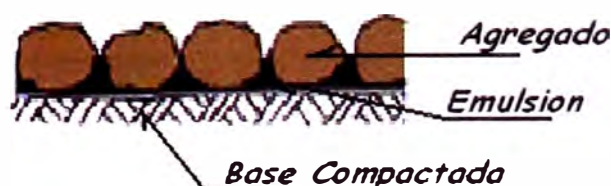
Cuadro 2.17: Asfalto Diluido

| Tipo y Grado del Asfalto | Temperatura en Esparcido o Riego |
|--------------------------|----------------------------------|
| Asfaltos Diluidos: | |
| MC-30 | 30 – (Max) |
| RC-250 | 75 – (Max) |



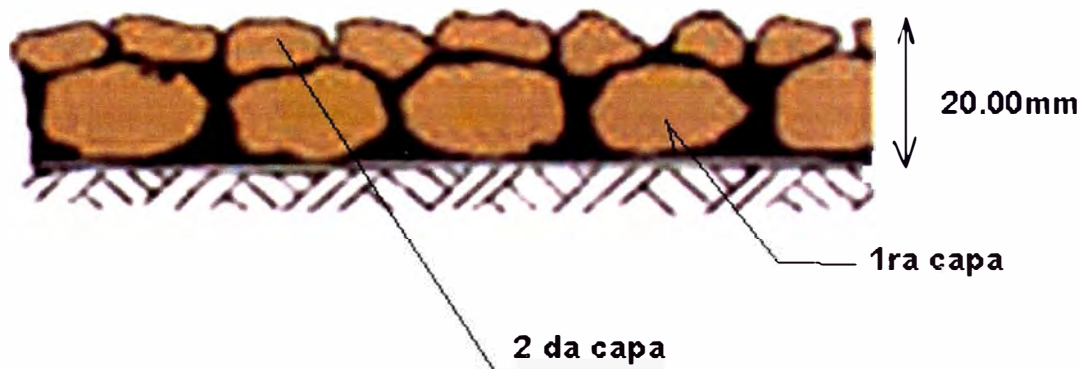
Tratamiento Superficial Simple (Monocapa)

Consiste en la aplicación de un riego asfáltico con emulsión sobre una capa granular imprimada, seguido a continuación de un riego de gravilla de tamaño uniforme (tamaño máximo nominal 12.5 mm). El espesor del tratamiento es aproximadamente el mismo que el tamaño máximo nominal del agregado.



Tratamiento Superficial Bicapa

Consiste en dos aplicaciones de asfalto alternadas con aplicaciones de agregados pétreos colocadas sobre una capa granular imprimada. El agregado pétreo de cada aplicación debe ser granulométricamente lo más uniforme posible. El espesor del tratamiento superficial es aproximadamente igual al tamaño máximo nominal de la primera aplicación.



Slurry Seal (Mortero Asfáltico)

Es un recubrimiento asfáltico delgado de 4 a 10 mm de espesor y consiste en una mezcla de arena, aditivos si es necesario, agua y emulsión de quiebre lento. La dosis de agua y emulsión deben ser tales que formen una lechada de consistencia cremosa y homogénea, la cual es aplicada sobre una capa granular. La textura superficial que se obtiene puede ser fina o rugosa, dependiendo de la granulometría de los agregados pétreos utilizados.

Otta Seal

El Sellos Otta es una superficie bituminosa que consiste esencialmente en un espesor de 16 – 32 mm., constituido por una mixtura y un rango de agregados y graduados de gravas naturales o trituradas de roca en combinación con un ligante relativamente suave (baja viscosidad), usadas en recubrimiento de superficies convencionales ejemplo. Sellos aglomerados.

Existen varios tipos de Sellos Otta en términos del número de capas, tipo de agregado graduado y si se usa o no un sello de arena cubierta. La presente especificación corresponderá a un Doble Sello Otta sin cubierta de sello de arena.

Mecanismo de la Función

El mecanismo de la función del Sello Otta es un poco diferente que el sello de aglomerado convencional (tratamiento superficial). Estas diferencias se resumen en lo siguiente:

Sello Otta: El agregado graduado es colocado en una película relativamente gruesa de aglomerado suave que, en la rodadura y en tráfico puede trabajar su camino ascendente a través de los intersticios de los agregados. De esta manera, el agregado graduado depende del enlace mecánico y de la cubierta bituminosa para su resistencia como mezcla bituminosa.

El tráfico dado inmediatamente después del apisonamiento del sello es aconsejable y la apariencia final es formada después de 4-8 semanas, dando una apariencia como mezcla en la trayectoria. Normalmente la imprimación de la base no es requerida.

Sello aglomerante (tratamiento superficial): En este caso del sello aglomerante convencional superficial, el agregado es colocado como una película sobre la capa compactada con el objetivo de la “adherencia” al inicio y al final. De este modo, el sello aglomerante depende mucho de la adherencia entre la carpeta y el agregado para su resistencia.

Figura 2.07: Ilustra la diferencia entre textura superficial y mecanismo del funcionamiento de un Sello Otta en comparación del sello aglomerante (tratamiento superficial)



Un Sello Otta Simple (0-16 mm) Espesor mínimo 16 mm



Un Sello Aglomerante Simple (tratamiento superficial monocapa) (13.2 mm) Espesor = ALD (8 a 10 mm)

Figura 2.07: Mecanismo del funcionamiento, comparación un solo Sello Otta y con un sello aglomerante.

Cape Seal

Es un recubrimiento asfáltico constituido por una primera capa que corresponde a un tratamiento superficial asfáltico simple, con tamaño máximo 20 mm y una segunda capa que corresponde a una lechada asfáltica de granulometría con tamaño máximo 10 mm. La superposición de la lechada sobre el tratamiento genera una superficie de rodadura menos rugosa que un tratamiento superficial simple o doble.



Cape Seal

2.2 Slurry Seal como Solución Básica

De acuerdo a la alternativa más viable del perfil se tiene que ejecutar el cambio de estándar en la superficie de rodadura, dentro de los lineamientos del presente informe se materializa la alternativa seleccionada para el mejoramiento de la transitabilidad y serviciabilidad de la vía no pavimentada, catalogadas como vías de bajo tráfico ($IMD < 400$ veh/día), mediante la utilización de soluciones básicas (Slurry Seal) fue difundido por los años 60, por Raymond Young quien fue el inventor de la máquina de aplicación continua “asphaltic mortar like mix”, que se refiere a la mezcla asfáltica tipo mortero, resultado de una combinación de emulsión asfáltica.

Para definir una **Solución Básica** que cambie el estándar de la serviciabilidad existente, se han analizado diferentes alternativas de pavimento como es la Carpeta Asfáltica en caliente y el Tratamiento Superficial Bicapa, siendo la más rentable económicamente la aplicación de Slurry Seal de 1cm de espesor como superficie de rodadura sobre una base estabilizada con emulsión asfáltica de rotura lenta, a continuación se diseñara la estructura del pavimento como alternativa de solución, a partir de los datos de campo efectuados por el Consorcio Gestión de Carreteras.

Emulsiones Asfáltica

Podemos definir una emulsión como una dispersión fina más o menos estabilizada de un líquido en otro, los cuales son no miscibles entre sí y están unidos por un emulsificante, emulsionante o emulgente.

Las emulsiones asfálticas se combinan de cemento asfáltico, agua y agente emulsivo, también puede contener aditivos. La cantidad de emulsificante varía entre 0.2 a 1% del volumen y la cantidad de asfalto en un 60 a 70%.

Se tiene diferente tipos de clasificaciones.



Figura 2.08 Componentes de la Emulsión Asfáltica

Según la carga que rodea a las partículas de Asfalto se pueden clasificar:

- **Aniónica:** Cuando las partículas de asfalto son de carga negativa y al pasar una corriente eléctrica, estas migrarán al ánodo.
- **Catiónica:** Cuando las partículas de asfalto son de carga positiva y al pasar una corriente eléctrica, estas migrarán al cátodo.
- **No iónica:** Cuando las partículas de asfalto no tienen carga (neutras) y al pasar una corriente eléctrica, no migran a ningún polo.

Las emulsiones catiónicas pueden ser de rotura rápida, media y lenta, se usara cada tipo de acuerdo a las exigencias del caso; al principio tales emulsiones se usaron únicamente en la construcción de tratamientos superficiales, como riego de liga y de sello. Al reconocerse la ventaja de las emulsiones catiónicas sobre las aniónicas y los rebajados, se inició la búsqueda de un emulsificante que produjera una emulsión de rompimiento lento, capaz de mezclarse con una granulometría para base o para carpeta.

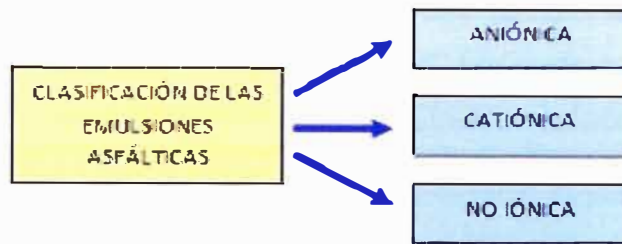


Figura 2.09: Clasificación de las Emulsiones Asfálticas

2.3 Metodología de Diseño

Definición de Pavimento

Se define como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidos entre el nivel superior de la sub rasante y la superficie de rodamiento cuyas principales funciones son la de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, intemperismo y otros agentes perjudiciales, transmitir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

2.3.1 Método de la AASHTO

El método de la AASHTO calcula el Número Estructural en base al tráfico, de las condiciones de la subrasante y del factor regional. El método toma en cuenta un coeficiente de drenaje como parámetro de caracterización de la base granular midiendo indirectamente la influencia del agua en la capacidad estructural del pavimento y para caracterizar la capacidad de soporte de la subrasante adopta el valor de Mr. Asimismo, considera la "pérdida de serviciabilidad" al finalizar el periodo de diseño, en términos de variación del Índice de Serviabilidad Presente (PSI)

En el cálculo se asume un parámetro de confiabilidad, partiendo de la consideración que el comportamiento del pavimento ante el tránsito sigue la distribución normal de Gauss.

La estructuración de un pavimento, así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrece una variedad de posibilidades de tal manera que puede estar formado por sólo una capa o varias y a su vez, dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, procesados ó sometidos a algún tipo de tratamiento o estabilización.

La actual tecnología contempla una gama muy diversa de Secciones Estructurales, las cuales son función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía y que a decir son: Tráfico, Tipo de Suelo, Importancia de la Vía, Condiciones de Drenaje, Recursos Disponibles, Materiales disponibles, etc.

Calculo de Tráfico

Los volúmenes de Tráfico al final de la vida útil del proyecto, su comportamiento y composición, son los elementos que definen las características geométricas y estructurales con que será diseñada la nueva vía.

Para efectos del estudio, las proyecciones de tráfico se efectuaron mediante un proceso simple, basado en las siguientes hipótesis.

- Se utilizara un porcentaje de crecimiento para las proyecciones del tráfico de la vía.
- Los volúmenes se proyectaran año a año a fin de presentar el crecimiento del tráfico a lo largo de su vida útil, el año que se tomara como base es el año 2005
- El incremento del transito es considerado también Factor de proyección.
- El pronostico en transito futuro para este proyecto es de siete años.

Capacidad de Soporte de los Suelos de Subrasante (CBR)

En base a los resultados de laboratorio realizados por el Consorcio Gestión de Carreteras se determina los valores de la capacidad de soporte de los suelos (CBR), el mismo que para fines de diseño es considerado al 95% de la MDS del próctor modificado, habiéndose obtenido para nuestro tramo el valor de 20%. los cuales se indican en el Capítulo III correspondiente a la superficie de Rodadura.

2.3.2 DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO

MÉTODO DEL AASHTO (1993)

La versión de la AASHTO 86 y 93 hacen modificaciones en su metodología afectando los factores de Aporte Estructural por Coeficientes de Drenaje de las capas, las que reemplazan al Factor Regional utilizada en versiones anteriores, por otro lado se sigue utilizando en su mismo concepto el Tráfico, Índice de Serviciabilidad y tipo de Suelo de fundación (Módulo Resilente).

- El Índice de Serviciabilidad Final de diseño debe ser tal que culminado el período de vida proyectado, la vía (Superficie de Rodadura) ofrezca una adecuada serviciabilidad.
- El diseño considera un contenido de humedad igual a la condición más húmeda que pueda ocurrir en la Subrasante, luego que la vía se abra al tráfico.
- El Coeficiente de Drenaje ha reemplazado al Factor Regional y es introducido para el cálculo del Número Estructural; estos coeficientes son considerados de acuerdo a las propiedades del material granular que serán utilizados, para ello la AASHTO recomienda los rangos de calidad donde se clasifican estos materiales.
- La fórmula general que gobierna el número estructural de diseño, presenta la expresión siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{1094}\right]}{0.4 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(MR) - 8.07$$

NÚMERO ESTRUCTURAL EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

El Número Estructural efectivo (S_{Neff}) es una medida de la capacidad estructural actual (en el momento de la medida) de la subrasante. Se definen los métodos alternativos para establecerlo. Se recomienda que el ingeniero emplee los tres y seleccione el valor más adecuado de S_{Neff} atendiendo a experiencias anteriores en la zona y a su propio criterio.

a. Parámetros de Diseño.-

Según AASHTO

$$MR(\text{psi}) = 1,500 * CBR \quad \text{para } CBR < 7.2\%$$

Método Sudafricano

$$MR(\text{psi}) = 3000 * CBR^{0.65}; \quad \text{para } 7.2\% < CBR < 20\%$$

Conjuntamente con los siguientes parámetros de Diseño:

R = Confiabilidad

Z_r = Standard Normal Deviate

S_o = Overall Standard Deviation

P_i = Serviciabilidad Inicial

P_t = Serviciabilidad Final

Mr = Modulo Resiliente

Nrep = (ejes equivalentes de 18 kips)

a₁ = Coeficiente estructural No considerado

a₂ = Coeficiente estructural de Base Estabilizada

a₃ = Coeficiente estructural de Capa Base Granular (CBR_{min}= 80%)

y del Nomograma y/o la Ecuación de Diseño que establece la Guía AASHTO, se obtienen para los parámetros indicados el siguiente Número Estructural (SN):

m₂ = Coeficiente Drenaje de la Base Granular

m₃ = Coeficiente Drenaje de la Sub Base Granular

y del Nomograma y/o la Ecuación de Diseño que establece la Guía AASHTO, se obtienen para los parámetros indicados el siguiente Número Estructural (SN):

La formula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa es la siguiente:

$$SN = a1 \times D1 + a2 \times m2 \times D2 + a3 \times m3 \times D3$$

Esta formula tiene muchas soluciones, en función de las diferentes combinaciones de espesores; no obstante existen normativas que tienden a dar espesores de capa que deben ser construidas y protegidas de deformaciones permanentes, por efecto de las capas superiores de mayor resistencia.

2.4 Inventario Vial

El Inventario Vial es un conjunto de registros de todas las estructuras y obras que conforman la infraestructura vial de la Carretera.

Objetivo

El principal objetivo es el llevar un registro de todas las estructuras y obras que conforman la carretera así como también la de establecer las condiciones estructurales y funcionales en las que se encuentran las mismas.

El trabajo de Inventario Vial para su mejor estudio se puede dividir en tres etapas:

1. Planificación del trabajo
2. Trabajo de campo
3. Trabajo de gabinete

Para el tramo en estudio de la carretera Cañete – Yauyos el Inventario Vial fue tomado por el Consorcio Gestión de Carreteras,

➤ Referencia y Ubicación

Los puntos de referencia se han definido a lo largo de la carretera, con el objeto de que se puedan ubicar fácilmente las distintas obras del inventario, como también para futuros trabajos en la vía. Se han tenido puntos de referencia como marcas y postes kilométricos virtuales.



Punto de referencia inicio de tramo en Poste



Punto de referencia final. Marca en Poste

➤ **Fajas**

Son las zonas que conforman la calzada y pueden ser bermas o carriles. Para el presente inventario se han identificado una sola faja con un ancho total y un ancho útil.

En la toma de datos de los tramos no pavimentados se han tomado medidas de ancho total y ancho útil de vía cada 100 m., debido a que la geometría de la carretera es muy variable y accidentada.

➤ **Puntos Críticos**

Se consideran puntos críticos los fenómenos que alteran la transitabilidad de las carreteras, se han identificado en el tramo en estudio tres puntos críticos en distintos puntos de la carretera como, inestabilidad de taludes y vías erosión.

Por otra parte se está considerando como puntos críticos, además de los indicados anteriormente, aquellas zonas en la vía que tienen anchos de vía entre 3 a 4 m., ya que estos sectores no brindan la seguridad a los usuarios.



Punto crítico debido a Inestabilidad de taludes

Punto crítico por topografía accidentada

Daños Superficiales del Pavimento

Para tener un diagnóstico de la condición de los pavimentos es necesario tener un registro de los daños superficiales observados en los tramos de estudio de la carretera Cañete-Yauyos, se a podido observar en los tramos asfaltados la presencia de exudación en la superficie de slurry Seal, desprendimiento del borde de carretera en los dos primeros kilómetros, pérdida de ligante asfáltico, superficies envejecidas, huecos, etc. En los tramos no pavimentados se ha observado daños en la superficie tales como ahuellamientos, huecos, encalaminados, erosiones.



Daños superficiales en el tramo pavimentado, fisuras longitudinales y transversales y bordes de carreteras



Daños superficiales tramo no pavimentado, foto 1- Ahuellamientos y foto 2- Huecos.

➤ **Obras de drenaje y de arte**

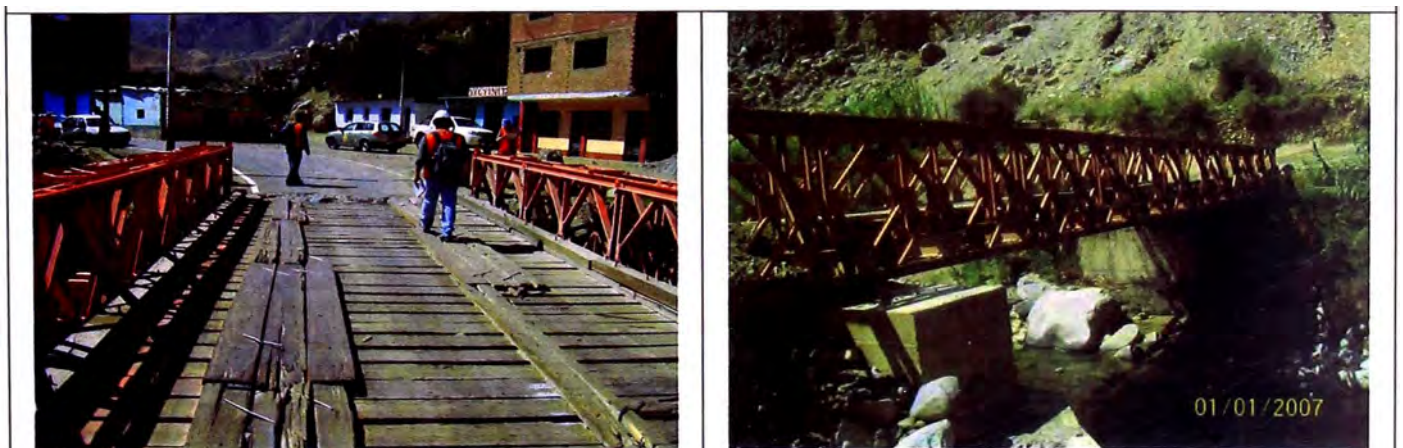
Puentes

Los datos registrados de puentes han sido la ubicación, clase y tipo, dimensiones, condición estructural, condición funcional

Durante el trabajo de Inventario Vial se encontraron en toda la carretera dos puentes reticulados con superficie de rodadura de tablas de madera en las localidades de Huallampi y Catahuasi



Puente Reticulado, en Huallampi



Puentes metálicos con tablero de madera ingreso a Catahuasi

2.5 Política de Mantenimiento Vial

El Mantenimiento Vial, en general, es el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la superficie de rodadura y de esta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico.

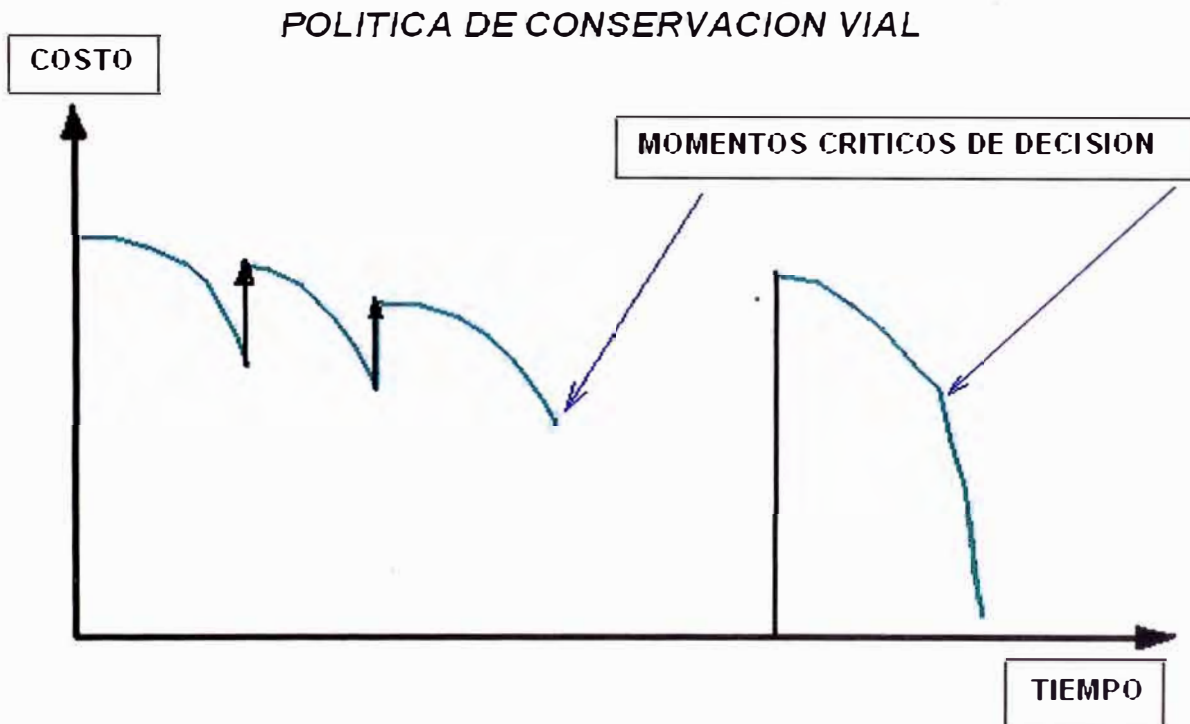


Figura N° 2.10

Las actividades de mantenimiento se clasifican usualmente por la frecuencia como se repiten: rutinarias, periódicas y de emergencia. En realidad todas son periódicas, pues se repiten cada cierto tiempo en un mismo elemento.

Las políticas de mantenimiento adoptadas estarán en función de la magnitud de los trabajos a realizar, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (mantenimiento periódico). Dentro de las políticas adoptadas para el presente estudio de conservación de superficie de rodadura tenemos:

2.5.1 Mantenimiento Rutinario

Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo de la carretera y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación. Debe ser de carácter preventivo y se incluyen en este mantenimiento, las actividades

de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras. En los sistemas tercerizados de mantenimiento vial, también se incluyen actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.

Mantenimiento Rutinario – Sellado de Fisuras



2.5.2 Mantenimiento Periódico

Es el conjunto de actividades que se ejecutaran en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Ejemplo de este mantenimiento para nuestro caso es colocación de una nueva capa de Slurry Seal sobre la capa ya desgastada



Mantenimiento Periódico – Recapeo con Slurry Seal

2.5.3 Mantenimiento de Emergencia:

Son actividades que se ejecutaran como consecuencia de los fenómenos climatológicos extraordinarios que se podrían presentar durante el año (lluvias, desbordes de ríos, huaycos, deslizamientos entre otros) las cuales afectan en forma directa a la superficie de rodadura. Estos trabajos de mantenimiento de emergencia se ejecutan en forma inmediata para posibilitar la rehabilitación de la infraestructura vial dañada.

El mantenimiento periódico de la superficie de rodadura se requiere cuando la transitabilidad se encuentra en estado regular porque existe un deterioro superficial generalizado y aproximadamente en un 20% de la superficie de rodadura, se tiene presencia puntual de baches, encalaminado y otros defectos. En forma más objetiva, el estado regular se tiene cuando el Índice Internacional de Rugosidad está entre 10 y 14. En esta situación, se necesitan intervenir la superficie de rodadura con un nuevo tratamiento superficial según la magnitud y la gravedad de los daños.

Excepcionalmente, es posible considerar también como mantenimiento periódico de la superficie de rodadura la ejecución de ciertas correcciones geométricas del camino, como son los casos puntuales de cortes o ampliaciones.

CAPITULO III: SUPERFICIE DE RODADURA

3.1 Condición de la Vía Existente

Antes del inicio de las actividades la vía se encontraba a nivel de afirmado en mal estado de conservación efectuando en parte actividades de conservación rutinaria cumpliendo así su compromiso contractual, mejorándose por tanto la serviciabilidad, salvo por el sector comprendido entre Zúñiga (km 56+600) y Capillucas (km 94+640), donde se ha apreciado un acelerado deterioro de esta capa, por el intenso tráfico ocasionado por las labores de construcción del proyecto hidroeléctrico El Platanal.

3.2 Calculo de Tráfico de Diseño

Con los datos proporcionados en el Estudio de Trafico se determino el número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas para el periodo de diseño para cada tramo determinado, de acuerdo a la formula:

$$N_{rep} = \frac{365}{2} \times \sum IMD_t \times FD_t \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

Donde:

IMD : Índice Medio Diario

FD_t : Factor destructivo del tipo de vehículo

n : Periodo de diseño

i : Tasa de crecimiento

Del Cuadro N° 1.4

| Tipo de Vehículos | IMD | Distrib. % |
|-------------------|-----------|----------------|
| Autos | 2 | 3.77% |
| Satation Wagon | 1 | 1.89% |
| Camioneta Pick Up | 17 | 32.08% |
| Panel | 0 | 0.00% |
| Rural (Combi) | 4 | 7.55% |
| Micro | 0 | 0.00% |
| Ómnibus 2E y 3E | 8 | 15.09% |
| Camión 2E | 10 | 18.87% |
| Camión 3E | 11 | 20.75% |
| Camión 4E | 0 | 0.00% |
| Semi trayler | 0 | 0.00% |
| Trayler | 0 | 0.00% |
| TOTAL IMD | 53 | 100.00% |

Fuente: Conteo realizado por Consorcio
 Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008

$$N_{rep} = \frac{365}{2} \times [(18 \times 4.504) + (11 \times 3.339)] \times \left[\frac{(1 + 0.0421)^7 - 1}{0.0421} \right]$$

$$N_{rep} = 1.71 \times 10^5$$

3.3 Determinación del Espesor del Pavimento

La estructuración de un pavimento, así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrece una variedad de posibilidades de tal manera que puede estar formado por sólo una capa o varias y a su vez, dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, procesados ó sometidos a algún tipo de tratamiento o estabilización.

La actual tecnología contempla una gama muy diversa de Secciones Estructurales, las cuales son función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía y que a decir son: Tráfico, Tipo de Suelo, Importancia de la Vía, Condiciones de Drenaje, Recursos Disponibles, Materiales disponibles, etc.

$$SN = a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \dots \dots \dots \text{Formula General}$$

3.3.1 Capacidad de Soporte del Suelo (CBR)

En base a los resultados de laboratorio realizados por la empresa Consorcio Gestion de Carreteras se determina los valores de la capacidad de soporte de los suelos (CBR), el mismo que para fines de diseño es considerado al 95% de la MDS del próctor modificado, habiéndose obtenido para nuestro tramo el valor de 20%. los cuales se indican en el cuadro adjunto.

CUADRO N° 3.18 “ VALORES DE CBR EQUIVALENTE”

| Progresiva | Prof. (m) | CBR 95% MDS | Clasificación | CBR Equivalente |
|------------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|
| 74+000 al 79+000 | 0.40 – 1.50 | 20.00% | SC+SM | 20.00% |

Con el resultado obtenido del cuadro anterior para fines del diseño del pavimento, la capacidad de soporte de los suelos, el 20%

3.3.2 Estructuración

Metodo del AASHTO (1993)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(MR) - 8.07$$

a. Parámetros de Diseño.-

Según AASHTO

$$MR(\text{psi}) = 1,500 * \text{CBR} \quad ; \quad \text{para } \text{CBR} < 7.2\%$$

Método Sudafricano

$$MR(\text{psi}) = 3000 * \text{CBR}^{0.65}; \quad \text{para } 7.2\% < \text{CBR} < 20\%$$

Conjuntamente con los siguientes parámetros de Diseño:

$$R = \text{Confiabilidad} = 80\%$$

$Z_r =$ Standard Normal Deviate = -0.841

$S_o =$ Overall Standard Deviation = 0.40

$P_i =$ Serviciabilidad Inicia = 4.20

$P_f =$ Serviciabilidad Final = 2.20

$M_r =$ 21,027 psi

$N_{rep} = 1.71 \times 10^5$ (ejes equivalentes de 18 kips)

$a_1 =$ Coeficiente estructural No considerado

$a_2 =$ Coeficiente estructural de Base Estabilizada

$a_3 =$ Coeficiente estructural de Capa Base Granular ($CBR_{min} = 80\%$)

Los siguientes datos se obtienen del Manual Para el diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito:

$a_2 = 0.135$ ($CBR_{min} = 80\%$)

$a_3 = 0.52$ ($CBR_{min} = 80\%$)

$m_2 =$ Coeficiente Drenaje de la Base Granular = 1.00

$m_3 =$ Coeficiente Drenaje de la Sub Base Granular = 1.10

El Cálculo del Número Estructural (flexible) por el método AASHTO 1993. se efectúa por el software Ecuación AASHTO 93 Ver. 2.0

Se obtiene el siguiente número estructural

| |
|------------------|
| SN = 1.57 |
|------------------|

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

Estructura del Pavimentos

De la ecuación general se obtiene los espesores finales siguiente:

CUADRO N° 3.19

| ESTRUCTURA | TRAMO Km. 74+00 - a.m. 79+000 |
|-------------------------------|----------------------------------|
| BASE GRANULAR | 4" |
| BASE ESTABILIZADA | 3" |
| SN_{calculado} | 1.57 |

3.4 Objetivo del Diseño

De acuerdo a las características señaladas del presente informe, se hace necesario desarrollar propuestas de pavimentos acordes con la actual política de desarrollar alternativas compatibles manteniendo el carácter de carreteras de bajo volumen de tránsito y dinamizar las técnicas de estabilización y mejor superficie de rodadura en vías departamentales o vecinales.

Es objetivo del presente Estudio Técnico es mejorar las características de Transitabilidad para la comunicación vial eficiente entre zonas productoras, zonas rurales y establecer una estructura de Pavimento compatible con las condiciones de la actual plataforma y de los materiales existentes detectados, a fin de asegurar un periodo de servicio de la vía.

Para tal efecto se ha propuesto la aplicación de métodos de diseño de aceptación internacional como el procedimiento AASHTO-Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se ha procedido a determinar el requerimiento estructural para un periodo de servicio de 7 años mediante el Método AASHTO-93; teniendo como dimensiones finales.

TRAMO Km 74+000 – Km79+000

| ESTRUCTURA | ESPESORES |
|-------------------|-----------|
| SLURRY SEAL | 1.0 cm. |
| BASE ESTABILIZADA | 7.5 cm. |
| BASE GRANULAR | 10.0 cm. |

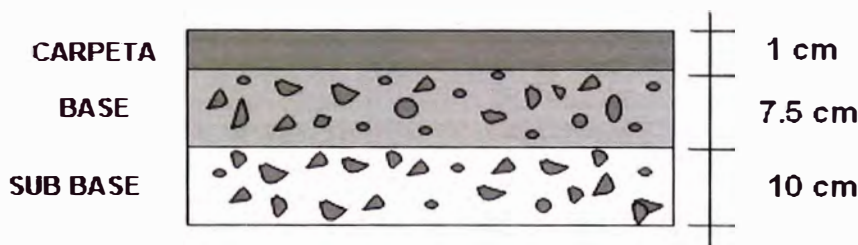


Fig. N° 3.11 Estructura del Pavimento

Consideraciones Generales

1. La capa de Base Granular se conformará con material procesado íntegramente de las canteras seleccionadas y aptas, de acuerdo a lo indicado estrictamente a lo requerido por las especificaciones técnicas.
2. La estabilización de la Base se realizará en las canteras, mezclando el material procesado en las canteras seleccionadas con material bituminoso (emulsión asfáltica), con empleo de equipos convencionales, la misma que será transportada en camiones volquetes lista para su conformación y compactación. El mismo que se realizará en base a un diseño de mezcla verificado mediante ensayos de laboratorio.
3. La capa de Base Estabilizada será conformada con empleo de equipo pavimentador, el cual proporcionara una distribución uniforme, reduciendo las irregularidades y mejorando el acabado final.

Para los sectores que se tienen considerados la aplicación de la base estabilizada y el mortero asfáltico (Slurry Seal), se tiene establecido que

- presentarán un valor de Rugosidad (IRI) que tendrá un valor máximo de 2.5 m/km., el cual será determinado previa a la recepción de obra.
5. Se deberá efectuar un estricto control de calidad durante los procesos constructivos, la misma que se ajustará a lo prescrito en las especificaciones técnicas.
 6. Antes de proceder a la colocación de la capa de relleno (elevar la subrasante) y la capa de base granular, se deberá perfilar y compactar la superficie de rodadura existente.
 7. Debe implementarse un efectivo sistema de mantenimiento – rutinario y periódico, llevando un control minucioso de las intervenciones, personal, equipo empleado, materiales empleados y rendimientos; lo cual permitirá efectuar una evaluación económica de las diferentes alternativas de pavimento.
 8. Se deberá efectuar el monitoreo de las características estructurales y funcionales de la vía, dentro de los tiempos establecidos en el programa de monitoreo.

CAPITULO IV: CONSERVACION

4.1 Introducción

El deterioro de la carretera comienza ocurrir desde su puesta en servicio y todos sus componentes de la vía comienzan a deteriorarse, por eso se hace necesario programar acciones de Mantenimiento adecuado que conlleven a recuperar sus características iniciales mediante intervenciones oportunas

4.2 Definiciones de Mantenimiento Vial

El “mantenimiento vial”, en general, es el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la carretera y en particular para este informe la superficie de rodadura, de esta manera poder garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico. En la práctica lo que se busca es preservar el capital ya invertido en el camino y evitar su deterioro físico prematuro. En los sistemas tercerizados de mantenimiento vial, también se incluyen actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales y de cuidado y vigilancia de la vía.

4.3 Estrategias de Mantenimiento

La base conceptual para lograr un mantenimiento vial que conserve las condiciones físicas del camino y, en consecuencia, sea satisfactorio para los usuarios, está centrada en la aplicación de una gestión que privilegie el actuar con criterio preventivo. Se trata de un cambio en la práctica tradicional de trabajo de actuar para reparar lo dañado por el de actuar para evitar que se dañe. En otras palabras, se trata de ir modificando paulatinamente el quehacer institucional actual en el que prevalecen las acciones correctivas por el que prevalezcan las acciones preventivas.

En la práctica, se trata de realizar el mantenimiento rutinario con intervenciones diarias con el propósito de preservar las condiciones de los elementos del

camino y de evitar que se produzca su deterioro prematuro. Asimismo, efectuar el mantenimiento periódico con intervenciones oportunas para recuperar las condiciones iniciales de la vía. Esto quiere decir que se deben mantener siempre limpias las obras de drenaje y los cauces para conservar la capacidad hidráulica de las obras; estabilizar y proteger los taludes; cuidar y cortar la vegetación permanentemente, mantener adecuadamente las señales, cuidar las estructuras viales, reponer periódicamente la superficie de rodadura con tratamientos superficiales y corregir los defectos que se presenten en la plataforma, entre otras.

Procediendo de la manera anterior, se tendrá que después de construida, la vía se encuentra en buenas condiciones, ella debe ser atendida permanentemente mediante el mantenimiento rutinario y cuando se hayan cambiado sus condiciones de bueno a un estado regular, realizar entonces el mantenimiento periódico, para volver a unas condiciones similares a las iniciales, estos periodos de mantenimiento periódico se determinaran de acuerdo a las inspecciones y evaluaciones que se realicen a la vía, es decir un monitoreo del comportamiento de la nueva estructura; al respecto el uso del Índice de Rugosidad Internacional - IRI – es importante para definir cuando se deben implementar la intervención de mantenimiento periódico.

4.4 Monitoreo de la Serviciabilidad

Para poder efectuar un monitoreo adecuado en nuestra nueva estructura vial se efectuara en todo el tramo de 5km, para ello es necesario contar con los resultados del control de calidad efectuados durante la etapa de construcción, dicho control incluirá la siguiente información:

4.4.1 Calidad de Subrasante

Será necesario conocer la calidad de la subrasante al inicio de la puesta en servicio, para tal efecto, se deberán contar con la información de los estudios realizados y efectuarse además ensayos no destructivos que permitan estimar su CBR y/o módulo de resiliencia, recomendando efectuar los siguientes ensayos:

Medición de Deflexiones con Viga Benkelman.

Se medirán las deflexiones con el equipo indicado y se analizarán mediante un modelo matemático (Modelo de Hogg), para el análisis de los valores obtenidos. Las mediciones serán cada 50 m a ambos lados de la vía.

4.4.2 Calidad de la Base Granular

Para determinar las características de la Base Granular se deberá contar con la información correspondiente a:

- Espesor de la capa
- El valor del CBR del material empleado
- Controles de densidad de campo
- Medición de deflexiones cada 50 m

A fin de ajustar el modelo, se efectuarán corridas del programa de pavimentos flexibles multicapa teniendo como control la deflexión característica y el radio de curvatura medido, también podrá estimarse el módulo resiliente de la subrasante a partir del Número Estructural Efectivo (AASHTO).

4.4.3 Calidad del Pavimento Terminado

La calidad del pavimento terminado se efectuará mediante la medición de la rugosidad y de deflexiones.

4.5 Actividades de Monitoreo

Se plantea la siguiente metodología de monitoreo:

La entidad concesionaria responsable del cambio de estándar y conservar la serviciabilidad por los próximos siete años efectuará monitoreos cada 06 meses, manteniendo los periodos de tiempo homogéneos.

1. Se deberá registrar el tráfico y clima.
2. Se llevará un control de los costos de mantenimiento efectuado durante el periodo.
3. Se efectuarán evaluaciones de rugosidad de la superficie de rodadura mediante el equipo Bump Integrador ó MERLIN.

4. Se efectuará una evaluación de las condiciones superficiales de la vía.
5. Se efectuará la evaluación estructural mediante la medición de deflexiones cada 50 m
6. Los resultados de las pruebas se compararán con los valores iniciales, analizando además, su evolución.
7. Se efectuarán las evaluaciones técnico – económicas correspondientes, para lo cual se tendrá en cuenta: el costo inicial, el costo de mantenimiento y la vida remanente.
8. Se elaborará el respectivo informe.

Al final del período de la vida útil de diseño, se estará en condiciones de emitir un juicio sobre las ventajas, desventajas y los periodos de mantenimiento sobre el cambio de estándar.

4.6 Mantenimiento de superficie de rodadura

4.6.1 Mantenimiento Rutinario

La realización de las actividades de mantenimiento rutinario estará a cargo la empresa que ejecute el cambio de estándar y la conservación para los próximos 7 años con tal propósito, ellas dispondrán del personal y de herramientas manuales para la realización de los trabajos.

Para la ejecución del mantenimiento rutinario de la superficie de rodadura se han definido 3 actividades específicas.

CUADRO N° 4.20
Partidas de Mantenimiento Rutinario.

| Descripción | Unid. |
|--|-------|
| LIMPIEZA DE SUPERFICIE DE RODADURA | KM |
| TRATAMIENTO DE FISURAS | m |
| PARCHADO DE SLURRY SEAL (BACHEO SUPERFICIAL) | m2 |

Partida: Limpieza de Superficie de Rodadura

I. Descripción: Consiste en la remoción de todo material extraño de la plataforma, con herramientas manuales, de tal manera que permanezca libre de basuras y demás objetos que caigan y/o sean arrojados en ella.

II. Objetivo: Mantener la plataforma libre de basura, piedras, ramas y demás elementos extraños, que afecten la seguridad de los usuarios del camino.

III. Materiales: No se aplica.

IV. Criterios de ejecución: Ejecutar los trabajos diariamente, dando especial prioridad durante el período de lluvias, en los caminos donde se produce caída de piedras. Inspeccionar permanentemente el estado de limpieza de la superficie de rodadura.

V. Mano de Obra:

Trabajadores

VI. Equipo y Herramientas:

Lampas

Picos

Rastrillos

Escobas

Carretillas

Cámara fotográfica

VII. Materiales:

Ninguno

VIII. Unidad de Medida:

kilómetro (Km.)

IX. Indicador de Aprobación:

Plataforma limpia

X. Condiciones de Recepción:

Se verificará que la superficie de rodadura que esté completamente limpia y que su estado refleje una condición de seguridad y comodidad para el usuario.

XI. Forma de Pago

De acuerdo a lo establecido en el contrato

Partida: Sellado de Fisuras

I. Descripción: Consiste en sellar con equipo liviano y/o manual, pequeñas grietas por fatiga, las cuales se manifiestan por medio de fisuras bloque (menores a 3mm). Será tratada con sello asfáltico

II. Objetivo: Sellar las fisuras longitudinales y transversales, recuperar el estado inicial de la superficie de rodadura

III. Materiales:

Emulsión asfáltica para sellado de fisuras.

Arena para sellado.

IV. Criterios de Ejecución: Reparar lo más pronto posible los deterioros, después de detectados por el Supervisor. El área a reparar debe estar seca y libre de materiales extraños.

V. Mano de Obra:

Ayudantes y Operarios.

VI. Equipos y Herramientas

Escobas

Carretillas

Rodillo manual

Cámara fotográfica

VII. Unidad de Medida

metros cúbicos (m³)

VIII. Condición de Recepción

El Supervisor verificará que las superficies de rodadura hayan sido reparadas, recuperando su condición inicial de la superficie de rodadura

IX. Forma de Pago

De acuerdo a lo establecido en el contrato

Partida: Parchado de Slurry Seal

I. Descripción: Consiste en sellar aberturas de la capa slurry Seal con equipo liviano y/o manual, pequeñas áreas de asta 20 x20 cm. las que se generan en los borde de carretera principalmente.

II. Objetivo: parchar los bacheos superficiales que no tengan daño estructural de la base para recuperar el estado inicial de la superficie de rodadura

III. Materiales:

Mezcla de Slurry Seal.

IV. Criterio de Ejecución: Reparar lo más pronto posible los deterioros, después de detectados por el Supervisor. El área a reparar debe estar bien demarcado, seca y libre de materiales extraños.

V. Mano de Obra:

Ayudantes y Operarios.

VI. Equipos y Herramientas:

Escobas

Carretillas

Lampa

Rodillo manual

Cortadora para capa de Slurry Seal

Cámara fotográfica

VII. Unidad de Medida:

metros cúbicos (m³)

VIII. Condiciones de Recepción:

El Supervisor verificará que las superficies de rodadura hayan sido reparadas, recuperando su condición inicial de la superficie de rodadura

IX. Forma de Pago

De acuerdo a lo establecido en el contrato



Figura 4.12: Sellado de fisuras

4.6.2 Mantenimiento Periódico

Para establecer el estado de nuestra carretera podemos clasificar el estado de la Superficie de Rodadura en función de ciertos criterios sobre los elementos y condiciones del camino y un cierto valor referencial del IRI.

El mantenimiento periódico de la superficie de rodadura se requiere cuando la transitabilidad se encuentra en estado regular porque existe un deterioro superficial generalizado de desgaste aproximadamente en un 20% de la superficie de rodadura, En forma más objetiva, el estado regular se tiene cuando el Índice Internacional de Rugosidad para el afirmado está entre 10 y 14. y en nuestro caso para el recubrimiento de Slurry Seal podemos considerar 6 -9 para situación, se necesitara intervenir la superficie de rodadura con un nuevo tratamiento superficial pero el verdadero valor lo dará el monitoreo llevado según la magnitud y la gravedad de los daños y es el que definirá cuando se hará el mantenimiento periódico.

La ejecución de las actividades de mantenimiento periódico, al igual que el rutinario estará a cargo la empresa ejecutora del cambio de estándar. Para la realización de cada una de las actividades se han establecido criterios ejecución que son instructivos que incluyen para cada actividad.

CUADRO N° 4.21 Partidas de Mantenimiento Periódico

| Descripción | Und. |
|---|------|
| TRATAMIENTO DE FISURAS | m |
| PARCHADO DE SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO) | m2 |
| RECAPEO CON SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO) | m2 |

Las partidas de tratamiento de fisuras y parchado con Slurry Seal son similares a las de mantenimiento rutinario.

Partida: Recapeo con Slurry Seal

I. Descripción: Consiste en reforzar la superficie de rodadura desgastada con una nueva capa de slurry seal de espesor 1" con equipo.

II. Objetivo: Recuperar el estado inicial de la superficie de rodadura.

III. Materiales:

Elusión asfáltica

Agregado seleccionado de cantera.

IV. Criterio de Ejecución: Recapear la superficie de acuerdo a los resultados de los informes de monitoreo cuando esto lo solicite, para lo el área debe estar libre de materiales extraños.

V. Mano de Obra:

| | |
|---------|---------|
| CAPATAZ | 1.0000 |
| OFICIAL | 2.0000 |
| PEON | 10.0000 |

VI. Equipos y Herramientas:

Escobas, Carretillas, Lampa, Esparcidora, Volquete, Mezcladora de mortero asfáltico y Cargador frontal

VII. Unidad de Medida:

metros cuadrados (m²)

VIII. Condiciones de Recepción:

El Supervisor verificará que las superficies de rodadura recuperando su condición inicial de serviciabilidad y la conformidad de los ensayos correspondientes

IX. Forma de Pago

De acuerdo a lo establecido en el contrato

CAPITULO V: EXPEDIENTE TECNICO

5.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

5.1.1 Antecedentes

La Carretera Central es una vía Nacional que comunica Lima y la zona central del país, se encuentra actualmente saturada por el alto nivel de tráfico que ha generado en los últimos años. Por ello se han buscado alternativas de alivio a este problema tales como el mejoramiento de la serviciabilidad las carreteras, Cañete – Yauyos y conservación de la misma para mejorar la transitabilidad.

En respuesta a esta acción el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) ha creado el programa Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y vecinal. Sin embargo, este programa no contempla el diseño geométrico de la carretera dentro de sus alcances.

Dentro de este contexto, el tramo en estudio, es una vía con nivel de servicio óptimo, obtenido mediante el cambio de estándar de la superficie de rodadura.

De acuerdo a este marco de referencia, y con la finalidad de ofrecer una alternativa de solución al problema de conservación vial, este informe de suficiencia seleccionó el estudio Conservación de Superficie de Rodadura de la carretera Cañete – Yauyos, tramo km. 74+000 al Km. 79+000.

5.1.2 Objetivos

Objetivo general

La Conservación de las Vías Departamentales y Nacionales, a fin de ofrecer un índice aceptable de serviciabilidad a los usuarios de las carreteras del Perú, así

como prolongar la durabilidad de la misma, es uno de los objetivos primordiales del presente estudio.

Al mismo tiempo, desarrollar un adecuado sistema de mantenimiento de la carretera, de tal forma que se logre una eficiente transitabilidad vehicular, lo cual permitirá el desarrollo socio-económico e integración de las Comunidades, Distritos y ciudades de las provincias de la zona de influencia del Proyecto y hacia otros en el ámbito del departamento.

Objetivos específicos

- Mantener la carretera en buenas condiciones de transitabilidad.
- Mantener impermeable la superficie de la calzada y evitar el paso de agua a través de ella o del borde del pavimento y con ello evitar el debilitamiento de las capas inferiores.
- Mantener y renovar la calidad de la superficie de la calzada y con ello las buenas condiciones de rodadura y de seguridad.
- Contribuir con el desarrollo económico del país, generando puestos de trabajo a sectores de la población que se encuentran en la zona de influencia del Proyecto.

5.1.3 Características geográficas y climatológicas

Ubicación

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| Clasificador departamental: | Ruta Nacional N° 22 |
| Departamento: | Lima |
| Provincia: | Yauyos |
| Distritos: | Cacra y Catahuasi |
| Kilómetro de inicio: | 74 + 000 |
| Kilómetro de fin de tramo: | 79 + 000 |
| Cota de inicio: | 1094.20 m.s.n.m. |
| Cota de fin de tramo: | 1206.00 m.s.n.m. |
| Longitud del tramo: | 5 km |



Km 74+ 000 Inicio



Km 79 + 000 Final

5.1.4 Descripción del proyecto

En el tramo de la Carretera Cañete – Yauyos del Km 74+000 al 79+000, con el fin de asegurar la transitabilidad de la vía y recuperar sus condiciones iniciales de servicio para lo cual se ejecutaran los trabajos de mantenimientos Periódico y Rutinario, para lo cual se utilizan los criterios de los manuales de conservación de caminos. Teniendo las siguientes características técnicas:

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| Velocidad Directriz | 50 Km./h |
| Ancho de calzada | 4.70 m |
| Pendiente máxima | 8 % |
| Bombeo | 2.5 % |
| Cunetas | 0.75 m x 0.35 m de tierra y concreto |

5.2 Especificaciones Técnicas

5.2.1 Consideraciones Generales

El proyecto de Conservación de Superficie de Rodadura de la carretera Cañete – Yauyos, tramo del Km. 74+000 al Km. 79+000, comprende trabajos a ejecutarse con las modalidades de Mantenimiento Rutinario y Periódico.

La carretera actual es una vía con un nivel de serviciabilidad óptima y lo que se busca es mantener ese nivel de serviciabilidad; en tanto las especificaciones técnicas referidas serán a conservar la superficie de rodadura.

Limpieza de Superficie de Rodadura

Generalidades

Consiste en la remoción de todo material extraño de la superficie de rodadura, de tal manera que ella permanezca libre de basuras, escombros, papeles, desechos y demás objetos que caigan y/o sean arrojados sobre ella por los usuarios.

El objetivo es mantener la superficie de rodadura libre de basuras y demás elementos extraños.

Materiales

Para la ejecución de esta actividad no se requiere el suministro de materiales.

Equipos y Herramientas

Para la ejecución de esta actividad se requieren de equipos y herramientas tales como lampas, picos, rastrillos, escobas, bolsas de recolección, carretillas y/o volquete, eventualmente equipo de cargue y una cámara fotográfica, etc.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.

2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
3. Inspeccionar, delimitar los tramos y definir la programación de limpieza a ejecutar.
4. Distribuir los trabajadores viales de acuerdo con el área a limpiar.
5. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
6. Retirar de la zona del derecho de vía basuras, papeles, plásticos, botellas, latas, piedras, sedimentos, vegetación, y todo material de desecho.
7. Trasladar el material extraño a sitios autorizados o convenidos de depósito de materiales excedentes, donde no puedan ser arrastrados al sistema de drenaje y donde no se afecte ningún elemento de la vía ni del medio ambiente. Los residuos sólidos no degradables se deben trasladar o colocar en sitios específicos definidos para el efecto por la Supervisión
8. Inspeccionar visualmente que el derecho de vía haya quedado libre de materiales, piedras, basuras, palos, etc.
9. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado a satisfacción la Limpieza de la superficie de rodadura y que su estado refleje una condición de agradable apariencia estética para el usuario.

Medición

La unidad de medida para la Limpieza es: kilómetro (km) aproximado al primer decimal, cualquiera fuere el ancho del derecho de vía, o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio, según el caso.

Pago

La Limpieza de la Zona del Derecho de Vía se pagará al precio unitario del contrato o al cumplimiento del Indicador de Conservación o del Indicador de Nivel de Servicio.

Sellado de Fisuras y Grietas

Generalidades

El sello de fisuras (aberturas iguales o menores a 3 mm) y de grietas (aberturas mayores a 3 mm) consiste en la colocación de materiales especiales sobre o dentro de las fisuras o en realizar el relleno con materiales especiales dentro de las grietas.

El objetivo del sello de fisuras y de grietas es impedir la entrada de agua y la de materiales incompresibles como piedras o materiales duros dentro de ellas y, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos

Materiales

Los materiales a utilizar para la ejecución de esta actividad dependerán de las características de las fisuras y/o grietas que se ha decidido sellar.

Ligantes: se usarán emulsiones catiónicas de rotura lenta tipo CSS-1, diluidas en agua en proporción

Los materiales sellantes serán el cemento asfáltico

Arena es utilizada para evitar que el sellador sea retirado por el paso de los vehículos.

La arena podrá ser triturada o natural, los granos serán densos, limpios y duros, libres de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de estos con el asfalto.

Los materiales que se especifica emplear para el sellado de fisuras y grietas, según su ancho, son:

Fisuras y grietas hasta 6 mm de ancho. Emplear riegos de liga con emulsiones asfálticas tipo CSS-1 diluidas en agua en proporción 1 : 1.

Equipos y Herramientas

Los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad dependerán del ancho de las fisuras y/o grietas a sellar. En general son: herramientas manuales: lampas, carretillas, escobillas metálicas, varilla de acero

y espátulas y equipos: camión volquete, compresor móvil para la limpieza con aire a presión, esparcidor de riego de liga, esparcidor de arena, camión distribuidor de asfalto, mezcladora de trompo, rodillo de compactación manual, ruteador y sellador fundidor, dependiendo de la técnica a emplear.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
3. Identificar las zonas de fisuras y grietas a sellar, procediendo a marcarlas directamente sobre el pavimento con yeso, tiza u otro material de color visible (preferiblemente blanco). Estas marcas indican el inicio y final de cada grieta.
4. Tomar fotografías de los casos más relevantes y/o representativos en la situación inicial y en las posteriores actividades de avance.
5. Elaborar el programa detallado del trabajo para el sellado y distribuir el personal a emplear.
6. Realizar la limpieza de la superficie objeto de trabajo.
7. Aplicar el material sellante tomando especial cuidado de producir una adherencia efectiva del riego de liga con las paredes de la fisura y/o grieta. Al tender el sellante sobre la grieta, no debe permitirse la formación de charcos o exceso de material sellante sobre la misma o que fluya por la superficie circundante, debido principalmente a que afecta negativamente la estética de la vía y ocasiona un leve impacto negativo en la comodidad y en la seguridad de conducción del usuario de la carretera porque disminuye la resistencia al deslizamiento.

El trabajo de sellado sólo se debe realizar cuando la temperatura ambiente sea superior a 5° C e inferior a 30°C.

8. Hacer la limpieza general del sitio de trabajo y los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a los depósitos de excedentes autorizados por la Supervisión.

9. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
10. Tomar fotografías de casos sobresalientes y/o representativos de la situación final.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado el Sellado de Fisuras y/o Grietas a satisfacción, cumpliendo la presente especificación y demás requerimientos técnicos especificados.

Medición

La unidad de medida de esta actividad es: metro lineal con aproximación a la centésima, o el metro cuadrado (m²) con aproximación a la décima, cuando se trate de intervenciones en áreas específicas o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio, según el caso.

Pago

El Pago de los trabajos descritos se hará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro lineal, con aproximación a la centésima, de fisura y/o grieta sellada

Parchado de Slurry Seal(Bacheo Superficial)

Generalidades

El Bacheo Superficial consiste en la reparación de baches, entendidos éstos como las desintegraciones parciales de la superficie de rodadura en forma de hueco, cuya reparación se conoce como bacheo. Generalmente tienen su origen en mezclas mal dosificadas o con compactación insuficiente. Esta actividad es una de las más difundidas técnicamente en la conservación de superficies de rodaduras. El Bacheo Superficial comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del Slurry Seal que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas de suelos.

El objetivo del Bacheo Superficial es recuperar las condiciones para una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento.

La actividad de Bacheo Superficial debe ser realizada en el menor tiempo posible después de que los baches se han desarrollado y su aparición es visible en el pavimento. Lo anterior requiere de inspecciones permanentes de la calzada, con el fin de identificar su presencia con la mayor prontitud después de su aparición. Especial atención se debe tener antes de las estaciones o períodos de lluvia.

Materiales

Los materiales a utilizar para la ejecución de esta actividad será la mezcla de slurry Seal.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos del Bacheo Superficial es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.

3. Identificar las áreas deterioradas y proceder a delimitarlas con pintura dándoles forma rectangular o cuadrada con sus lados paralelos y perpendiculares al eje de la calzada y deben cubrir unos 30 cm de superficie circundante en buen estado.
4. Tomar fotografías de los casos más relevantes y/o representativos en la situación inicial y en las posteriores actividades de avance.
5. Elaborar el programa detallado del trabajo para el bacheo superficial y distribuir el personal a emplear.
6. Ejecutar las acciones de bacheo manual.
 - 6.1 Bacheo Manual. Se refiere al procedimiento tradicional, consistente en la remoción manual de la zona deteriorada, la limpieza de las paredes resultantes, luego la colocación del slurry Seal
7. Hacer la limpieza general del sitio de trabajo y los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a los depósitos de excedentes autorizados por la Supervisión.
8. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
9. Tomar fotografías de casos sobresalientes y/o representativos de la situación final.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado el Bacheo Superficial a satisfacción, cumpliendo la presente especificación y demás requerimientos técnicos especificados.

Medición

La unidad de medida de esta actividad es: metro cuadrado (m²)

Pago

El Pago de los trabajos descritos se hará de acuerdo al precio unitario del contrato por metro cuadrado de pavimento reparado o por el cumplimiento del Indicador de Conservación o del Indicador de Nivel de Servicio.

Recapeo con Slurry Seal

Generalidades

La actividad de Colocación de Recapeo con slurry Seal consiste en la puesta de una sobrecapa de mezcla sobre la superficie de rodadura previo el tratamiento de los daños puntuales presentes.

El objetivo de la colocación de recapeo es recuperar las condiciones iniciales de la superficie de rodadura para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía.

El espesor de recapeo será como máximo 1cm dependiendo de la evaluación superficial.

Materiales

Los materiales a utilizar será esencialmente la mezcla de Slurry Seal.

Equipos y Herramientas

Los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad son los indicados en las Secciones 402 Riego de Liga y 410 Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras-EG-2000. En general son: fresadora, cargador, camiones volquetes, barredora mecánica, compresor, entendedora de mezcla asfáltica caliente o pavimentadora y compactador vibratorio. Además, se debe contar con una cámara fotográfica para llevar el registro de las actividades principales y/o representativas que fueron realizadas.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento general a seguir para la ejecución de los trabajos de colocación de los recapeo es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
3. Identificar las zonas a intervenir y proceder a delimitarlas para el trabajo diario, de acuerdo con lo indicado en el Expediente Técnico elaborado previamente.

4. Tomar fotografías de los casos más relevantes y/o representativos en la situación inicial y en las posteriores actividades de avance.
5. Elaborar el programa detallado del trabajo para el recapeo y distribuir el personal a emplear.
6. Preparar la superficie para aplicar el recapeo asfáltico haciendo bacheo y sellos de fisuras y grietas, si es del caso, y efectuar la limpieza de la superficie a recaptar.
7. Verificar que las condiciones climáticas sean favorables, sin lluvias durante todo el proceso. Asimismo, verificar las condiciones de los equipos para lograr eficiencia y eficacia en su utilización.
8. Ejecutar la colocación del recapeo con la extendedora de mezcla asfáltica o máquina pavimentadora.
Los procedimientos que se utilicen para realizar estos trabajos no deberán afectar, en forma alguna, otras áreas del pavimento, de las bermas y demás elementos de la vía no incluidos en el trabajo; cualquier daño deberá ser reparado por el Contratista como parte de esta actividad.
9. Hacer la limpieza general del sitio de trabajo y los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a los depósitos de excedentes autorizados por la Supervisión.
10. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
11. Tomar fotografías de casos sobresalientes y/o representativos de la situación final.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado la Colocación del Recapeo de slurry Seal a satisfacción, cumpliendo la presente especificación y demás requerimientos técnicos especificados.

Medición

La unidad de medida de esta actividad es: metro cuadrado (m²) con aproximación al número entero, de área de pavimento reparada con recapeo asfáltico, bajo cualquier técnica de aplicación o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio, según el caso.

Conclusiones

1. La evaluación económica a precios sociales muestra que la mejor alternativa beneficio costo es la alternativa 1, con un VAN equivalente a S/. 20,347 nuevos soles monto superior con respecto a las a demás alternativas. Además los cálculos realizados indican que la alternativa seleccionada tiene una mayor TIR.
2. El análisis de sensibilidad ha determinado que con diversos cambios tanto en los costos de inversión y beneficios, la alternativa seleccionada sigue siendo más rentable que las otras 2 alternativas.
3. De conformidad con los resultados del diseño, de las consideraciones indicadas y la capacidad de soporte de la subrasante, se propone la siguiente estructura de pavimento.

| ESTRUCTURA | TRAMO I |
|--------------------------|-----------------|
| SLURRY SEAL | 1.0 cm. |
| BASE ESTABILIZADA | 7.5 cm. |
| BASE GRANULAR | 10.0 cm. |

4. El mantenimiento rutinario usado oportunamente da como resultado un mantenimiento periódico más económico.
5. Los resultados de los informes del monitoreo de la superficie de rodadura determinara el inicio del mantenimiento periódico cuando sea oportuno y adecuado, ya que estos nos evitara gastos como el que puede originar el reconstruir una carretera.
6. Una adecuada política de mantenimiento evitara el deterioro prematuro de la superficie de rodadura de una carreta lo cual trae beneficios para los usuarios; esto último es muy importante para nuestro país donde los recursos económicos son escasos y muchas veces no se logran conseguir.

Recomendaciones

1. La capa de Base Estabilizada será conformada con empleo de equipo pavimentador, el cual proporcionara una distribución uniforme, reduciendo las irregularidades y mejorando el acabado final
2. Se debe de implementar un programa para difundir la importancia de la conservación vial, tanto entre las autoridades como en la población en general, a fin que se tome conciencia de que es más económico conservar que reconstruir una carretera.
3. Se deberá prever oportunamente la asignación de recursos a fin de poder implementar un buen plan de conservación y seguridad vial para la carreta.
4. Mediante un plan de monitoreo se podrá inspeccionar periódicamente el estado de las obras y así se podrá obtener información verdadera del comportamiento de la superficie de rodadura.
5. El trabajo de mantenimiento rutinario y periódico, cuando tenga que realizarse se deberá realizar en un solo carril a fin de que no se interrumpa la circulación de los vehículos.

BIBLIOGRAFIA

1. ASESА, “**Conservación y Rehabilitación de Estructura de Pavimento**”, Concesionaria Española S.A, Barcelona, 1983
2. Asphalt Institute, “**Manual Básico de Emulsiones Asfálticas**”, Kansas-USA, 2008.
3. CEPAL, “**Un Nuevo Enfoque para la Gestión y Conservación de las Redes Viales**”, México 1994
4. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, MTC, **Manual Técnico de Mantenimiento Periódico Para la Red Vial Departamental**, Provias Departamental , Lima 2006
5. Garber Lester Nicolás J., “**Ingeniería de Transito y Carreteras**”, 3ra edición Ed. Thomson, Madrid España,1998
6. International Slurry Surfacing Association, “**Technical bulletins N°34**” Maryland, Estados Unidos. 2005
7. MTC, **Manual de Conservación de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**, Lima –Perú, 2008.
8. MTC, **Manual de diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito**, Lima – Perú, Marzo 2008

ANEXOS

Anexo I: Datos para el Perfil

| VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|------|---------------|--------------|-------------|-------|--------------|---------------|---|---------------|---------------|-------|--------|
| Código de Estación : E 4 Estación : Dv. YAUYOS Año : 2008 | | | | | | | | | Ubicación : Km. 127+400 Salida de Magdalena Fecha : Abr-08 | | | | |
| Fecha | Sentido | Auto | Station Wagon | Camta pik up | Camta Rural | Micro | Omnib 2 Ejes | Omnib +2 Ejes | Camión 2 Ejes | Camión 3 Ejes | Camión 4 Ejes | TOTAL | % |
| Lunes | Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 7 | 0 | 22 | 59.5% |
| | Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 5 | 0 | 15 | 40.5% |
| | Ambos | 1 | 0 | 10 | 2 | 0 | 6 | 0 | 6 | 12 | 0 | 37 | 100.0% |
| Martes | Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa | 0 | 1 | 8 | 1 | 0 | 5 | 0 | 4 | 8 | 0 | 27 | 57.4% |
| | Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga | 0 | 1 | 8 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 5 | 0 | 20 | 42.6% |
| | Ambos | 0 | 2 | 16 | 1 | 0 | 8 | 0 | 7 | 13 | 0 | 47 | 100.0% |
| Miercoles | Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa | 0 | 0 | 14 | 2 | 0 | 3 | 0 | 2 | 8 | 0 | 29 | 50.9% |
| | Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga | 2 | 2 | 8 | 3 | 0 | 4 | 0 | 6 | 3 | 0 | 28 | 49.1% |
| | Ambos | 2 | 2 | 22 | 5 | 0 | 7 | 0 | 8 | 11 | 0 | 57 | 100.0% |
| Jueves | Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa | 2 | 0 | 10 | 1 | 1 | 4 | 0 | 5 | 6 | 0 | 29 | 35.4% |
| | Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga | 1 | 1 | 18 | 6 | 1 | 4 | 0 | 14 | 8 | 0 | 53 | 64.6% |
| | Ambos | 3 | 1 | 28 | 7 | 2 | 8 | 0 | 19 | 14 | 0 | 82 | 100.0% |
| Viernes | Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 6 | 0 | 26 | 49.1% |
| | Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga | 1 | 0 | 16 | 1 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 0 | 27 | 50.9% |
| | Ambos | 1 | 0 | 26 | 1 | 0 | 8 | 0 | 10 | 7 | 0 | 53 | 100.0% |
| Sábado | Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa | 0 | 2 | 5 | 5 | 0 | 4 | 0 | 4 | 8 | 0 | 28 | 59.6% |
| | Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | 0 | 5 | 5 | 0 | 19 | 40.4% |
| | Ambos | 1 | 2 | 9 | 6 | 0 | 7 | 0 | 9 | 13 | 0 | 47 | 100.0% |
| Domingo | Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa | 1 | 1 | 5 | 1 | 0 | 6 | 0 | 6 | 5 | 0 | 25 | 53.2% |
| | Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 | 5 | 0 | 2 | 5 | 0 | 22 | 46.8% |
| | Ambos | 3 | 3 | 8 | 4 | 0 | 11 | 0 | 8 | 10 | 0 | 47 | 100.0% |
| Total | Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa | 3 | 4 | 59 | 12 | 1 | 29 | 0 | 30 | 48 | 0 | 186 | 50.3% |
| | Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga | 8 | 6 | 60 | 14 | 1 | 26 | 0 | 37 | 32 | 0 | 184 | 49.7% |
| | Ambos | 11 | 10 | 119 | 26 | 2 | 55 | 0 | 67 | 80 | 0 | 370 | 100.0% |
| IMD | | 2 | 1 | 17 | 4 | 0 | 8 | 0 | 10 | 11 | 0 | 53 | |

Tasas de crecimiento

PBI: Escenario optimista

| ITEM | AÑO | LIMA |
|-----------------|------|-------------|
| 0 | 2009 | 4.20 |
| 1 | 2010 | 4.20 |
| 2 | 2011 | 4.30 |
| 3 | 2012 | 4.10 |
| 4 | 2013 | 4.20 |
| 5 | 2014 | 4.20 |
| 6 | 2015 | 4.20 |
| 7 | 2016 | 4.30 |
| PROMEDIO | | 4.21 |

Fuente: Estudio MEF 2003-2020, PBI escenario optimista

Crecimiento Poblacional

| ITEM | AÑO | LIMA | YAUYS |
|-----------------|------|-------------|-------------|
| 0 | 2009 | 1.4 | 1.4 |
| 1 | 2010 | 1.4 | 1.4 |
| 2 | 2011 | 1.4 | 1.4 |
| 3 | 2012 | 1.4 | 1.4 |
| 4 | 2013 | 1.4 | 1.4 |
| 5 | 2014 | 1.2 | 1.2 |
| 6 | 2015 | 1.2 | 1.2 |
| 7 | 2016 | 1.2 | 1.2 |
| PROMEDIO | | 1.33 | 1.33 |

Fuente: Plan Intermodal de Transporte del Perú 2004-2023, Apéndice 4.3: Tasa de crecimiento poblacional proyectado

Anexo 03:

PANEL FOTOGRAFICO.-



FOTOGRAFIA N°1

Observamos la alteración de la vegetación, la estructura paisajística, efectos en la salud y la seguridad vial.

FOTOGRAFIA N°2

Observamos Inestabilidad de taludes y
Posible erosión,



FOTOGRAFIA N°4

Se observa canales de riego que los pobladores de la zona emplean para sus cultivos.

Estos canales de riego tiene un impacto negativo en la carretera debido a las filtraciones.



FOTOGRAFIA N°5

Pueblo de Huallampi (Km 77+100)

Ubicado en una zona de inyección de huaycos, según los pobladores, en épocas de lluvias se observa algunos desplazamientos (sismo 2007). Se observa posible afectación de viviendas y vida humana.



FOTOGRAFIA N°7

Filtración de aguas de canales de regadío ocasionando inestabilidad de taludes y de esta manera causa deterioro en la plataforma de la carretera.

FOTOGRAFIA N°8

Alteración de la calidad del aire por la cantidad de gases y emisión de ondas sonoras.



Anexo II Datos de Diseño



CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS



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:

En este sector se tiene áreas de cultivo a ambos lados de la vía, encontrándose en su gran mayoría sobre la plataforma vial.

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

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

Desde el km 63+650 al km 66+600, la plataforma vial también se encuentra rodeada por áreas de cultivo. A partir del km 66+600 el panorama es desértico y transcurre a media ladera por la quebrada, observándose en los taludes sectores con material aluvional, terrazas de depósitos fluviales y cortes en rocas macizas.

VALOR DE SOPORTE DEL TERRENO DE FUNDACIÓN (CBR)

Para la determinación de la Capacidad de Soporte (CBR), se ha tomado la información contenida en el estudio de Factibilidad del Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Lunahuana- Dv.Yauyos- Chupaca, los cuales presentan los siguientes valores:

| SUBSECTOR (km – km) | CBR (%) al 95% de MDS | CALIFICACIÓN |
|---------------------|-----------------------|--------------|
| 57+450 – 130+000 | 20 | Regular |
| 130+000 – 220+000 | 18 | Regular |
| 220+000 – 240+000 | 5 | Malo |
| 240+000 – 248+000 | 15 | Regular |
| 248+000 - 258+000 | 4 | Malo |

Datos del Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Tránsito (demanda)

En el funcionamiento estructural de las capas de la estructura del pavimento influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el periodo de diseño, incluido las cargas por eje y la presión de los neumáticos.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA), requiere ser expresado en términos de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

El tránsito para diseño de pavimentos ha sido clasificado en rangos de número de repeticiones de ejes equivalentes, tal como se indica en el acápite 5.6.1.

El volumen existente en el tramo, IMDA considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Este volumen de demanda tiene una composición de distintos tipos de vehículos, según los diversos tramos viales.

El carril de diseño del pavimento de una carretera de dos carriles, considerará solo el 50% del IMDA.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a) Identificación de “sub. tramos homogéneos” de la demanda, en la ruta del estudio.

b) Conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+sábado+domingo), como mínimo, en una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Asimismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuará un censo de carga vehicular durante 2 días consecutivos.

c) El estudio podrá ser complementado con información, de variaciones mensuales, proveniente de estaciones de conteo permanente del MTC, cercanas al tramo en estudio, que permita el cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA).

d) Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

e) Para el cálculo de los EE, se puede tomar el criterio simplificado de la metodología AASHTO, aplicando las siguientes relaciones para vehículos pesados, buses y camiones:

| Tipo de Eje | Eje Equivalente ($EE_{8.2 \text{ tn}}$) |
|------------------------------------|--|
| Eje Simple de ruedas simples | $EE_{S1} = [P / 6.6]^4$ |
| Eje Simple de ruedas dobles | $EE_{S2} = [P / 8.2]^4$ |
| Eje Tandem de ruedas dobles | $EE_{TA} = [P / 15.1]^4$ |
| Ejes Tridem de ruedas dobles | $EE_{TR} = [P / 22.9]^4$ |
| P = peso real por eje en toneladas | |

También se considerará un factor de ajuste por presión de neumáticos, para computar el efecto adicional de deterioro que producen las altas presiones de los neumáticos en el deterioro del pavimento.

La determinación del EE por tipo de vehículo pesado, camiones y buses, resulta de la suma de EE por tipo de eje, para cada vehículo específico por ejemplo:

| FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA LEGAL POR EJE Y VEHICULO | | | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------|---------------|--------|---------|--------|-------|
| SIMBOLO | DIAGRAMA | DESCRIPCION | EJE DELANTERO | EJE POSTERIOR | | | | TOTAL |
| | | | | 1er EJE | 2º EJE | 3er EJE | 4º EJE | |
| C2 |  | Carga (tn) | 7 | 11 | | | | 18 |
| | | F.EE. | 1.265 | 3.238 | | | | 4.504 |
| C3 |  | Carga (tn) | 7 | 18 | | | | 25 |
| | | F.EE. | 1.265 | 2.019 | | | | 3.285 |
| 2S1 |  | Carga (tn) | 7 | 11 | 11 | | | 29 |
| | | F.EE. | 1.265 | 3.238 | 3.238 | | | 7.742 |
| 2S2 |  | Carga (tn) | 7 | 11 | 18 | | | 36 |
| | | F.EE. | 1.265 | 3.238 | 2.019 | | | 6.523 |
| 2S3 |  | Carga (tn) | 7 | 11 | 25 | | | 43 |
| | | F.EE. | 1.265 | 3.238 | 1.420 | | | 5.924 |
| B2 |  | Carga (tn) | 7 | 11 | | | | 18 |
| | | F.EE. | 1.265 | 3.238 | | | | 4.504 |
| B3 |  | Carga (tn) | 7 | 18 | | | | 25 |
| | | F.EE. | 1.265 | 2.019 | | | | 3.285 |

f) En caso de no contar con información censal de pesos por eje o que la muestra no contemple los vehículos pesados proyectados, se recomienda la siguiente relación de EE por tipo de vehículo pesado, los mismos que corresponden a promedios estadísticos de registros en la Carretera Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE):

| Clase de Vehículo | Eje Equivalente (EE _{8.2 tn}) |
|------------------------------|---|
| Bus (de 2 o 3 ejes) | 1.850 |
| Camión ligero (2 ejes) | 1.150 |
| Camión mediano (2 ejes) | 2.750 |
| Camión pesado (3 ejes) | 2.000 |
| Camión Articulado (> 3 ejes) | 4.350 |
| Auto o vehículo ligero | 0.0001 |

g) Para el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo. El resultado final será la sumatoria de los tipos de vehículos considerados:

| CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUBRASANTE | | | | | |
|---|-----------|---------------|----------------|-----------------|-----------|
| TIPO DE SUBRASANTE | Muy Pobre | Pobre | Regular | Buena | Muy Buena |
| CLASE TRANSITO | CBR ≤ 3% | 3% < CBR ≤ 5% | 5% < CBR ≤ 10% | 10% < CBR ≤ 20% | CBR ≥ 20% |
| T1 50,000 < Rep. EE ≤ 150,000 | 2.890 | 2.510 | 1.950 | 1.830 | 1.680 |
| T2 150,000 < Rep. EE ≤ 300,000 | 3.330 | 2.900 | 2.280 | 2.140 | 1.980 |
| T3 300,000 < Rep. EE ≤ 600,000 | 3.750 | 3.280 | 2.590 | 2.450 | 2.260 |
| T4 600,000 < Rep. EE ≤ 1'000,000 | 4.120 | 3.620 | 2.870 | 2.720 | 2.520 |

* Rep. EE= Repeticiones de ejes equivalentes

Para convertir el SN a espesores de capas, se utilizan los coeficientes estructurales que representan los aportes de las distintas capas de la estructura del pavimento.

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única. Modificando las combinaciones de espesores de cada capa, respetando los tipos de superficie de rodadura y espesores mínimos de las capas granulares, puede obtenerse un mismo número estructural al de diseño.

En el caso de las capas granulares es deseable, que la capa superior tenga siempre mayor capacidad estructural que la inferior. Esto es, la Base granular tendrá mayor aporte que la Sub base y ésta que la Subrasante.

| APORTE ESTRUCTURAL DE LAS CAPAS COMPONENTES DEL PAVIMENTO | |
|---|--------------------|
| Capa del Pavimento | Aporte Estructural |
| Capa 1 – Superficie de Rodadura | |
| Carpeta concreto asfáltico tipo superior – Alta estabilidad | 0.170/cm |
| Mezcla asfáltica en frío, con asfalto emulsionado | 0.100/cm |
| Tratamientos superficiales | --- |
| Capa 2 – Bases | |
| Base granular, CBR 80% compactada al 100% de los MDS | 0.052/cm |
| Base granular, CBR 100% compactada al 100% de la MDS | 0.056/cm |
| Base granular tratada con asfalto | 0.135/cm |
| Base granular tratada con cemento | 0.120/cm |
| Base granular tratada con cal | 0.060 – 0.120/cm |
| Capa 3 – Sub Bases | |
| Sub Base granular, CBR 25% compactada al 100% de la MDS | 0.039/cm |
| Sub Base granular, CBR 30% compactada al 100% de la MDS | 0.043/cm |
| Sub Base granular, CBR 40% compactada al 100% de la MDS | 0.047/cm |
| Sub Base granular, CBR 60% compactada al 100% de la MDS | 0.050/cm |

El diseñador del pavimento puede plantear diferentes alternativas de pavimentación, incluyendo la ejecución por etapas, para lo cual utilizará diferentes aportes estructurales y espesores de cada capa del pavimento, hasta obtener el número estructural requerido. La estructura de pavimento que adopte el diseñador debe ser la alternativa evaluada como la más económica durante el periodo de diseño.

Coeficientes de Drenaje de las Capas Granulares

| Condición del Drenaje | Porcentaje del tiempo que la Estructura del Pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación | | | |
|-----------------------|---|-------------|-------------|------------|
| | Menos de 1% | 1 - 5% | 5 - 25% | Más de 25% |
| Excelente | 1.40 - 1.35 | 1.35 - 1.30 | 1.30 - 1.20 | 1.20 |
| Bueno | 1.35 - 1.25 | 1.25 - 1.15 | 1.15 - 1.00 | 1.00 |
| Regular | 1.25 - 1.15 | 1.15 - 1.05 | 1.00 - 0.80 | 0.80 |
| Pobre | 1.15 - 1.05 | 1.05 - 0.80 | 0.80 - 0.60 | 0.60 |
| Muy Pobre | 1.05 - 0.95 | 0.95 - 0.75 | 0.75 - 0.40 | 0.40 |

En los tramos con Tratamiento Superficial Bicapa (TSB), que presenten sectores con pendientes mayores a 7% o que presenten sectores muy sinuosos, en vez de TSB se colocará una carpeta asfáltica en frío con asfalto emulsionado, de espesor mínimo 3.0cm, u otra solución adecuada.

En zonas lluviosas o de climas fríos y húmedos, se recomienda pavimentar las bermas, con el mismo material de la capa de rodadura o en todo caso con un tratamiento superficial bichaba, recomendándose las gradaciones A y C de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras – EG-2000.