

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



**MONITOREO DE LA SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE-YAUYOS DEL Km. 59+000 AL Km. 64+000
SUPERFICIE DE RODADURA**

**INFORME DE SUFICIENCIA
Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

CHARLES ROBERT, BALBOA ALARCON

Lima- Perú

2009

A Dios, por el camino recorrido.

A mi hijo, por ser mi fuerza y templanza.

A mis padres, por su amor y apoyo.

A mi esposa amiga fiel y sincera.

Y en especial los Profesores de la Facultad,
por compartir con nosotros conocimientos y

lecciones todos estos años

a todos ellos infinitas gracias

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 3 |
| LISTA DE CUADROS | 4 |
| LISTA DE FIGURAS | 5 |
| LISTA DE SIMBOLOS | 6 |
| INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| CAPITULO 1 RESUMEN DEL PERFIL | |
| 1.1 ASPECTOS GENERALES | 8 |
| 1.1.1 PARTICIPACION DE LAS IDENTIDADES INVOLUCRADAS Y DE LOS BENEFICIARIOS | 8 |
| 1.1.2 MARCO DE REFERENCIA..... | 8 |
| 1.2 IDENTIFICACIÓN..... | 9 |
| 1.2.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL | 9 |
| 1.2.2 DEFINICION DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS | 10 |
| 1.2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO | 10 |
| 1.2.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCION..... | 11 |
| 1.3 FORMULACIÓN Y EVALUACION | 12 |
| 1.4 CONCLUSIONES | 15 |
| CAPITULO 2 PAVIMENTOS | |
| 2.1 PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO | 16 |
| 2.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO..... | 16 |
| 2.2.1 DEMANDA..... | 16 |
| 2.2.2 CATALOGO ESTRUCTURAL DEPAVIMENTOS..... | 18 |
| 2.3 FACTORES A CONSIDERARSE EN TRAMOS CURVOS | 24 |
| 2.3.1 DETERIORO DE BORDES EN TRAMOS CURVOS..... | 24 |
| 2.3.2 SOLUCION PROPUESTA | 25 |
| 2.3.3 FUNDAMENTO DEL CALCULO | 26 |
| CAPITULO 3 MEMORIAS DESCRIPTIVA, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO | |
| 3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA..... | 30 |
| 3.1.1 ANTECEDENTES..... | 30 |

| | |
|---|----|
| 3.1.2 OBJETIVO | 30 |
| 3.1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO..... | 30 |
| 3.1.4 ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA..... | 30 |
| 3.1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... | 30 |
| 3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS | 31 |
| 3.2.1 TRABAJOS PRELIMINARES..... | 31 |
| 3.2.2 TRANSPORTES | 35 |
| 3.2.3 PAVIMENTOS..... | 35 |
| 3.3 PRESUPUESTO | 55 |
| 3.3.1 PRESUPUESTO DE OBRA | 55 |
| 3.3.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS..... | 55 |
| | |
| CAPITULO 4 CONSERVACION DE LA VIA | |
| 4.1 CONCEPTO DE CONSERVACION DE LA VIA | 56 |
| 4.2 OBJETIVOS | 57 |
| 4.3 DEFINICIONES DE TIPO DE CONSERVACION VIAL | 58 |
| 4.4 CONSERVACION RUTINARIA | 60 |
| 4.4.1 LIMPIEZA GENERAL | 60 |
| 4.4.2 TRATAMIENTO DE FISURAS | 61 |
| 4.4.3 TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE | 62 |
| 4.4.4 BACHEO DE CALZADA Y BERMAS | 63 |
| 4.5 CONSERVACION PERIODICA | 64 |
| 4.5 TRABAJOS DE EMERGENCIA..... | 64 |
| | |
| CONCLUSIONES | 67 |
| RECOMENDACIONES | 69 |
| BIBLIOGRAFÍA | 70 |
| | |
| ANEXOS | |
| ANEXO 1: PLANILLA DE METRADOS | 71 |
| ANEXO 2: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS..... | 72 |
| ANEXO 3: COMPARACION DE COSTOS | 86 |
| ANEXO 4: COMPARACION DE NUMEROS ESTRUCTURALES | 87 |

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia, lleva por título "MONITOREO DE LA SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS DEL Km. 59+000 AL Km. 64+000 – SUPERFICIE DE RODADURA", a modo de resumen se describen los capítulos:

Capítulo 1 - Resumen del perfil, donde se extrae los datos más importantes del estudio de perfil como son: el tramo de estudio de 5 km, el horizonte del proyecto de 7 años, el estado inicial de la vía como trocha, la alternativa ganadora que es la superficie rodadura con Slurry Seal por ser la más rentable.

Capítulo 2 - Pavimentos, donde se diseña la estructura de pavimento con la metodología AASHTO 1993, según las cargas de diseño proyectadas para 7 años. En este diseño se obtiene 20 cm de base granular, 5cm de base estabilizada y la superficie de rodadura Slurry Seal que no se considera como aporte estructural.

Capítulo 3 - Memoria descriptiva, especificaciones técnicas y presupuesto, siendo la memoria descriptiva y especificaciones referidas a la etapa de construcción. En cuanto al presupuesto se detalla las dos etapas de construcción y conservación. Los montos a costo directo para la partida de pavimentos es: S/. 1,050,000 para la construcción, S/. 65,000 miles/año para la conservación rutinaria y S/. 365,000 para la conservación periódica

Capítulo 4 - Conservación de la vía, En cuanto a la conservación Rutinaria se describen las actividades, las causas por las que se realizan estas actividades, el pronóstico en caso de no realizarse las partidas y la descripción del personal necesario. Para conservación periódica se agregara una capa adicional de Slurry Seal luego de 3 años de iniciado el uso de la vía

Desarrollados los capítulos se realizó las conclusiones y recomendaciones que aportaran a la conservación de la vía en estudio

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro N° 1.1 – VAN Slurry Seal | 12 |
| Cuadro N° 1.2 – VAN TSB..... | 13 |
| Cuadro N° 1.3 – VAN Asfalto..... | 13 |
| Cuadro N° 1.4 – Comparación de alternativas | 14 |
| Cuadro N° 2.1 – Ejes equivalentes por tipo de eje..... | 17 |
| Cuadro N° 2.2 – Ejes equivalentes por tipo de vehículo | 17 |
| Cuadro N° 2.3 – Numero de ejes equivalentes por día | 18 |
| Cuadro N° 2.4 – Catalogo de SN requeridos por tipo de tráfico y Subrasante .. | 20 |
| Cuadro N° 2.5 – Aporte estructural de las capas componentes del pavimento . | 22 |
| Cuadro N° 2.6 – Condiciones de drenaje..... | 22 |
| Cuadro N° 2.7 – Coeficientes de drenaje por capa del pavimento..... | 23 |
| Cuadro N° 3.1 – Requerimientos granulométricos de base granular..... | 39 |
| Cuadro N° 3.2 – Requerimientos agregado grueso..... | 40 |
| Cuadro N° 3.3 – Requerimientos agregado fino | 40 |
| Cuadro N° 3.4 – Gradaciones de agregados pétreos | 46 |
| Cuadro N° 3.5 – Absorción admisible por tránsito de vehículos..... | 47 |
| Cuadro N° 3.6 – Composición de la lechada..... | 48 |
| Cuadro N° 4.1 – Partidas mantenimiento rutinario..... | 76 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N° 1.1 – Arbol de causa y efectos..... | 10 |
| Figura N° 1.2 – Arbol de medios y fines..... | 11 |
| Figura N° 2.1 – Estructura de pavimento propuesto | 10 |
| Figura N° 2.2 – Borde destruido por paso de camiones..... | 24 |
| Figura N° 2.3 – Destrucción de borde reduce ancho de calzada | 25 |
| Figura N° 2.4 – Sección viga sardinel | 25 |
| Figura N° 2.5 – Camión de diseño HL-93 | 26 |
| Figura N° 2.6 – Distribución de carga a lo largo de la viga..... | 26 |
| Figura N° 2.7 – Diagrama de momentos máximos..... | 27 |
| Figura N° 2.8 – Diagrama fuerzas contantes máximas..... | 28 |
| Figura N° 3.1 – Mezcla para base estabilizada | 43 |
| Figura N° 4.1 – Hundimiento de borde de calzada | 58 |
| Figura N° 4.2 – Fisuras longitudinales | 59 |
| Figura N° C-1 – Pavimento existente y propuesto | 67 |
| Figura N° R-1 – Superposición de carriles en la calzada | 68 |
| Figura N° R-2 – Señalización de máxima velocidad | 69 |

LISTA DE SIMBOLOS

| | |
|--------------|--|
| AASHTO | American Association of State Highway and Transportation Officials |
| MTC | Ministerio de Transportes y Comunicaciones |
| TSB | Tratamiento Superficial Bicapa |
| VAN | Valor Actual Neto |
| TIR | Tasa Interna de Retorno |
| B/C | Beneficio / Costo |
| EE | Eje Equivalente |
| R | Confiability |
| PSI | Índice de Serviciabilidad Presente |
| M_R | Módulo Resiliente |
| CBR | California Bearing Ratio |
| SN | Número Estructural |
| Z_R | Desviación Estándar Normal |
| W_{18} | Número estimado de ejes simples equivalentes a 8.2tn. |
| S_o | Error estándar |
| ΔPSI | Diferencia de serviciabilidad |
| a_i | Coefficiente estructural de la capa "i" |
| D_i | Espesor de la capa "i" |
| m_i | Coefficiente de drenaje de la capa gradual "i" |

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia, titulado "MONITOREO DE LA SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS DEL Km. 59+000 AL Km. 64+000, propone como alternativa de solución al problema central identificado en el estudio de Perfil, el mismo que ha sido desarrollado en forma grupal durante el programa de titulación. El estudio básico de ingeniería desarrollado en el presente informe, surge como propuesta para definir una estructura de pavimento con una superficie de rodadura Slurry Seal, ya que esta es una característica técnica de la alternativa seleccionada en el estudio de perfil.

El desarrollo del presente informe tiene como objetivo específico diseñar una estructura de pavimento capaz de atender satisfactoriamente las solicitudes de tránsito actuales y conservarlo en proyecciones hacia un horizonte de 7 años.

En el primer capítulo se presenta el Resumen del Estudio de Perfil, en el que se han descrito los aspectos generales, la identificación, la formulación y evaluación del proyecto.

El segundo capítulo contiene conceptos básicos de pavimentos, la descripción de la metodología AASHTO 1993 para el diseño de pavimentos y el cálculo del diseño de una estructura de pavimento para el proyecto en estudio.

En el tercer capítulo se ha desarrollado la memoria descriptiva, especificaciones técnicas y presupuesto del proyecto en estudio y está referido sólo a las actividades necesarias para la construcción y conservación de la estructura de pavimento.

En el cuarto capítulo se desarrollan los temas de conservación Rutinaria y periódica para la conservación de la vía.

CAPÍTULO 1: RESUMEN DEL PERFIL

1.1 ASPECTOS GENERALES

Nombre del proyecto:

MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS
DEL KM 59+000 AL KM 64+000

1.1.1 Participación de las entidades involucradas y de los beneficiarios

La participación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de PROVIAS NACIONAL, encarga a la Universidad Nacional de Ingeniería, a través de la Facultad de Ingeniería Civil, la formulación, evaluación y monitoreo del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cañete – Yauyos.

Se tiene entonces como unidad formuladora y ejecutora PROVIAS NACIONAL y a los principales beneficiarios del proyecto a los centros poblados ubicados dentro del área de influencia del proyecto, tales como: Lunahuana, Pacarán, Zúñiga, Machuranga, Calochota, Magdalena, Yauyos, etc.

1.1.2 Marco de referencia

En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargó al consultor Ing. Floriano Palacios León, (Contrato de Estudios N° 0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003) la elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca de 245.15 km de longitud aproximadamente, que está ubicada en los Departamentos de Lima y Junín; la vía forma parte de la Ruta 22 (Transversal) de la Red Vial Nacional, obteniéndose la aprobación mediante Resolución Directoral N° 815-2004-MTC/20 del 22.11.2004.

En la Oficina de PROINVERSION existe el “Estudio de Ingeniería e Impacto Ambiental para la Ampliación, Construcción y Conservación de la Carretera

Lunahuaná – Huancayo (Progresiva 42+480 – 285+900), elaborado por el Consultor AYESA – ALPHA CONSULT en el año 1998 y consta de 13 tomos. El Estudio fue contratado por PROMCEPRI (Comisión de Promoción de Concesiones Privadas).

Por otro lado la Facultad de Ingeniería Civil, ha suscrito un Convenio con Provias Nacional para efectuar el monitoreo de las labores de conservación vial que se realizan en la CARRETERA CAÑETE –YAUYOS – HUANCAYO, ubicada en los departamentos de Lima y Junín, con una longitud estimada de 300 Km

Considerando que las tareas asignadas a la FIC pueden servir de marco de trabajo de los programas de Titulación Profesional, se han desarrollado anteriores cursos de titulación obteniéndose resultados muy satisfactorios en cuanto al logro de alumnos graduados.

1.2 IDENTIFICACIÓN

1.2.1 Diagnostico de la situación actual

El diagnostico comprende desde el Km 59+000 al Km 64+000, este tramo presenta una superficie de rodadura de trocha en mal estado el cual se encuentra afectado por falta de mantenimiento oportuno lo que está ocasionando un deterioro acelerado de la vía así como la falta de un adecuado sistema de drenaje.

La vía presenta también problemas de ancho de plataforma de rodadura con curvas de radios menores al mínimo establecidos en el “Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito” del MTC, taludes inestables, entre otros que están comprometiendo y deteriorando la estabilidad de la vía y en consecuencia pelagra la seguridad de transporte de pasajeros y de carga especialmente en épocas de lluvia.

De otro lado se ha observado que el flujo vehicular es de IMD de 49 siendo el tráfico ligero 57% y pesado 43%.

Se ha registrado y evaluado en el trabajo de campo realizado 21 obras de drenaje transversal en 20 alcantarillas precarias y una de TMC 24” y a lo largo del tramo canales de riego.

Además la distribución del sistema de riego que se encuentra al borde de la calzada origina pequeños cursos de agua que cruzan la vía, deteriorándola en algunos sectores.

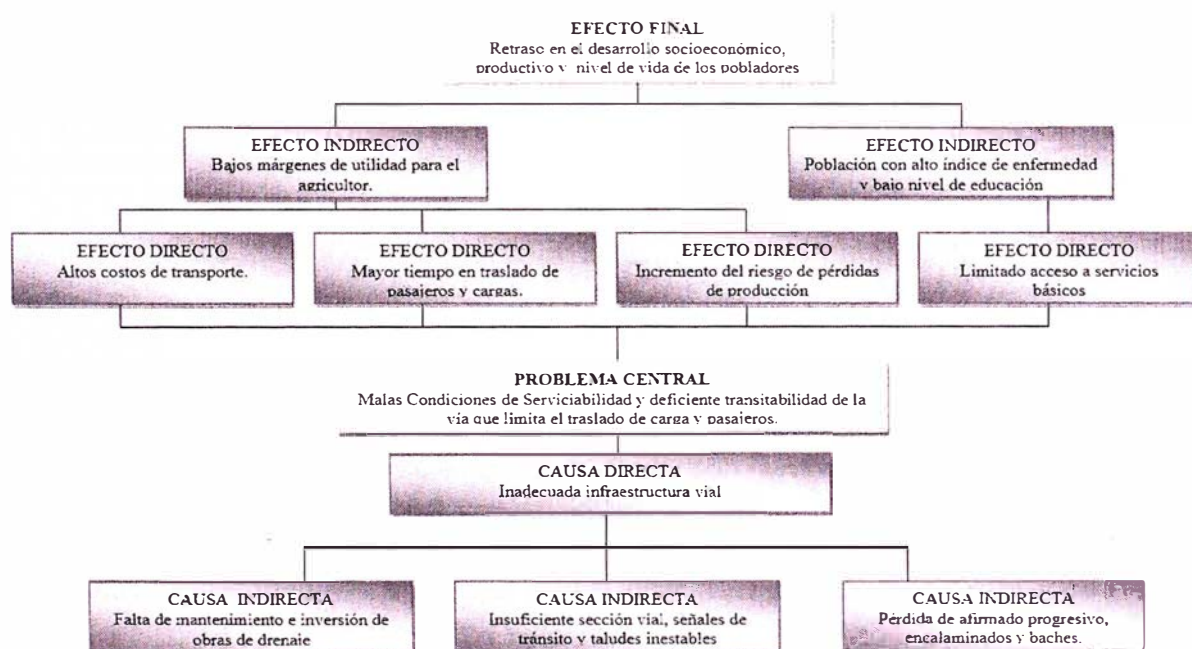
Se registra tránsito vehicular a baja velocidad debido a que la superficie de rodadura presenta encalaminados, baches, hundimientos, etc., en ciertos tramos. En épocas de verano se genera polvo ocasionando problemas ambientales.

1.2.2 Definición del problema y sus causas

En seguida se identifica el problema central así como sus causas y efectos en la siguiente figura:

Figura N° 1.1

Árbol de causas y efectos

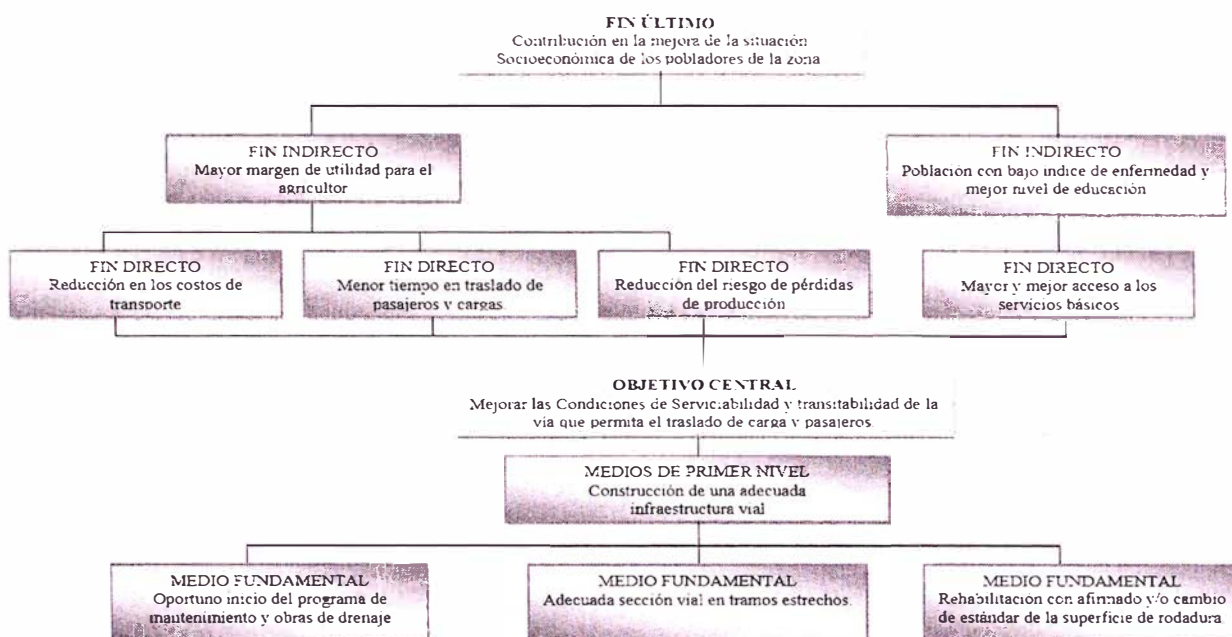


1.2.3 Objetivo del proyecto

En seguida se identifica el objetivo central así como sus medios y fines en la figura N° 1.2:

Figura N° 1.2

Árbol de medios y fines



1.2.4 Alternativas de solución

Para el Proyecto “Monitoreo de la Serviciabilidad de la carretera Cañete –Yauyos del Km 59+000 al 64+000” se plantean alternativas de cambio de estándar como solución a los problemas identificados, teniéndose los siguientes:

ALTERNATIVA 01

- Mejoramiento de superficie de rodadura con Mortero Asfáltico Slurry Seal e=1cm sobre base granular compactada de 15cm.
- Construcción de cunetas triangulares con revestimiento de mampostería de piedra.
- Construcción de alcantarillas de alivio tipo TMC con cabezal.
- Instalación de obras de subdrenaje en tramos adyacentes a zonas de cultivo.
- Construcción de muros de contención en las zonas de taludes críticos inestables.
- Implementación de programas de manejo ambiental.

- Programas de seguridad vial y señalización.
- Programa de mantenimiento rutinario y periodico (cada 2 años).

ALTERNATIVA 02

- Mejoramiento de superficie de rodadura con Tratamiento Superficial Bicapa e=1" sobre base granular compactada de 15cm.
- Construcción de cunetas triangulares con revestimiento de mamposteria de piedra.
- Construcción de alcantarillas de alivio tipo TMC con cabezal.
- Instalación de obras de subdrenaje en tramos adyacentes a zonas de cultivo.
- Construcción de muros de contención en las zonas de taludes críticos inestables.
- Implementación de programas de manejo ambiental.
- Programas de seguridad vial y señalización.
- Programa de mantenimiento rutinario y periodico (cada 3 años).

ALTERNATIVA 03

- Mejoramiento de superficie de rodadura con carpeta asfáltica e=2" sobre base granular compactada de 15cm.
- Construcción de cunetas triangulares con revestimiento de concreto.
- Construcción de alcantarillas de alivio de concreto con cabezal.
- Instalación de obras de subdrenaje en tramos adyacentes a zonas de cultivo.
- Construcción de muros de contención en las zonas de taludes críticos inestables.
- Implementación de programas de manejo ambiental.
- Programas de seguridad vial y señalización.
- Programa de mantenimiento rutinario.

1.3 FORMULACION Y EVALUACION

El periodo de análisis para el presente proyecto de acuerdo a los Términos de Referencia es de 7 años.

Para realizar el análisis de la demanda se ha tomado como fuente el estudio de tráfico realizado del 22 al 28 de Mayo del 2008 por el Consorcio encargado de la Conservación de la Carretera.

El IMD Actual es de 49 vehículos (al 2009) de donde se obtiene una proyección normal al 2015 de 59 vehículos y una demanda generada de 118 vehículos lo que da una demanda total de 167 vehículos y según esta proyección de tráfico se realiza los cuadros de VAN para cada una de las alternativas

Cuadro N° 1.1
VAN – Slurry Seal

| | | Ahorro por Costos Manten. | Ahorro por reducción de COV | Flujo Neto del Proyecto |
|------|-------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Años | Años | | | |
| 0 | 2,009 | -632,000 | | -632,000 |
| 1 | 2,010 | 51,000 | 123,150 | 174,150 |
| 2 | 2,011 | 22,500 | 127,641 | 150,141 |
| 3 | 2,012 | 51,000 | 132,307 | 183,307 |
| 4 | 2,013 | 22,500 | 137,153 | 159,653 |
| 5 | 2,014 | 51,000 | 142,187 | 193,187 |
| 6 | 2,015 | 22,500 | 147,417 | 169,917 |
| | | | VAN (11%) | 91,442 |

Cuadro N° 1.2: VAN – TSB

| Años | Años | Ahorro por Costos Manten. | Ahorro por reducción de COV | Flujo Neto del Proyecto |
|-------------|-------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 0 | 2,009 | -1,382,500 | | -1,382,500 |
| 1 | 2,010 | 52,500 | 123,150 | 175,650 |
| 2 | 2,011 | 52,500 | 127,641 | 180,141 |
| 3 | 2,012 | 35,625 | 132,307 | 167,932 |
| 4 | 2,013 | 52,500 | 137,153 | 189,653 |
| 5 | 2,014 | 52,500 | 142,187 | 194,687 |
| 6 | 2,015 | 52,500 | 147,417 | 199,917 |
| | | | VAN (11%) | -607,908 |

Cuadro N° 1.3: VAN – Asfalto

| Años | Años | Ahorro por Costos Manten. | Ahorro por reducción de COV | Flujo Neto del Proyecto |
|-------------|-------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 0 | 2,009 | -1,896,000 | | -1,896,000 |
| 1 | 2,010 | 54,375 | 138,599 | 192,974 |
| 2 | 2,011 | 54,375 | 143,685 | 198,060 |
| 3 | 2,012 | 54,375 | 148,968 | 203,343 |
| 4 | 2,013 | 54,375 | 154,457 | 208,832 |
| 5 | 2,014 | 54,375 | 160,160 | 214,535 |
| 6 | 2,015 | 54,375 | 166,085 | 220,60 |
| | | | VAN (11%) | -1,029,971 |

1.4 CONCLUSIONES

1.- Los beneficios económicos de este proyecto para la alternativa 1 alcanzan un valor actual neto positivo igual a US\$ 91,442.00, donde se obtendrá una ganancia respecto a la inversión.

Cuadro N° 1.4

Comparación de alternativas

| ALTERNATIVAS | A PRECIOS SOCIALES (Dólares americanos) | | |
|---------------|---|---------|------|
| | VAN | TIR | B/C |
| Alternativa 1 | 91,442.00 | 15.83% | 1.34 |
| Alternativa 2 | -607,908.00 | -5.85% | 0.77 |
| Alternativa 3 | -1,029,971.00 | -10.76% | 0.64 |

2.- El mejoramiento del proyecto vial facilitará un adecuado nivel de serviciabilidad y el acceso al área de influencia a través una vía mejorada, con menor costo de transporte y tiempo de viaje

3.- En el análisis de los beneficios, se considera principalmente el ahorro obtenido por los costos de operación que incluyen los ahorros por tiempos de viaje de los usuarios de transporte de pasajeros y carga durante 07 años, sin considerar los beneficios posteriores a los 20 años, para lo cual favorecería aún más la rentabilidad del proyecto, con lo cual quedaría demostrado la importancia de intervenir no solamente en los 5.0 km del tramo en estudio, sino en los 243.42 km de carretera que conecta los pueblos de la Carretera Cañete - Yauyos.

CAPÍTULO 2: PAVIMENTOS

2.1 PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Esta estructura se apoya sobre la subrasante de la vía y cumple la función principal de resistir y transmitir las cargas impuestas por el tráfico. Así como proveer una superficie cómoda y segura a los usuarios durante el periodo para el cual fue diseñada. Se entenderá por pavimento de bajo volumen de transito aquella donde su índice medio diario (IMD) sea menor a 400 vehículos por día.

2.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

2.2.1 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 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

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.

Cuadro N° 2.1

Ejes equivalentes por tipo de eje

| Tipo de Eje | Eje Equivalente (EE8.2 tn) |
|------------------------------------|----------------------------|
| Eje Simple de ruedas simples | $EES1 = [P / 6.6]^4$ |
| Eje Simple de ruedas dobles | $EES2 = [P / 8.2]^4$ |
| Eje Tandem de ruedas dobles | $EETA = [P / 15.1]^4$ |
| Ejes Tridem de ruedas dobles | $EETR = [P / 22.9]^4$ |
| P = peso real por eje en toneladas | |

En la visita de campo realizada, se desarrollo el conteo de vehículos mas no se pesaron; el Manual para el Diseño de Caminos Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito nos permite el uso de la siguiente tabla:

Cuadro N° 2.2

Ejes equivalentes por clase de vehículo

| Clase de Vehículo | Eje Equivalente (EE8.2 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 |

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:

$$N_{rep} \text{ de EE } 8.2 \text{ tn} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times 365 \times ((1+t)^n - 1)] / t$$

$EE_{\text{día-carril}} = EE \times \text{Factor Direccional} \times \text{Factor Carril}$

$EE = N^{\circ} \text{ de vehículos según tipo} \times \text{Factor vehículo} \times \text{Factor de Presión de llantas}$

Donde:

$N_{rep} \text{ de EE } 8.2t = \text{Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn}$

$EE_{\text{día-carril}} = \text{Ejes Equivalentes por día para el carril de diseño}$

365 = Número de días del año

t = tasa de proyección del tráfico, en centésimas

El valor de esta tasa es de 0.19 y se obtiene del valor de IMD actual que es 49 y el proyectado 167 en el periodo de 7 años.

EE = Ejes Equivalentes

Factor Direccional = 0.5, corresponde a caminos de dos direcciones por calzada (recomendable).

Factor Carril = 1, corresponde a un carril por dirección o sentido

Factor de Presión de llantas = en función al censo.

Cuadro N° 2.3

Numero de ejes equivalentes por día

| Clase de Vehículo | Eje Equivalente (EE8.2 tn) | Conteo Setiembre 2009 | Factor direccional | Nrep (EE8.2 tn) |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Bus (de 2 o 3 ejes) | 1.85 | 7 | 0.5 | 29,596 |
| Camión ligero (2 ejes) | 1.15 | 0 | 0.5 | 0 |
| Camión mediano (2 ejes) | 2.75 | 8 | 0.5 | 50,279 |
| Camión pesado (3 ejes) | 2 | 10 | 0.5 | 45,708 |
| Camión Articulado (> 3 ejes) | 4.35 | 0 | 0.5 | 0 |
| Auto o vehículo ligero | 0.0001 | 23 | 0.5 | 5 |
| | | | Σ | 125,588 |

Donde:

Nrep de EE 8.2 tn =125,588 Ejes Equivalentes de 8.2 tn

2.2.2 Catalogo estructural de pavimentos

Los pavimentos flexibles están constituidos por una serie de capas denominadas de arriba abajo, superficie de rodadura o capa asfáltica, base granular y sub base granular asentada sobre una subrasante nivelada y compactada mínimo al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

Para el diseño estructural y dimensionamiento del pavimento se aplicaran metodologías de diseño con reconocimiento internacional, una de las cuales será la "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES"

básicamente en lo referente al CHAPTER 4 LOW-VOLUME ROAD DESIGN (año 1 993).

El diseño se fundamenta en los siguientes parámetros básicos:

- Demanda del tránsito medida en número de Ejes Equivalentes para el periodo de diseño de pavimentos.
- Tipo de subrasante sobre el cual se asienta el pavimento.

Estos parámetros permiten definir la capacidad estructural requerida, en términos del Número Estructural, del paquete del pavimento.

Finalmente se dan las características de los componentes de la estructura del pavimento, los mismos que corresponden a capas de materiales seleccionados. Cada una de las capas proporciona una capacidad en base a su aporte estructural que está en función de la calidad del material utilizado.

La ecuación básica de equilibrio en el diseño para estructuras de pavimentos flexibles es la siguiente:

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

Donde:

W18 : Número total de Ejes Equivalentes, para el período de diseño

ZR : Coeficiente estadístico asociado a la confiabilidad respecto a la predicción del tráfico. AASHTO recomienda para vías rurales de bajo volumen tránsito un nivel de confiabilidad en el rango de 50% - 80% donde se considera para cada una de las condiciones tráfico lo siguiente:

| | |
|---|----------------------------|
| Para Tráfico T1 (50,000 a 150,000 EE): | confiabilidad 60% (-0.253) |
| Para Tráfico T2(150,000 a 300,000 EE): | confiabilidad 70% (-0.524) |
| Para Tráfico T3(300,000 a 600,000 EE): | confiabilidad 75% (-0.674) |
| Para Tráfico T4 (600,000 a 1'000,000 EE): | confiabilidad 80% (-0.841) |

En este caso tenemos en un tráfico Tipo T1 por tener 125,588 Ejes Equivalentes de 8.2 tn

So : Desviación estándar combinada en la estimación de los parámetros y del comportamiento del modelo (0.45)

SN : Número Estructural

Δ PSI : Diferencial de Serviciabilidad (Serviciabilidad inicial pi, depende del tipo de superficie de rodadura – Serviciabilidad final pf 1.5)

MR : Módulo de resiliencia de la subrasante

El número estructural de resistencia del pavimento flexible viene dado por la fórmula:

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

Donde:

a1 : Coeficiente estructural de la capa de rodadura

D1 : Espesor de la capa de rodadura (cm)

a2 : Coeficiente estructural de la capa de base granular

D2 : Espesor de la capa de base granular (cm)

m2 : Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 2.

a3 : Coeficiente estructural de la capa de sub base granular

D3 : Espesor de la capa de sub base granular (cm)

m3 : Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 3

El Número Estructural es un valor abstracto que representa la resistencia total de la estructura de un pavimento para una determinada categoría de subrasante, condición de tráfico e índice de servicio al final de la vida útil.

El Manual para el Diseño de Caminos Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito nos permite el uso de la siguiente tabla para la obtención práctica de los números estructurales en función de los CBR de la subrasante y el tipo de tráfico:

Cuadro N° 2.4
Catalogo de Números Estructurales (SN)
requeridos por Tipo de Tráfico y de Subrasante

| CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUBRASANTE | | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|
| TIPO DE SUBRASANTE CLASE TRANSITO | Muy Pobre CBR ≤ 3% | Pobre 3% < CBR ≤ 5% | Regular 5% < CBR ≤ 10% | Buena 10% < CBR ≤ 20% | Muy Buena CBR ≥ 20% |
| T1 50,000 < Rep. EE ≤ 150,000 | 2.990 | 2.510 | 1.950 | 1.830 | 1.560 |
| T2 150,000 < Rep. EE ≤ 300,000 | 3.330 | 2.900 | 2.280 | 2.140 | 1.960 |
| 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

De la tabla anterior tenemos que para el tramo de estudio corresponde un CBR entre 10% y 20% y un tránsito clase T-1 por tanto se obtiene:

$$\text{SNreq}=1.83$$

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. En el Cuadro N° 2.5 se indican los coeficientes de aporte estructural.

Cuadro N° 2.5
Aporte Estructural de las Capas
Componentes del Pavimento

| APORTE ESTRUCTURAL DE LAS CAPAS COMPONENTES DEL PAVIMENTO | |
|--|--------------------------------|
| Capa del Pavimento | Aporte Estructural (ai) |
| 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 |

Cuadro N° 2.6
Condiciones de drenaje

| Drenaje | Agua eliminada naturalmente en: |
|----------------|--|
| Excelente | 2 horas |
| Bueno | 1 día |
| Regular | 1 semana |
| Pobre | 1 mes |
| Muy pobre | (el agua no drena) |

Cuadro N° 2.7

Coefficientes de drenaje (mi)

| 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 |

Para la condición de drenaje regular y una exposición de 1-5% se tomará el valor promedio de 1.10 para los cálculos.

Entonces en la ecuación:

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

$$SN = 0 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times 1.10 + a_3 \times 0 \times m_3$$

$$SN = 1.10 \times a_2 \times D_2$$

$$SN = 1.1(0.052 \times D_{base} + 0.135 D_{base} \text{ _estabilizada})$$

El valor a1, que viene a ser el coeficiente de aporte de la superficie de rodadura, se considera cero, puesto que en el manual de Diseño para carreteras de bajo volumen de tránsito recomiendan que los espesores mayores a 3cm tienen un aporte estructural a la estructura de pavimento en nuestro caso el recubrimiento de Slurry Seal tiene un espesor de 1.0cm por lo cual no aporta estructuralmente. El valor D3, es cero por qué no se considera sub base.

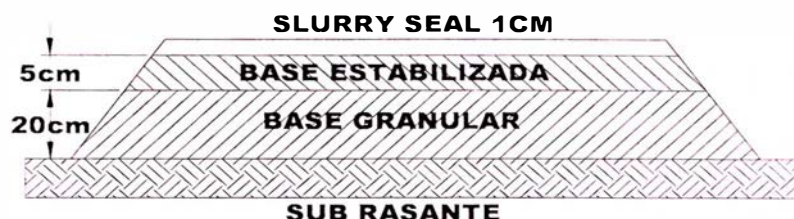
Se considerará para este proyecto 20cm base + 5cm base estabilizada con emulsión

$$SN = 1.10 \times (20 \times 0.052 + 5 \times 0.135)$$

$$SN = 1.88 > SN_{req} = 1.83$$

Figura N° 2.1

Estructura de pavimento propuesto



2.3 FACTORES A CONSIDERAR EN TRAMOS CURVOS

2.3.1 Deterioro de bordes en tramos curvos

En los 5 km. estudiados, correspondiente al tramo Zúñiga – Desviación Yauyos los anchos de calzada tienen un promedio de 4.5m que es menor al establecido en el Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito que recomienda para dos vías 5.5m además los radios de curvatura son menores al mínimo para una velocidad directriz de 30km/h en consecuencia obligan que los neumáticos a colocarse entre las cunetas de tierra y la calzada destruyendo los bordes según la siguientes fotografías

Figura N° 2.2

Borde destruido por paso de camiones



Figura N° 2.3

La destrucción del borde reduce el ancho de calzada

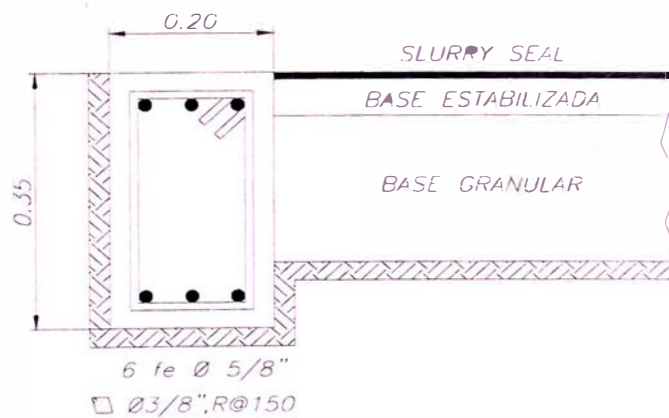


2.3.2 Solución propuesta

Se plantea una viga tipo sardinel cuya parte superior coincida con el nivel de calzada lo que es conocido como sardinel sumergido según se muestra en la figura N° 6

Figura N° 2.4

Sección Viga sardinel

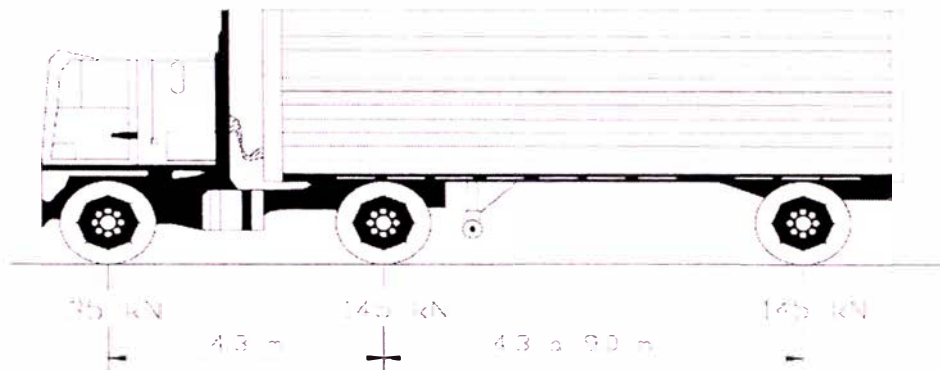


2.3.3 Fundamento de cálculo

Para la carga actuante se usara el camión de diseño del Manual de diseño de puentes, que es un camión de tres ejes y longitud total variable desde 8.6m a 13.3m según figura N° 7.

Figura N° 2.5

Camión de diseño HL-93



La carga en el eje de 145KN (14.8ton) será repartida en ambos neumáticos por lo que a la viga sardinel solo la llegara mitad de esta fuerza es decir 7.4ton. Esta carga es móvil y se representa según la figura N° 7. Se considera además que la longitud de la viga es 3.00m y está apoyada en el terreno lo cual se representara como resortes de rigidez K.

$$K = KbBA$$

Donde:

Kb : Coeficiente de balasto (kg/cm³)=4kg/cm³, Valor propuesto por Terzagui para arenas

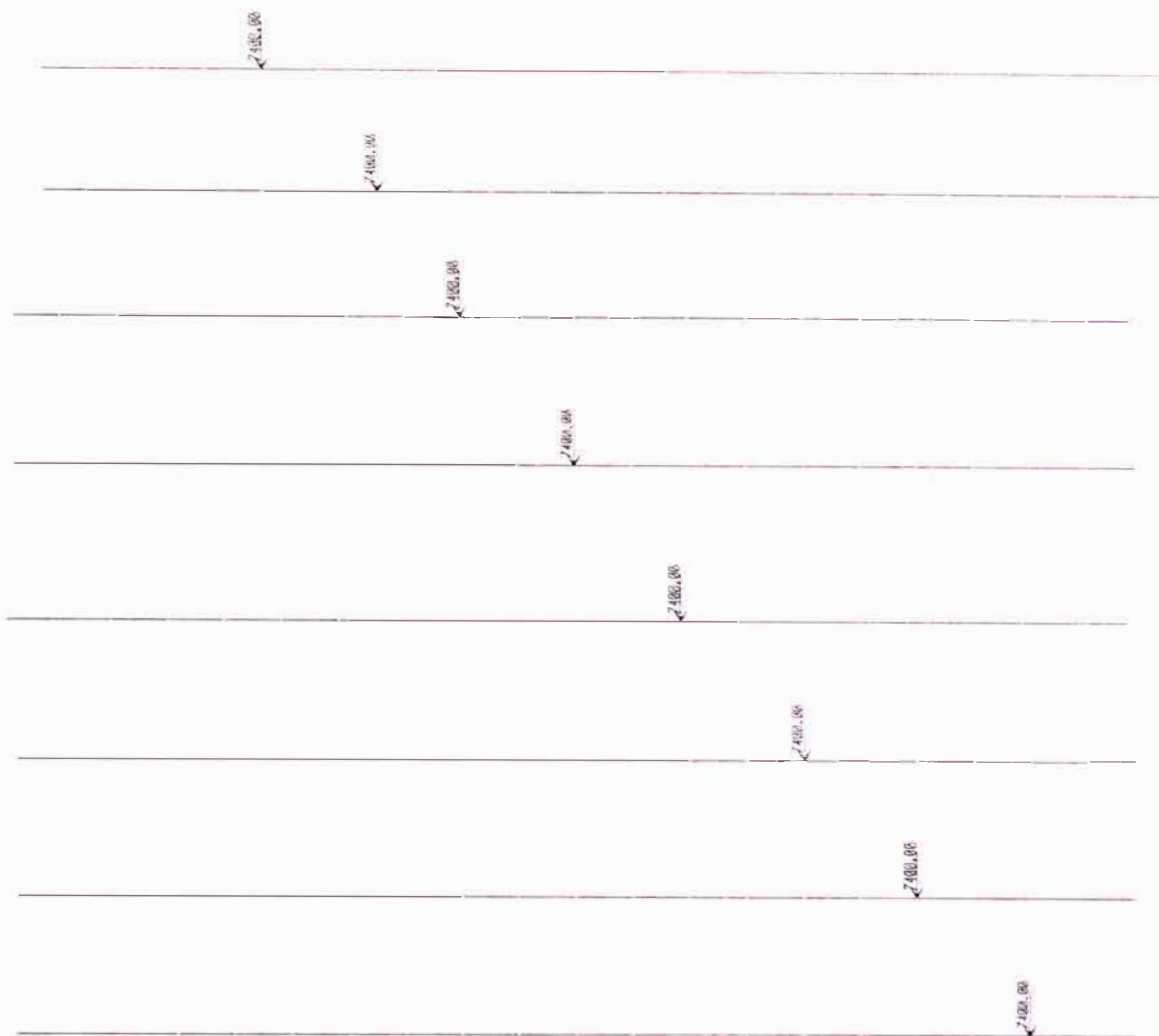
B : Base de la viga(cm) = 20cm

A : Distancia entre resortes(cm)=300/20=15cm

Figura N° 2.6

Distribución de carga a lo largo de la viga





Entonces:

$$K = 4 \times 20 \times 15$$

$$K = 1200 \text{ kg/cm}$$

De las cargas impuestas se tiene el valor máximo de momentos y cortantes últimos según las siguientes figuras:

Figura N° 2.7

Diagrama de momentos máximos

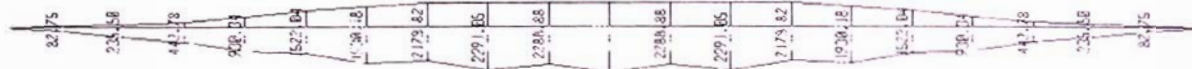
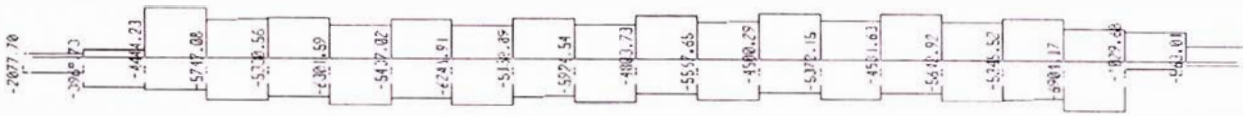


Figura N° 2.8

Diagrama de fuerzas cortantes máximas



De diagramas anteriores se tiene los valores máximos:

$$Mu = 4398kg - m$$

$$Vu = 6900kg$$

Verificación por flexión:

$$a = \frac{Asfy}{0.85.f'cb}$$

$$a = \frac{(3 \times 1.98) \times 4200}{0.85 \times (210) \times 20}$$

$$a = 6.99cm$$

De la siguiente relación:

$$\phi Mn = \phi Asfy(d - a / 2)$$

$$\phi Mn = 0.9 \times (3 \times 1.98) \times 4200 \times (30.8 - 6.99 / 2)$$

$$\phi Mn = 613084kg - cm$$

$$\phi Mn = 6131kg - m > Mu = 4398kg - m$$

Verificación por Corte:

La capacidad del concreto al corte es:

$$\phi Vnc = \phi 0.53\sqrt{f'cb}d$$

$$\phi Vnc = 0.75 \times 0.53\sqrt{210} \times 20 \times 30.8$$

$$\phi Vnc = 3548kg < Vu = 6900kg$$

Como se muestra se necesita refuerzo por corte el cual tiene un espaciamiento máximo de 50% del peralte es decir:

$$s_{maz} = \min(d / 2, 60cm)$$

$$s_{maz} = \min(30.8 / 2cm, 60cm)$$

$$s_{max} = 15.4cm$$

Se usará:

$$s = 15sm$$

La capacidad del refuerzo al corte es:

$$\phi V_{ns} = \phi A_t f_y \frac{d}{s}$$

$$\phi V_{ns} = 0.75 \times (2 \times 0.71) \times 4200 \times \frac{30.8}{15}$$

$$\phi V_{ns} = 9185 \text{ kg} < \phi 0.80 \sqrt{f' c} b d$$

$$\phi V_{ns} = 9185 \text{ kg} < 0.75 \times 0.80 \sqrt{210} \times 20 \times 30.8 = 5356 \text{ kg}$$

$$\phi V_{ns} = 5356 \text{ kg}$$

La capacidad a corte en conjunto es:

$$\phi V_n = \phi V_{nc} + \phi V_{ns}$$

$$\phi V_n = 5356 + 3546$$

$$\phi V_n = 8602 \text{ kg} > V_u = 6900 \text{ kg}$$

Por lo tanto el diseño es conforme

CAPÍTULO 3: MEMORIA DESCRIPTIVA, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1.1 Antecedentes

El proyecto “Monitoreo de la serviciabilidad de la carretera Cañete – Yauyos del km 59+000 al km 64+000” es parte del cambio de estandar de la carretera Cañete – Yauyos, el mismo que forma parte del proyecto de desarrollo vial “Proyecto Perú”, el cual tiene como finalidad elevar el nivel de competitividad de esta vía de integración y así elevar el nivel socioeconómico de los pobladores de la zona.

3.2.2 Objetivo

La construcción de la carretera tiene como objetivo principal mejorar el nivel de serviciabilidad y transitabilidad de esta vía. Cambiando la solución básica de nivel de la carretera de trocha a superficie recubierta de mortero asfaltico Slury Seal.

3.3.3 Ubicación del proyecto

El proyecto “Monitoreo de la serviciabilidad de la carretera Cañete – Yauyos del km 59+000 al km 64+000”, está localizado en el distrito de Zúñiga, provincia de Cañete en el Departamento de Lima, a una altitud promedio de 800 msnm.

3.3.4 Estado actual de la carretera

La carretera en estudio actualmente es una carretera tipo trocha en malas condiciones de serviciabilidad, mostrando huecos y hundimientos en la calzada.

3.3.5 Descripción del proyecto

El tramo se inicia en el Km 59+000 y culmina en el Km 64+000, con una longitud total de 5000m, con un ancho de calzada variable que tiene en promedio 4.5m metros. La carretera actualmente es de doble vía.

El proyecto consiste en la colocación de una nueva estructura de pavimento con capa base de espesor 20cm, una capa de base estabilizada de 5cm y una superficie de rodadura con mortero asfáltico Slurry Seal de 1cm.

El monto referencial asciende en costo directo en la superficie de rodadura **S/. 1,049,857.97**.

3.2.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.2.1- Trabajos preliminares

3.2.1.1 Movilización y Desmovilización

Descripción

Consiste en el traslado de personal, equipo, materiales, campamentos y otros, que sean necesarios al lugar en que desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros.

Medición

La movilización se medirá en forma global (Glb)

Pago

Las cantidades aceptadas y medidas serán pagadas al precio de Contrato. El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma: 50% concluida la movilización y el 50% restante correspondiente a la desmovilización

será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

3.2.1.2 Obras provisionales

Descripción

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

El Proyecto debe incluir todos los diseños que estén de acuerdo con estas especificaciones y con el Reglamento Nacional de Construcciones en cuanto a instalaciones sanitarias y eléctricas.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el Contratista y aprobado por la Supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán de preferencia, desarmables y transportables, salvo que el Proyecto indique lo contrario.

Medición

La movilización se medirá en forma global (Glb)

Pago

El pago para la instalación del Campamento y Obras Provisionales, bajo las condiciones estipuladas en esta Sección, no será materia de pago directo. El Contratista está obligado a suministrar todos los materiales, equipos, herramientas e instalaciones con las cantidades y calidad indicadas en el proyecto, en esta especificación y todas las acciones y operaciones para el mantenimiento, limpieza, montaje y desmontaje de las obras hasta la conclusión de la obra. El Contratista deberá considerar todos los costos necesarios para la

correcta ejecución de los trabajos especificados dentro del costo de la obra y según lo indique el Proyecto.

3.2.1.3 Cartel de obra

Descripción

Se fabricará y colocará un cartel de obra de 3,60 x 2,40 m de dimensiones. Éste cartel será de madera con planchas de triplay, y deberá indicar claramente el nombre del proyecto, el tiempo de duración de la obra, el monto del contrato, el nombre de la entidad contratante, el nombre del contratista y de la supervisión. Al término de la obra dicho cartel quedará en poder de la entidad contratante.

Medición

El cartel de obra se medirá en forma global (Glb)

Pago

Las cantidades aceptadas y medidas serán pagadas al precio de Contrato

3.2.1.4 Topografía y replanteo

Descripción

En esta partida se procede a realizar los trabajos de topografía, antes del inicio de las obras, con la finalidad de replantear el diseño y niveles actuales de la vía. Luego se procede al replanteo general de la obra, con las variaciones a realizar, ubicando los puntos necesarios para realizar la ejecución de la obra.

Dichos trabajos serán lo suficiente necesarios y precisos para la finalidad indicada. Durante la construcción se debe llevar un control topográfico permanente, de tal manera que las indicaciones de los planos sean llevados fielmente al terreno y la obra cumpla una vez concluida con los requerimientos y especificaciones.

Para el replanteo de una curva horizontal cualquiera, se requiere conocer la ubicación del PI, el cual debe ser materializado en el terreno con un hito de concreto y un fierro de 3/8". Si el PI cae sobre roca se puede empotrar un clavo de acero o marcar con pintura sobre una superficie seca y limpia.

Equipo a utilizar será: Nivel de ingeniero, Teodolitos ópticos mecánicos, Miras, jalones, etc.

Medición:

La topografía y replanteo se medirán en forma global.

Pago:

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la "Topografía y Replanteo". El pago constituirá compensación total por los trabajos pertenecientes a esta partida. El pago global de la Topografía y Replanteo será de la siguiente forma:

(a) 20% del monto global de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de replanteo con el establecimiento y definición de sus referencias.

(b) El 80% del monto global de la partida se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dura la ejecución del proyecto

3.2.2- Transportes

3.2.2.1 Transporte de material granular hasta 1 km

Descripción:

Bajo esta partida se considera el material en general que requieren ser transportados de un lugar a otro de la obra.

Medición:

La unidad de pago de esta partida será el metro cúbico - kilómetro ($m^3 - km$) trasladado, o sea, el volumen en su posición final de colocación, por la distancia

real de transporte. El contratista debe considerar en los precios unitarios de su oferta los esponjamientos y las contracciones de los materiales, diferenciando los volúmenes correspondientes a distancias menores a 1 Km.

Pago:

Se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en esta Sección y a las instrucciones del Supervisor.

3.2.2.2 Transporte de material granular > 1 km

Descripción:

Bajo esta partida se considera el material en general que requieren ser transportados de un lugar a otro de la obra.

Medición:

La unidad de pago de esta partida será el metro cúbico - kilómetro ($m^3 - km$) trasladado, o sea, el volumen en su posición final de colocación, por la distancia real de transporte. El contratista debe considerar en los precios unitarios de su oferta los esponjamientos y las contracciones de los materiales, diferenciando los volúmenes correspondientes a distancias mayores a 1 Km.

Pago:

Se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida conforme a lo establecido en esta Sección y a las instrucciones del Supervisor.

3.2.3- Pavimentos

3.2.3.1 Escarificado y conformación de la sub-rasante

Descripción:

Se define como trabajo de escarificado y compactación del área que soporta directa o indirectamente a la estructura del pavimento, luego de haber realizado el retiro del desmonte o material desechable de subrasante. Su ancho será el

que muestren los planos.

El Contratista suministrará y usará las plantillas que controlan las dimensiones de este trabajo.

Método de construcción:

Antes de iniciar la escarificación en zonas de corte se requiere la aprobación, por parte del supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación manual que se ha realizado.

La escarificación se realizara con motoniveladora de 125 HP mientras que la compactación de la subrasante se realizara con rodillo liso vibratorio autopropulsado de 70 a 100hp. El espesor del terreno a escarificar es de 15 cm en promedio.

El trabajo de escarificado y compactación de la sub-rasante en zonas de corte, se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la sub-rasante este de acuerdo con los planos y las especificaciones técnicas del expediente del proyecto.

En cuanto a la compactación se verificara de acuerdo a los siguientes criterios, se tomara un mínimo de una densidad de campo por cada 250m², sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad por capa. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor Modificado, y una humedad de trabajo que no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Proctor modificado.

Cada capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la subrasante no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la subrasante, conformada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

Medición:

La escarificación y compactado de la subrasante se medirá en metros cuadrados (m²) de superficie escarificada y compactada de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos, medidas en su metrado final.

Pago:

El pago se efectuara al precio unitario contratado por metro cuadrado (m²) entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

3.2.3.2 Base granular

Descripción:

Este trabajo consiste en el suministro, colocación y compactación de material de base granular aprobado, compuesto de finos y piedra fracturada principalmente por trituración (chancadora), debiendo presentar por lo menos dos caras fracturadas. Esta capa se construirá en una o varias capas, sobre una superficie debidamente preparada, perfilada, compactada y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas, indicadas en los planos.

Método de construcción:

La colocación del material de base se compactará utilizando un para un rodillo liso vibratorio autopropulsado de 70 - 100 hp y de 7 - 9 ton.

El material afirmado deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación si no llegara con la humedad requerida se realizara el regado con el camión cisterna de 1500 Glns.

Se extenderá el material base sobre la superficie preparada en volumen apropiado para que una vez compactado, alcance el espesor no mayores de 15 cm. por capa por ser compactadas con rodillo. El material será colocado y extendido en una capa uniforme y sin segregación. Se efectuará el extendido con motoniveladora de 125 HP.

El material de base deberá ser compactado hasta por lo menos el 100% de la densidad obtenida por el método de prueba Proctor Modificado AASHTO T-180. El contenido de humedad verificado en campo no deberá escapar del rango de +/- 2% de la Óptima Humedad de laboratorio.

Se deberá regar el material con agua durante el apisonado y nivelado; durante la operación al término de la compactación, el Supervisor deberá efectuar ensayos de densidad.

Materiales:

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica. La cantera propuesta para su utilización de fuente para agregados de base es la cantera: CASCAJAL (km. 64+000),

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

(a) Granulometría

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los requisitos granulométricos que se indican:

Cuadro N° 3.1**Requerimientos Granulométricos para Base Granular**

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | --- | --- |
| 25 mm (1") | --- | 75 - 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 65 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15 - 40 | 20 - 45 | 25 - 50 | 40 - 70 |
| 4.25 um (N° 40) | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 |
| 75 um (N° 200) | 2 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 8 - 15 |

Fuente: MTC – Dirección de Carreteras; EG-2000

El material de Base Granular deberá cumplir el valor de mínimo de 100%

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por el Supervisor.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

(b) Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Cuadro N° 3.2
Requerimientos Agregado Grueso

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimientos |
|--------------------------------------|-----------|------------|--------------|----------------|
| | | | | Altitud |
| | | | | ≥ 3000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E 210 | D 5821 | | 80% min |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | D 5821 | | 50% min |
| Abrasión Los Angeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 40% max |
| Partículas Chatas y Alargadas (1) | MTC E 221 | D 4791 | | 15% máx |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | D 1888 | | 0.5% máx |
| Pérdida con Sulfato de Sodio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | 12% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Magnesio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | 18% máx |

Fuente: MTC – Dirección de Carreteras; EG-2000

(c) Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes a la Malla N° 4, que podrán provenir de fuentes naturales o procesos de trituración o combinación de ambos.

Cuadro N° 3.3
Requerimientos Agregado Fino

| Ensayo | Norma | Requerimientos |
|------------------------|-----------|-----------------|
| | | > 3 000 m.s.n.m |
| Índice Plástico | MTC E 111 | 2% máx |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 45% mín |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | 0.5% máx |
| Índice de durabilidad | MTC E 214 | 35% min |

Fuente: MTC – Dirección de Carreteras; EG-2000

Sistemas de control:

Calidad del Producto Terminado:

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

(I) Compactación: Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por cientos (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor.

$$D_i > D_e$$

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

En caso de no cumplirse éstos requisitos se rechazará el tramo siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas. Previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

(II) Espesor: Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed) más o menos 10 milímetros ± 10 mm).

$$e_m > e_d \pm 10 \text{ mm}$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$ei > 0.95 ed$$

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la base granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

(III) Lisura: La uniformidad de la superficie se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm) para cualquier punto.

Medición:

El método de medición será por metros cúbicos (m³) compactados obtenidos del ancho de base por su espesor y por su longitud, según lo indicado en los planos y secciones transversales típicas aceptados por el Supervisor.

Pago:

La base granular ejecutada por el Contratista, y aprobadas por el Supervisor y medida según se ha establecido, será pagada en la partida correspondiente y al precio unitario del contrato por metro cúbico compactado.

3.2.3.3 BASE ESTABILIZADA

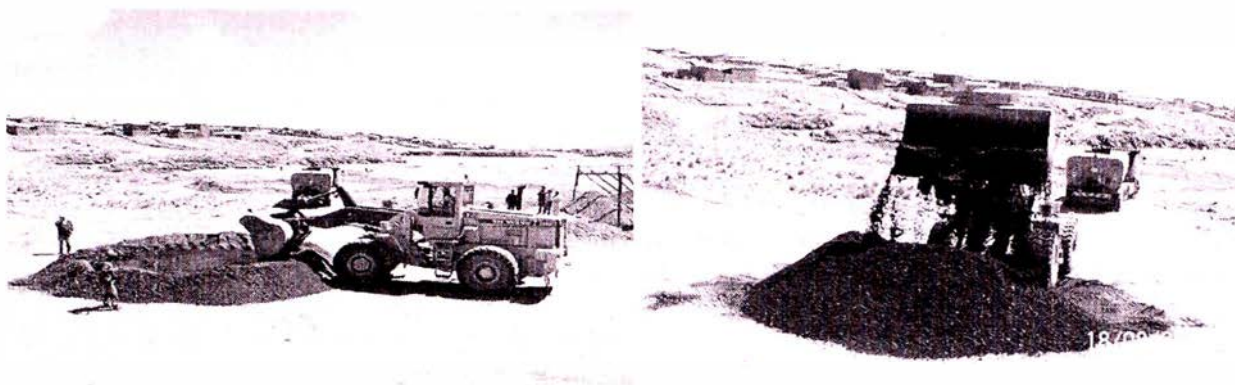
Descripción:

La base estabilizada es una mezcla de Base granular, según especificaciones expuestas en el ítem 3.2.3.3, emulsión asfáltica y agua. Se utilizara Emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Lenta CSS-1 (4%) y la cantidad de agua será según el Optimo contenido de humedad según el ensayo de Proctor modificado.

Por ser en este proyecto un volumen pequeño 1125m³ de material estabilizado se procederá a realizar la mezcla de materiales con cargador frontal a manera de cráter y se agrega la emulsión según dosificación de diseño para proceder seguidamente a efectuar la mezcla. El proceso de mezclado se realiza hasta que la mezcla se presente homogénea.

Figura N° 3.1

Mezcla para base estabilizada



Medición:

El método de medición será por metros cúbicos (m³) compactados obtenidos del ancho de base por su espesor y por su longitud, según lo indicado en los planos y secciones transversales típicas aceptados por el Supervisor.

Pago:

La base granular ejecutada por el Contratista, y aprobadas por el Supervisor y medida según se ha establecido, será pagada en la partida correspondiente y al precio unitario del contrato por metro cúbico compactado.

3.2.3.4 IMPRIMACION ASFALTICA

Descripción:

Se debe suministrar y aplicar material asfáltico a la base granular, preparada con anterioridad y aprobada por la supervisión a nivel de topografía como en los ensayos de laboratorio de suelos.

La calidad y cantidad de asfalto será la necesaria para cumplir los siguientes fines: Impermeabilizar la superficie de la base, Recubrir y unir las partículas sueltas de la superficie, Mantener la compactación de la Base, Propiciar la adherencia entre la superficie de la base y la nueva capa construirse

Método de construcción:

El material asfáltico de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia esto se logra por medio de una compresora neumática 250 - 330 CPM y 87 HP de potencia o una barredora mecánica, para luego proceder a la colocación del material asfáltico mediante un camión imprimador de 1,800 gln de 178 a 210 hp usando una manguera de esparcidor conectada al distribuidor

Después que se haya aplicado el asfalto deberán transcurrir un mínimo de 4 horas, antes que se aplique la arena de recubrimiento, cuando esta se necesite para absorber posibles excesos en el riego asfáltico.

Medición:

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrados (m²) de superficie imprimada, para ello se considerará el ancho y longitud aprobados por la supervisión, realmente imprimados.

Pago:

El pago se efectuará al precio unitario del presupuesto por metros cuadrado (m²) entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

3.2.3.5 COLOCACION DE MORTERO ASFALTICO SLURY SEAL

Descripción

Consiste en la elaboración de una mezcla de agregados pétreos, agua, emulsión asfáltica y su posterior aplicación sobre la superficie de una vía, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

Materiales

Los materiales a usar para la ejecución de este trabajo serán:

a) Agregados pétreos

Los agregados pétreos para la construcción de la lechada asfáltica deberán cumplir los requisitos de calidad exigidos para ellos en la **Subsección 406.02** de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras- EG 2000.

La mezcla de agregados deberá ajustarse a alguna de las gradaciones que se indican a continuación:

Cuadro N° 3.4

Gradaciones agregados pétreos

| Tamiz | Porcentaje que pasa | | | | |
|-----------------|---------------------|---------|----------|----------|----------|
| | LA-1 | LA-2 | LA-3 | LA-4 | LA-5 |
| 12.5 mm (1/2") | 100 | - | - | - | - |
| 9.5mm (3/8") | 85 - 100 | 100 | 100 | - | - |
| 4.75mm (N° 4) | 60 - 85 | 70 - 90 | 85 - 100 | 100 | 100 |
| 2.36 mm (N° 8) | 40 - 60 | 45 - 70 | 65 - 90 | 95 - 100 | 95 - 100 |
| 1.18 mm (N° 16) | 28 - 45 | 28 - 50 | 45 - 70 | 65 - 90 | 85 - 98 |
| 600 µm (N° 30) | 19 - 34 | 19 - 34 | 30 - 50 | 40 - 60 | 55 - 90 |
| 300 µm (N° 50) | 12 - 25 | 12 - 25 | 18 - 30 | 24 - 42 | 35 - 55 |
| 150 µm (N° 100) | 7 - 18 | 7 - 18 | 10 - 20 | 15 - 30 | 20 - 35 |
| 75 µm (N° 200) | 04 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 10 - 20 | 15 - 25 |

La gradación por utilizar estará indicada en los estudios técnicos del proyecto y dependerá del estado de la superficie y la función que vaya a cumplir la lechada.

b) Material bituminoso

Será una emulsión catiónica de rotura lenta y superestable del tipo CSS1-h, que cumpla los requisitos indicados en la **Tabla N° 400-4** de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras- EG 2000.

El empleo de una emulsión de otro tipo implica la aplicación de una especificación particular.

c) Agua

El agua para la preenvuelta deberá ser blanda, potable y exenta de materia orgánica. Su calidad deberá ser tal, que no afecte el proceso normal de elaboración, rotura y curado de la lechada. Su pH, medido de acuerdo con la norma ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5,5 - 8,0) y el contenido de sulfatos, expresado como SO₄= y determinado según norma de ensayo ASTM D-516 no podrá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l).

d) Aditivos para control de rotura

Cuando las características del proyecto exijan un control especial de los tiempos de rotura y apertura al tránsito, se emplearán aditivos cuyas características se definirán en las especificaciones particulares de construcción.

Equipo

Rige lo indicado en la **Subsección 400.03** de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras- EG 2000, más lo que se describe a continuación.

El equipo deberá incluir elementos para la explotación y elaboración de agregados pétreos; una mezcladora móvil para la fabricación y extensión de la lechada; elementos para la limpieza de la superficie, elementos para el humedecimiento de la superficie y herramientas menores para correcciones localizadas durante la extensión de la lechada.

La mezcladora móvil será de tipo continuo, dotada de las tolvas, tanques y dispositivos necesarios, sincronizados para dosificar los agregados, el llenante, el agua, la emulsión y los aditivos que requiera la lechada; tendrá, además, un mezclador y una capa repartidora provista de dispositivos para evitar pérdidas

laterales y de una maestra regulable de caucho que permita el correcto reparto, extensión y buena terminación de la lechada.

Requerimientos de Construcción

Explotación de materiales y elaboración de agregados

Se aplica lo indicado en la **Subsección 400.04** de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras- EG 2000.

Diseño de la lechada y obtención de la fórmula de trabajo

Rige todo lo que resulte pertinente de la **Subsección 400.05** de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras- EG 2000.

La consistencia apropiada de la lechada se determinará en el laboratorio por medio de la prueba del cono de consistencia (norma de ensayo MTC E 416).

El contenido óptimo de ligante se determinará mediante los ensayos mecánicos de abrasión en pista húmeda, según la norma MTC E 417 y absorción de arena en la máquina de rueda cargada. Para la elección del óptimo, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Pérdida máxima admisible en el ensayo de abrasión= 0,08 g/cm²
- Absorción máxima admisible de arena en el ensayo de rueda cargada:

Cuadro N° 3.5

Absorción admisible por tránsito de vehículos

| Tránsito medio diario (vehículos) | Absorción admisible (g/cm ²) |
|-----------------------------------|--|
| menos de 300 | 0,08 |
| 300 – 1500 | 0,07 |
| más de 1500 | 0,06 |

Salvo que los ensayos del diseño indiquen lo contrario, la composición de la lechada se ajustará a lo establecido en la siguiente tabla:

Cuadro N° 3.6

Composición de la lechada

| TIPO DE AGREGADO | LA-1 | LA-2 | LA-3 | LA-4 | LA-5 |
|---|--------------|---------------|---------------|------------|------------|
| Ligante residual (% en peso sobreagregados). | 5,5 – 7,5 | 6,5 – 12,0 | 7,5 – 13,5 | 10 – 16 | 12 – 20 |
| Agua preenvuelta (% en peso sobreagregados). | 8 – 12 | 10 – 15 | 10 -15 | 10 – 20 | 10 - 20 |
| Agua total (% en peso sobreagregados) | 10 – 20 | 10 – 20 | 10 – 20 | 10 - 30 | 15 - 40 |
| Cantidad de lechada (kg/m ²) | 15 – 25 | 10 – 15 | 7 – 12 | 02 - 6 | 02 - 5 |

Preparación de la superficie existente

Antes de proceder a la aplicación de la lechada asfáltica, la superficie que habrá de recibirla se limpiará de polvo, barro seco o cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras. Sólo se permitirá el uso de escobas manuales en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos.

Elaboración y aplicación de la lechada asfáltica

Una vez preparada y antes de iniciar la extensión de la lechada, la superficie por tratar deberá ser humedecida con agua de manera uniforme en una cantidad que fijará el Supervisor, a la vista del estado de la superficie y las condiciones climatológicas prevalecientes.

La lechada preparada en el cajón mezclador de la máquina pasará a través de una compuerta vertedero a la caja repartidora, la cual se encargará de distribuirla de manera uniforme sobre la superficie.

El avance del equipo se hará paralelamente al eje de la carretera y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación correcta de la lechada y una superficie uniforme.

No se permitirá la elaboración y aplicación de la lechada si la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie son inferiores a diez grados Celsius (10°C) o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.

Juntas de trabajo

Las juntas de trabajo longitudinales no podrán presentar traslapos ni áreas sin cubrir y las acumulaciones que se produzcan serán alisadas manualmente de manera inmediata, antes de la rotura de la emulsión. Los traslapos de las juntas transversales serán igualmente alisados antes de la rotura de la emulsión, de modo que no se presenten cambios apreciables en la uniformidad de la superficie.

Apertura al tránsito

Deberá impedirse la circulación de todo tipo de tránsito sobre las capas que no hayan curado completamente. El tiempo requerido para dicho curado depende del tipo de emulsión, las características de la mezcla y las condiciones climáticas y será definido en la obra por el Supervisor.

Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución de la lechada asfáltica, tales como juntas irregulares, deficiencias o excesos de dosificación, irregularidades en el alineamiento, huellas del tránsito sobre la lechada sin curar, etc., deberán ser corregidos por el Contratista, sin costo para la entidad contratante, a plena satisfacción del Supervisor.

Aceptación de los trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a) Controles

Se aplica lo indicado en la **Subsección 400.07(a)** de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras- EG 2000.

b) Calidad de la emulsión

La calidad de emulsión deberá ser sustentada para cada tanque de transporte, por un certificado de calidad del fabricante según lo especificado en la Sección 03 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras- EG 2000.

c) Calidad del agua

Siempre que el Supervisor tenga alguna sospecha en relación con la calidad del agua empleada, verificará su pH y su contenido de sulfatos.

d) Calidad de los agregados pétreos

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- El equivalente de arena, según norma de ensayo MTC E 114.
- La plasticidad, en acuerdo a las normas MTC E 111.
- Sales Solubles Totales MTC E219.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinarán:

- La densidad aparente.
- El coeficiente de emulsibilidad.

Los resultados de todas estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en las presentes especificaciones, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación o plasticidad y vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, efectuará las siguientes verificaciones:

- Determinación de la granulometría de los agregados (MTC E 204), una (1) vez por jornada.
- Determinación de la plasticidad de la fracción fina (MTC E 110), una (1) vez cada 150 m³.
- Determinación del equivalente de arena (MTC E 114), una (1) vez cada 150 m³.
- Determinación de la adhesividad, una (1) vez cada 1000 m³

- Determinación del desgaste Los Ángeles (MTC E 207) y la solidez (MTC E 209), al menos una vez cada 1000 m³.

Sobre el polvo mineral se efectuarán pruebas de densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad a razón de una vez por semana, como mínimo, y siempre que se cambie la procedencia del polvo.

e) Composición y resistencia de la lechada

1) Contenido de asfalto

Para efectos del control se considerará como lote la lechada extendida en cada jornada de trabajo, de la cual el Supervisor extraerá un mínimo de cinco muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, de un peso aproximado de dos kilogramos (2 kg) cada una, las cuales empleará en la determinación del contenido de asfalto (MTC E 502) y la granulometría de los agregados (MTC E 503).

El contenido medio de asfalto residual del tramo construido en la jornada (ART%) no deberá diferir del contenido de asfalto establecido en la fórmula de trabajo (ARF%) en más de medio por ciento (0.5%).

$$ARF \% - 0,5\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0,5\%$$

A su vez, sólo se admitirá un valor de contenido de asfalto residual de muestra individual (ARI%) que se aparte en más de uno por ciento (1.0%) del valor medio del tramo.

$$ART \% - 1,0\% \leq ARI \% \leq ART\% + 1,0\%$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, se rechazará el tramo construido durante la jornada.

(2) Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá encajar dentro de la franja adoptada.

(3) Resistencia

Por cada jornada se extraerán tres muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, con las cuales se elaborarán especímenes para los ensayos de abrasión en pista húmeda (MTC E417) y absorción de arena en la máquina de rueda cargada.

Si el desgaste medio (dm) o la absorción media de arena (Am), superan los valores definidos en la fórmula de trabajo (dt) y (At) en más de diez por ciento (10%), se rechazará el tramo construido durante la jornada.

$$dm \leq 1,1 dt$$

$$Am \leq 1,1 At$$

f) Calidad del producto terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde del pavimento tratado con lechada asfáltica no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor.

Además, durante cada jornada, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

1) Tasa de aplicación

En sitios ubicados al azar, se efectuarán como mínimo tres (3) determinaciones diarias de la tasa de aplicación de la lechada sobre la superficie. La tasa media de aplicación (TMA), en kg/m², no podrá variar en más de diez por ciento (10%) de la autorizada como resultado del tramo de prueba, so pena del rechazo del tramo construido durante la jornada.

$$0,90 TME \leq TMA \leq 1,10 TME$$

2) Textura

Por jornada de trabajo deberán efectuarse, como mínimo, dos pruebas de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) y dos de profundidad de textura con el Método del Círculo de Arena (MTC E 1005). En relación con la primera, ningún valor individual podrá presentar un valor inferior a cuarenta y cinco centésimas (0.45), y respecto de la segunda, el promedio de las dos lecturas deberá ser cuando menos igual a seis décimas de milímetro (0.6 mm), sin que ninguno de los dos valores (PTI) sea inferior en más de diez por ciento (10%) al promedio mínimo exigido.

$$PTI \geq 0,54 \text{ mm}$$

3) Rugosidad

La rugosidad, medida en unidades IRI, no podrá ser superior a tres metros por kilómetro (3 m/km), salvo que las especificaciones particulares establezcan un límite diferente.

Esta exigencia no se aplicará cuando la lechada asfáltica se construya sobre un pavimento existente. En este caso los planos y documentos del Proyecto deberán indicar el nivel de rugosidad aceptable.

Todas las áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias indicadas en el presente numeral, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a satisfacción de éste.

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

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

La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, deberá efectuarse en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones parciales para cada kilómetro. La rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor máximo de 3,0 m/km. En el evento de no satisfacer este requerimiento, deberá revisarse los equipos y procedimientos de esparcido y compactado, a fin de tomar las medidas correctivas que conduzcan a un mejoramiento del acabado de la superficie de rodadura.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²).

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. Se excluye del pago el material bituminoso que se pagará de acuerdo con lo indicado en la Partida Emulsión asfáltica

3.2.3.6 SARDINEL DE CONCRETO

Descripción

Se construirá una viga sardinel con la finalidad de confinar la estructura del pavimento y evitar la destrucción de sus bordes para lo cual se tiene las especificaciones en concreto, encofrado y acero a continuación:

El concreto, para la obra será preparado con mezcladoras a pie de obra aprobadas por la Supervisión. El concreto deberá ser mezclado en cantidades adecuadas, para su empleo inmediato. El concreto cuyo fraguado ya se ha iniciado de ninguna manera, deberá ser re-mezclado ni utilizado. Por ningún motivo deberá agregarse agua adicional a la mezcla.

Los encofrados, se usarán en la losa de fondo, muros y losa de techo para confinar la mezcla de concreto y darle la forma de acuerdo a las dimensiones requeridas en los planos. Deberá estar de acuerdo a las normas Del RNC. Tendrá la capacidad para resistir la presión resultante de la colocación y vibrado del concreto,

El acero, especificado es la base a su carga de fluencia de f_y 4200kg/cm², debiendo satisfacer las condiciones Corrugaciones de acuerdo a la norma ASTM A-615

Todas las armaduras serán cortadas a la medida indicada y fabricada estrictamente como se indican en los detalles.

El acero se almacenará fuera de contacto con el suelo, perfectamente cubiertos y se mantendrán libres de tierra, suciedad, aceite, grasa, pintura, oxidación excesiva. Antes de su colocación final se deberá limpiar cualquier capa que pueda reducir sé adherencia. La colocación de acero será efectuada en estricto acuerdo con los planos y se asegurarán contra cualquier desplazamiento Por medio del alambre recocido.

Medición

La unidad de medida será el metro lineal (m).

Pago

Los trabajos realizados se pagaran metro lineal de sardinel terminado y aprobado por la supervisión incluidos la mano de obra, materiales, herramientas, e imprevistos que se presentan para terminar esta partida.

3.3 PRESUPUESTO

3.3.1 PRESUPUESTO DE OBRA

PRESUPUESTO DE OBRA

Proyecto: Monitoreo de la serviciabilidad de la Carretera Cañete - Yauyos del Km
59+000 al 54+000
Lugar: Lima-Cañete-Zuñiga
Fecha: Nov-09
CONSTRUCCION

| Ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------------|---|-------|---------|------------|-------------------|
| 3.00 | TRANSPORTES | | | | 13,803.16 |
| 3.01 | Transporte de materiales granulares D ≤ 1 Km | m3-km | 450.0 | 3.81 | 1,716.26 |
| 3.02 | Transporte de materiales granulares D > 1 Km | m3-km | 10800.0 | 1.12 | 12,086.90 |
| 4.00 | PAVIMENTOS | | | | 732,504.15 |
| 4.01 | Escarificado y conformación de la sub-rasante | m2 | 22500.0 | 1.11 | 24,973.71 |
| 4.02 | Base Granular | m3 | 4500.0 | 33.58 | 151,103.38 |
| 4.03 | Base Estabilizada | m3 | 1125.0 | 230.75 | 259,591.65 |
| 4.04 | Imprimación asfáltica | m2 | 22500.0 | 2.82 | 63,461.90 |
| 4.05 | Colocacion de mortero asfaltico Slurry seal | m2 | 22500.0 | 7.82 | 175,930.73 |
| 4.06 | Sardinel Concreto | m | 785.0 | 73.18 | 57,442.77 |
| | | | | | 746,307.30 |

CONSERVACION RUTINARIA/AÑO

| Ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|------|--|------|---------|------------|------------------|
| 1.00 | Limpieza General | km | 260.0 | 135.43 | 35,210.86 |
| 2.00 | Tratamiento de fisuras con sellante elastomérico | ml | 1500.0 | 5.82 | 8,726.48 |
| 3.00 | Tratamiento de fisuras en bloque | ml | 1500.0 | 8.64 | 12,965.82 |
| 4.00 | Parchado calzada y bermas | m2 | 38.1 | 106.58 | 4,061.59 |
| | | | | | 60,964.75 |

CONSERVACION PERIODICA A LOS 3 AÑOS

| Ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|------|---------------------------------|------|---------|------------|-------------------|
| 1.00 | Movilización y Desmovilización | glb | 1.0 | 12,017.64 | 12,017.64 |
| 2.00 | Riego de liga | m2 | 22500.0 | 2.61 | 58,686.05 |
| 3.00 | Tratamiento de fisuras | ml | 2500.0 | 8.64 | 21,609.70 |
| 4.00 | Parchado | m3 | 68.9 | 106.58 | 7,340.22 |
| 5.00 | Colocación de mortero asfáltico | m2 | 22500.0 | 7.82 | 175,930.73 |
| | | | | | 275,584.34 |

3.3.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS (Ver anexo 2)

CAPÍTULO 4: CONSERVACION DE LA VIA

4.1 CONCEPTO DE CONSERVACION VIAL

La conservación vial es una parte muy importante de la gestión vial pública destinada a lograr que el Estado, en sus diversos niveles de gobierno, logre proteger las carreteras a lo largo de su vida útil, evitando su deterioro prematuro para beneficio de la comunidad nacional.

La conservación vial es un proceso integral que en lo económico tiene el objetivo de optimizar el uso del dinero y preservar el valor del patrimonio vial de la Nación que, en el caso del Perú, es particularmente importante en razón de los elevados costos de inversión para la construcción de carreteras que significa vencer la morfología mayoritariamente agreste del territorio nacional, frente a las limitaciones de recursos del país.

Pero especialmente es necesario impulsar las tareas de conservación vial, entendidas éstas como las obras de **Conservación Rutinaria, Periódica** y cuando se requiera se realizaran **Trabajos de Emergencia**, necesarias a fin de evitar que el gran esfuerzo realizado en construir las carreteras se pierda, y se tenga que empezar de nuevo el proceso.

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, conservar es “Mantener una cosa o cuidar de su permanencia”, o también “Guardar con cuidado una cosa”.

La conservación vial mantiene la misma significación, pero su aplicación tiene un sentido bastante más amplio. Por ello la conservación podría definirse como: “El conjunto de operaciones necesarias para la preservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las mejores condiciones para el tráfico, compatibles con las características geométricas, capa de rodadura que tuvo cuando fue construida, o al estado último a que ha llegado después de las posibles mejoras que haya recibido a lo largo del tiempo”. No obstante, para un cabal entendimiento del concepto de conservación vial, es necesario definir los objetivos y alcances de la conservación vial.

4.2 OBJETIVOS

Entre la construcción original de la carretera y las actividades de conservación de la misma, hay una íntima relación. Una carretera concebida y construida con excesiva capacidad vehicular y soporte de rodadura, evidentemente tendrá pocos gastos de conservación, pero es muy probable que tenga un elevado costo inicial que evidentemente no hace rentable la inversión. Al contrario, en el caso opuesto, una carretera concebida y construida con limitaciones técnicas en la infraestructura tendrá como consecuencia unos gastos de conservación excesivos. Por esta razón es necesario evaluar una serie de alternativas y estrategias de construcción y su contraparte de conservación, para optimizar la solución desde el punto de vista económico. Estos criterios siempre se deben tener en cuenta cuando se afronta la situación de una carretera frente a las demandas previsibles y en un medio ambiente dado. El análisis deberá, en el caso de las carreteras de bajo volumen de tránsito, priorizar los siguientes objetivos según la experiencia peruana:

Primer Objetivo: “Mantener la circulación en el tiempo” debe interpretarse en el sentido que las interrupciones son admisibles pero en cortos periodos u horas, incluso planificadamente, cuando se adoptan soluciones frente a problemas como torrenteras, derrumbes o deslizamientos, plataforma erosionada o muy húmeda. Es decir, estos problemas y otros similares deben ser resueltos mediante actividades de conservación, en muy corto plazo. No están comprendidos en los programas de conservación hacer frente a eventos mayores, causados anormalmente por la naturaleza, por ejemplo: lluvias o nevadas excepcionales o terremotos, etc. que pudieran determinar graves daños a las carreteras.

Segundo objetivo: “Mantener una circulación segura” debe entenderse como la conservación en términos de calidad operativa y estará referida a la rugosidad superficial de la carretera ($IRI \leq 6$) y a la uniformidad geométrica del trazado, así como a la señalización y seguridad vial.

Tercer objetivo: “Requerimientos debidos al tránsito, especialmente de carga”. Igualmente debe entenderse como la ejecución de acciones de conservación,

consecuentes con un volumen previsible de la demanda, que no considera aumentos súbitos de los volúmenes de tránsito y menos del tránsito pesado.

4.3 DEFINICIONES DE TIPO DE CONSERVACION VIAL POR LA FRECUENCIA COMO SE REPITEN

Obra de conservación rutinaria

Es el conjunto de actividades que se ejecutan dentro del Presupuesto Anual para conservar la calzada, el sistema de drenaje, área lateral, la señalización y las obras de arte en general. Estos trabajos tienen el carácter de preventivo y se ejecutan, según sea el caso en diversa magnitud (limitada e ilimitada), durante todo el año para conservar la adecuada transitabilidad y evitar el deterioro prematuro de la carretera, de acuerdo a una programación elaborada en función de prioridades, estacionalidad y características de la carretera. Las actividades y sus regularidades son las siguientes:

Limpieza general, que tendrá una recurrencia de 1 día por semana dado que los desechos orgánicos y obstáculos ocasionados por los mismos usuarios y moradores podrían contaminar la calzada y/o causar accidentes.

Tratamiento de fisuras, Tratamiento de fisuras de bloque y Bacheo de calzada y berma, tendrá una intervención por cada de 3 meses por semana dado que en la visita a campo realizada en setiembre de 2009 se presentaron fisuras y hundimientos según fotografías a tres meses de la puesta en servicio.

Figura N° 4.1

Hundimiento al borde la calzada

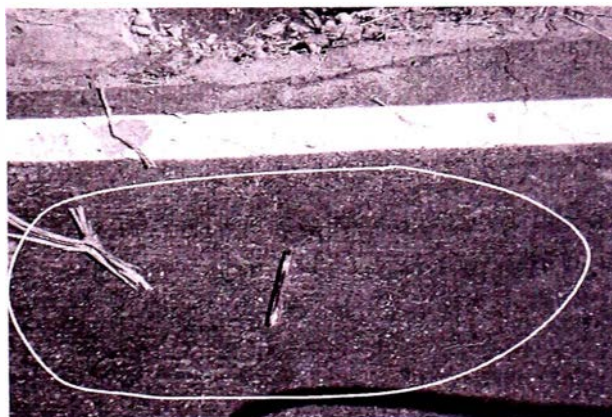
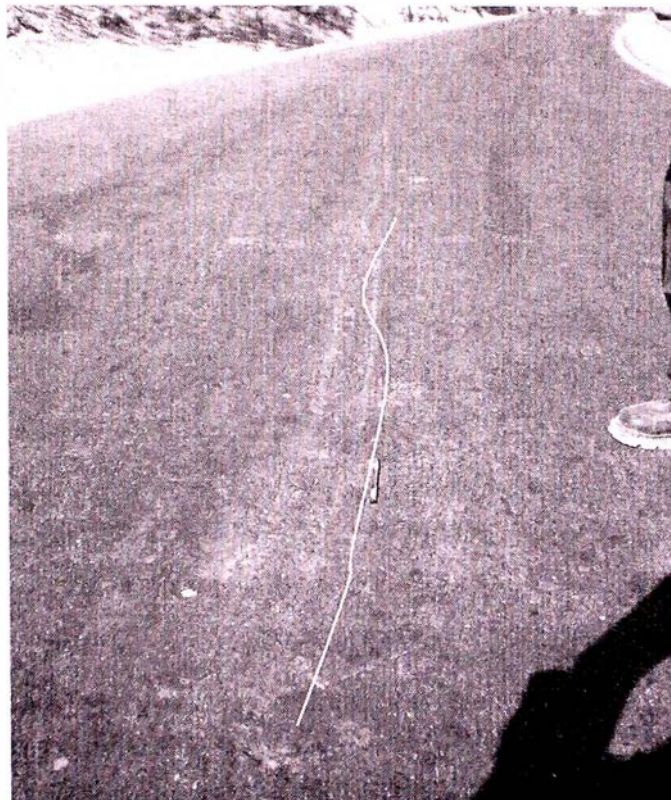


Figura N° 4.2

Fisuras longitudinales



Obra de conservación periódica

La conservación periódica es la actividad que se ejecuta sólo para reconfigurar y restablecer las características técnicas de la superficie de rodadura. La actividad se repite en periodos de más de un año, según el efecto del tránsito. En la conservación periódica no se incluyen las correspondientes a la conservación del derecho de vía, explanaciones, drenaje, cauces, estructuras y señalización, las mismas que están cubiertas absolutamente por la conservación rutinaria. Se entiende que anualmente las actividades de conservación rutinaria deberán evitar el deterioro de la carretera.

Trabajos de emergencia

Es el conjunto de actividades que se ejecutan para recuperar la inmediata transitabilidad de la carretera afectada por varios sectores por un evento extraordinario o de fuerza mayor.

4.4 CONSERVACION RUTINARIA

4.4.1 LIMPIEZA GENERAL

Descripción de la Actividad:

Eliminación de piedras, bloques sueltos y cualquier otro obstáculo sobre la carretera, a fin de mantener libre su superficie para un tránsito vehicular normal.

Unidad de medida: Kilómetro (Km)

Descripción del daño

Presencia de materiales ajenos y contaminantes en la superficie de la carretera, tales como: Arcilla, Lodo, Tierra vegetal, Vegetación, Excrementos de animales, Basura, Desechos orgánicos, Vidrios, Fierros, Piedras, Bloques, Ramas, Cualquier obstáculo peligroso para los usuarios.

Causas y pronóstico del daño

Las causas fundamentales son: El descuido de los usuarios y de los moradores, Falta de mantenimiento, Vandalismo, Accidentes de tránsito.

En caso de no tener mantenimiento ocasionaría los siguientes daños: Los materiales impuros pueden contaminar la capa de material afirmado de la carretera y acelerar su deterioro, Los materiales peligrosos pueden causar accidentes o averías a los vehículos.

Descripción del personal

- 1 capataz.
- 1 chofer de camioneta
- 3 peones.

Descripción del equipo y herramientas

- 1 volquete. (eventualmente).
- 1 cargador (eventualmente).
- 2 carretillas.
- 3 palas.
- 3 picos.

- 3 rastrillos.

Producción diaria y/o rendimientos

5Km

4.4.2 TRATAMIENTO DE FISURAS

Descripción de la Actividad:

Se realiza un sello con material de características elásticas; con la finalidad de proporcionar a la carpeta asfáltica desplazamientos tanto de dilatación como de contracción por tal motivo es necesario el uso de polímeros y aditivos con propiedades adhesivas

Unidad de medida: Metro lineal (ml)

Descripción del daño

Son Aberturas o agrietamientos que pueden ser paralelas, perpendiculares a la eje de la calzada e inclinadas.

Causas y pronóstico del daño

Las causas fundamentales son: El Espesor del pavimento inadecuado para el nivel de solicitaciones y/o de la capacidad de soporte de la sub.-rasante, Drenaje inadecuado en zonas localizadas, Mezcla asfáltica muy rígida, Malas juntas de construcción.

En caso de no tener mantenimiento ocasionaría que estas grietas sigan desarrollándose hasta logra formar bloques.

Descripción del personal

- 1 capataz.
- 1 oficial chofer de camioneta.
- 1 operador de ruteador.
- 2 operador de sellador de fisuras
- 2 peones.

Descripción del equipo y herramientas

- 1 Camioneta.

- 1 Ruteador.
- 1 Compresora
- 2 Sellador.

Producción diaria y/o rendimientos

600ml

4.4.3 TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE

Descripción de la Actividad:

En estos casos para el tratamiento de las fisuras es necesario contar con un material de características elásticas; con la finalidad de proporcionar a la carpeta asfáltica desplazamientos tanto de dilatación como de contracción por tal motivo es necesario el uso de polímeros y aditivos con propiedades adhesivas

Unidad de medida: Metro lineal (ml)

Descripción del daño

Son Aberturas o agrietamientos forma de grandes bloques se les puede describir también como agrietamientos que divide el pavimento en trozos aproximadamente rectangulares de diversas dimensiones.

Causas y pronóstico del daño

Las causas fundamentales son: Mezcla asfáltica muy rígida, Espesor del pavimento inadecuado para el nivel de solicitudes y/o baja capacidad de soporte de la sub-rasante.

En caso de no tener mantenimiento ocasionaría que estas grietas sigan desarrollándose hasta logra grietas tipo piel de cocodrilo donde se tendría que levantar la superficie de rodadura para darle solución al problema.

Descripción del personal

- 1 capataz.
- 1 oficial chofer de camioneta.
- 1 operador de ruteador.
- 2 operador de sellador de fisuras
- 2 peones.

Descripción del equipo y herramientas

- 1 Camioneta.
- 1 Ruteador.
- 1 Compresora
- 2 Sellador.

Producción diaria y/o rendimientos

600ml

4.4.4 BACHEO EN CALZADA Y BERMAS

Descripción de la Actividad:

Reparación de áreas (cavidades ó deformaciones) pequeñas de superficie inestable agregando material apropiado que será debidamente nivelado para proveer una superficie de rodadura uniforme y mantener un bombeo adecuado.

Unidad de medida: Metro cuadrado (m²)

Descripción del daño

La presencia de huecos y hundimientos localizados.

Causas y pronostico del daño

Las causas fundamentales son: Drenaje lateral deficiente, El perfil transversal de la carretera no permite la evacuación del agua por los lados, Deficiencias en el tiempo de la construcción.

En caso de no tener mantenimiento ocasionaría los siguientes daños: Los surcos de erosión pueden hacerse más profundos, Pérdida de materiales, Destrucción acelerada de la capa de afirmado.

Descripción del personal

- 1 capataz.
- 2 operario.
- 1 oficial.
- 4 peones.

Descripción del equipo y herramientas

- 1 volquete.
- 2 carretillas.
- 5 palas.
- 5 picos.
- 3 rastrillos.
- 3 pisones manuales.
- 1 Cortadora de asfalto
- 1 Compactador Vibratorio

Producción diaria y/o rendimientos

36m²

4.5 CONSERVACION PERIODICA

Se procederá a realizar partidas a los 03 años de culminados los trabajos de inversión inicial desde la puesta en servicio de la carretera con la finalidad de reconformar y llegar a la vida útil de nuestro pavimento las partidas a utilizar son las siguientes:

Cuadro N° 4.1

Partidas para mantenimiento Rutinario

| Ítem | Descripción | Unidad |
|------|---------------------------------|--------|
| 1.00 | Movilización y Desmovilización | GB |
| 2.00 | Riego de liga | M2 |
| 3.00 | Tratamiento de fisuras | MI |
| 4.00 | Parchado | M2 |
| 5.00 | Colocación de mortero asfáltico | M2 |

4.6 TRABAJOS DE EMERGENCIA

Estos trabajos se realizaran para restablecer la transitabilidad de la carretera en caso de ocurrencia de la emergencia. Restauración localizada de la carretera.

Descripción de la Actividad:

Restauración inmediata de un tramo de la carretera que se encuentra deteriorado por erosión, derrumbes, huaicos, inundaciones, terremotos u otro fenómeno natural, o como resultado de acción del hombre (guerras, motines, atentados, etc), con el fin de dar transitabilidad y devolver a la carretera su normal tráfico vehicular.

Unidad de medida: Kilometro (Km)

Descripción del daño

Corte de la carretera con interrupción del tráfico vehicular.

Causas y pronóstico del daño

Las causas fundamentales son Fenómenos naturales ó la acción del hombre.

En caso de no realizar estas actividades ocasionará la pérdida de bienes perecibles y demoras en tiempos de viaje (perjuicios económicos).

Descripción del personal

- 1 capataz.
- 5 peones.
- 1 operador de tractor.
- 1 operador de Cargador frontal.
- 3 choferes de volquete.

Descripción del equipo y herramientas

- 1 cisterna de agua.
- 3 volquetes.
- 1 tractor.
- 1 cargador frontal.
- 1 compresora (eventualmente).
- Martillos (eventualmente).
- Barrenos (eventualmente).

Producción diaria y/o rendimientos

300m³

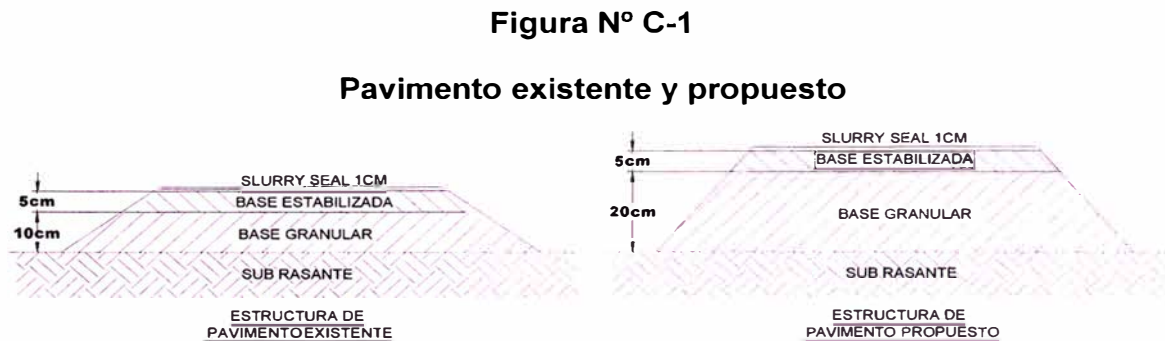
CONCLUSIONES

1. La solución planteada al problema de destrucción en bordes para tamos curvos nos da un ahorro de S/. 150 por metro lineal según el siguiente cuadro comparativo en anexo 3

Donde se consideran 1 intervenciones por año por lo que se tienen 7 reparaciones de bordes, el caso de no hacer intervención con viga sardinel propuesta. El uso de este sardinel se realizará en tramos curvos donde el radio de giro sea menor a 22 m, que en el tramo de estudio km 59+000 a km 64+000 representan un 25% del total de curvas, que es el radio mínimo para la velocidad directriz de 30km/h según el Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Por lo tanto la implementación de la viga sardinel descrita produce un ahorro en la conservación de la vía.

2. En cuanto al diseño de la estructura de pavimento existente y el propuesto en este informe tenemos la siguiente figura:



Donde el número estructural del pavimento existente es menor al requerido. Por lo tanto la estructura de pavimento existente es insuficiente para soportar el tráfico proyectado.

3. El coeficiente de aporte de una base estabilizada es 2.5 veces mayor que una base sin estabilización por lo que nos puede dar espesores de pavimento

menores en valores menores al 50% al que se hiciera solo con base sin estabilizar.

RECOMENDACIONES

1. Para el cálculo de los ejes equivalentes se halla de la siguiente manera

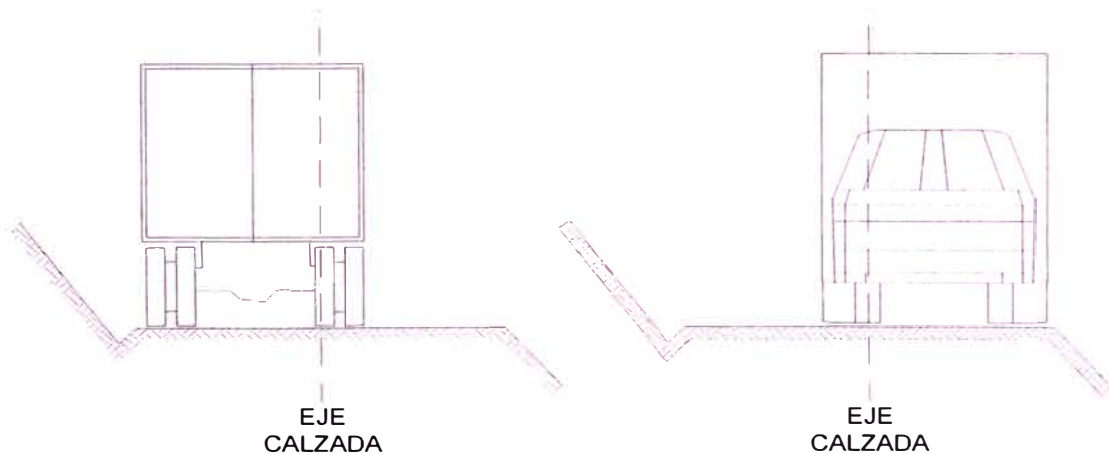
$$EE_{\text{eje-carril}} = EE \times \text{Factor Direccional} \times \text{Factor Carril}$$

Donde el factor direccional es 0.5 cuando la calzada es de dos carriles. En nuestro tramo donde tenemos anchos de carril hasta de 3.0 de ancho, que no cumplen con el ancho mínimo de 5.50m que recomienda el Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito para dos carriles. Entonces al tener insuficiente ancho el vehículo que viene en una determinada u otra dirección ocupa parte del otro carril de esta manera tenemos una zona intermedia de la calzada que tendrá doble tránsito.

Por tanto se recomienda usar el factor direccional 0.50 para doble carril siempre y cuando se cumpla con el ancho mínimo según Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito en caso contrario usar factor 1.0.

Figura N° R-1

Superposición de carriles en la calzada



2. En la visita a campo en nuestro tramo en estudio, del km 59+000 a km 64+000, se realizó el recorrido en camioneta a una velocidad promedio de 30 km/h, mas en tramos curvos donde el radio era menor a 22m la velocidad se bajaba a 25 km/h por lo que se recomienda colocar señales de Velocidad máxima indicando que esta es de 25km/h, dada la falta de señalización en todo el tramo de estudio que podría ocasionar futuros accidentes.

Figura N° 15

Señalización de máxima velocidad



3. El cambio de estándar de la carretera incrementara el IMD en nuestro tramo y en general en toda la carretera Cañete – Yauyos obteniendo beneficios por parte de ahorros en costos de operación vehicular (COV) y en consecuencia un beneficio al desarrollo del país por tanto se recomienda el conservar el concepto de conservación para una adecuada Serviciabilidad de y transitabilidad de la vía.

BIBLIOGRAFIA

- MTC - Manual para diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito, 2008
- MTC - Especificaciones Técnicas de carreteras de bajo Volumen de tránsito, 2008
- MTC - Conservación de carreteras de bajo Volumen de tránsito, 2008
- MTC - Provias Nacional; Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional: Conservación vial de la Carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zuñiga-Dv. Yauyos-Ronchas, 2008.
- MTC - Provias Nacional; Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuana-Dv. Yauyos-Chupaca, a nivel de Factibilidad 2005.
- Villavicencio Chuquillanqui Nalda, Informe de suficiencia "Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 57+300 al Km 57+600 – Diseño de Pavimentos", Lima 2008
- Vega Ramos Hilda, Informe de suficiencia "Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 59+100 al Km 59+400 – Diseño de Pavimentos", Lima 2008.

ANEXO1: PLANILLA DE METRADOS

PLANILLA DE METRADOS

Proyecto: Monitoreo de la serviciabilidad de la Carretera Cañete - Yauyos del Km 59+000 al 64+000

Lugar: Lima-Cañete-Zuñiga

Fecha: Nov-09

2.01 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM

Cantera Km 64+000 (base)

| Desde | Hasta | Long. | Vol. Comp. | C.G. | Origen | Distancia | km-m3 |
|--------|--------|-------|------------|------|--------|-----------|------------|
| | | Km. | m3 | | A | DA - Km | Hasta 1 km |
| 63.000 | 64.000 | 1.000 | 900 | 63.5 | 64 | 0.5 | 450 |

2.02 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR MAYOR A 1 KM

Cantera Km 64+000 (base)

| Desde | Hasta | Long. | Vol. Comp. | C.G. | Origen | Distancia | km-m3 |
|--------|--------|-------|------------|------|--------|-----------|------------|
| | | Km. | m3 | | A | DA - Km | Hasta 1 km |
| 59.000 | 63.000 | 4.000 | 3600 | 61 | 64 | 3 | 10800 |

3.01 ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE SUB RASANTE

| Descripción | Ancho (m) | Long. (m) | Espesor (m) | Parcial | Total (m2) |
|-------------|-----------|-----------|-------------|---------|------------|
| Carril | 4.5 | 5000 | - | 22500 | 22500 |
| | | | | | 22500 |

3.02 BASE GRANULAR

| Descripción | Ancho (m) | Long. (m) | Espesor (m) | Parcial | Total (m3) |
|-------------|-----------|-----------|-------------|---------|------------|
| Carril | 4.5 | 5000 | 0.2 | 4500 | 4500 |
| | | | | | 4500 |

3.03 BASE ESTABILIZADA

| Descripción | Ancho (m) | Long. (m) | Espesor (m) | Parcial | Total (m3) |
|-------------|-----------|-----------|-------------|---------|-------------|
| Carril | 4.5 | 5000 | 0.05 | 1125 | 1125 |
| | | | | | 1125 |

3.04 IMPRIMACIÓN ASFALTICA

| Descripción | Ancho (m) | Long. (m) | Espesor (m) | Parcial | Total (m2) |
|-------------|-----------|-----------|-------------|---------|--------------|
| Carril | 4.5 | 5000 | - | 22500 | 22500 |
| | | | | | 22500 |

3.05 COLOCACION DE MORTERO ASFALTICO SLURY SEAL

| Descripción | Ancho (m) | Long. (m) | Espesor (m) | Parcial | Total (m2) |
|-------------|-----------|-----------|-------------|---------|--------------|
| Carril | 4.5 | 5000 | - | 22500 | 22500 |
| | | | | | 22500 |

3.06 SARDINEL DE CONCRETO

| Descripción | N curvas | Long. (m) | Parcial | Nº lados | Total (m) |
|-------------|----------|-----------|---------|----------|------------|
| Curvas | 25 | 15.7 | 392.5 | 2 | 785 |
| | | | | | 785 |

ANEXO 2: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

| Partida 3.01 TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES D<= 1Km | | | | | | |
|--|---|---------|-----------|---------------|------------|----------------|
| Rendimiento | m3k/DIA: | 512 EQ. | 314 | CUD por : m3k | 3.81 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | OFICIAL | hh | 0.5 | 0.0078 | 11.58 | 0.090 |
| | | | | | | 0.090 |
| | Equipos | | | | | |
| | CAMION | | | | | |
| | VOLQUETE 10 m3 | hm | 1 | 0.0156 | 172.63 | 2.697 |
| | CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3 | hm | 0.5 | 0.0078 | 131.34 | 1.026 |
| | | | | | | 3.723 |

| Partida 3.02 TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES D> 1Km | | | | | | |
|---|------------------------|----------|-----------|---------------|------------|----------------|
| Rendimiento | m3k/DIA: | 1234 EQ. | 914 | CUD por : m3k | 1.12 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Equipos | | | | | |
| | CAMION | | | | | |
| | VOLQUETE 12 m3 | hm | 1 | 0.0065 | 172.63 | 1.119 |
| | | | | | | 1.119 |

| Partida 4.01 ESCARIFICADO Y CONFORMACIÓN DE LA SUB-RASANTE | | | | | | |
|--|--------------------------------|--------|-----------|------------------------------------|------------|----------------|
| Rendimiento | 2200 | m2/DIA | | Costo unitario directo por : m2 | 1.11 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | CAPATAZ "B" | hh | 0.5 | 0.0018 | 15.59 | 0.028 |
| | OFICIAL | hh | 1 | 0.0036 | 11.58 | 0.042 |
| | PEON | hh | 3 | 0.0109 | 10.47 | 0.114 |
| | | | | | | 0.18 |
| | Equipos | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.18 | 0.009 |
| | CAMIÓN CISTERNA 4X2 (AGUA) | | | | | |
| | 1,500 GAL | hm | 1 | 0.0036 | 86.73 | 0.315 |
| | RODILLO LÍSO VIBR AUTOP 70-100 | | | | | |
| | HP 7-9 T. | hm | 1 | 0.0036 | 63.64 | 0.231 |
| | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 1 | 0.0036 | 101.54 | 0.369 |
| | | | | | | 0.93 |

| Partida | | 4.02 BASE GRANULAR | | | | |
|-------------|--|--------------------|-----------|--------------|------------|----------------|
| Rendimiento | m3/DIA: | 360 EQ. | 360 | CUD por : m3 | 33.58 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | OFICIAL | hh | 1 | 0.0222 | 11.58 | 0.257 |
| | PEON | hh | 6 | 0.1333 | 10.47 | 1.396 |
| | CAPATAZ "A" | hh | 1 | 0.0222 | 16.89 | 0.375 |
| | | | | | | 2.03 |
| | Equipos | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO | %MO | | 5 | 2.03 | 0.101 |
| | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 1 | 0.0222 | 63.64 | 1.414 |
| | | hm | 1 | 0.0222 | 101.54 | 2.256 |
| | | | | | | 3.77 |
| | Subpartidas | | | | | |
| | MATERIAL GRANULAR BASE TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA | m3 | | 1.25 | 18.24 | 22.800 |
| | | m3 | | 0.18 | 27.65 | 4.978 |
| | | | | | | 27.78 |

| Partida | | 4.03 BASE ESTABILIZADA | | | | |
|-------------|--|------------------------|-----------|--------------|------------|----------------|
| Rendimiento | m3/DIA: | 360 EQ. | 360 | CUD por : m3 | 230.75 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | OFICIAL | hh | 1 | 0.0222 | 11.33 | 0.252 |
| | PEON | hh | 6 | 0.1333 | 10.24 | 1.365 |
| | CAPATAZ "A" | hh | 1 | 0.0222 | 21.03 | 0.467 |
| | | | | | | 2.08 |
| | Equipos | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO | %MO | | 5 | 2.08 | 0.104 |
| | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 1 | 0.0222 | 60 | 1.333 |
| | | hm | 1 | 0.0222 | 125 | 2.778 |
| | | | | | | 4.22 |
| | Subpartidas | | | | | |
| | MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO | m3 | | 1.25 | 174.20 | 217.7 |
| | TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA | m3 | | 0.18 | 37.23 | 6.701 |
| | | | | | | 224.45 |

| Partida | | 4.04 IMPRIMACION ASFÁLTICA | | | | |
|-------------|--|----------------------------|-----------|--------------|------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA: | 4000 EQ. | 4000 | CUD por : m2 | 2.82 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | CAPATAZ | hh | 1 | 0.0020 | 15.59 | 0.03 |
| | OFICIAL | hh | 1 | 0.0020 | 11.58 | 0.02 |
| | PEON | hh | 6 | 0.0120 | 10.47 | 0.13 |
| | | | | | | 0.18 |
| | Materiales | | | | | |
| | ASFALTICO LIQUIDO MC-30 | | | 0.3150 | 6.99 | 2.20 |
| | | | | | | 2.20 |
| | Equipos y Herramientas | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MENORES | %MO | | 5.0000 | 0.18 | 0.01 |
| | COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP | hm | 0.5 | 0.0010 | 57.14 | 0.06 |
| | BARREDORA MECANICA 10-20 HP | hm | 0.5 | 0.0010 | 36.04 | 0.04 |
| | TRACTOR DE TIRO DE 80 HP | hm | 1.0 | 0.0020 | 49.13 | 0.10 |
| | CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G | hm | 1.0 | 0.0020 | 119.13 | 0.24 |
| | | | | | | 0.44 |

| Partida | | 4.05 COLOCACION DE MORTERO ASFALTICO SLURY SEAL | | | | |
|---------------------|--|---|-----------|--------------|------------|-------------|
| Rendimiento | MO. | 2000 EQ. | 400 | CUD por : m2 | 7.82 | |
| Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | CAPATAZ | hh | 0.75 | 0.0030 | 16.89 | 0.05 |
| | OFICIAL | hh | 1.00 | 0.0040 | 11.48 | 0.05 |
| | PEON | hh | 6.00 | 0.0240 | 10.47 | 0.25 |
| | | | | | | 0.35 |
| | Materiales | | | | | |
| | GRAVILLA P/TRAT.SUPERFICIAL | M3 | | 0.0100 | 184.66 | 1.85 |
| | AGUA LIMPIA | GLN | | 0.0020 | 8.00 | 0.02 |
| | CEMENTO PORTLAND TIPO I | BLS | | 0.0040 | 17.48 | 0.07 |
| | EMULSION ASFALTICA CATIONICA CRS-2 | GLN | | 0.6000 | 6.98 | 4.19 |
| | | | | | | 6.12 |
| | Equipos | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.35 | 0.02 |
| | COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP | hm | 1.00 | 0.0040 | 57.14 | 0.23 |
| | TRACTOR DE TIRO DE 80 HP | hm | 1.00 | 0.0040 | 49.13 | 0.20 |
| | CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G | hm | 1.00 | 0.0040 | 119.13 | 0.48 |
| | ESPARCIDORA DE AGREGADOS | hm | 1.00 | 0.0040 | 107.94 | 0.43 |
| | | | | | | 1.35 |

| Partida 4.06 SARDINEL CONCRETO (FC = 175 KG/CM2) | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--------------|-------------|----------|--------|--------------------|--------------|
| Rendimiento | 120 | m/DIA | H.H. | | | CUD por : m | 73.18 |
| Código | Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| | CAPATAZ | H.H | 0.10 | 0.0067 | 15.59 | 0.10 | |
| | OPERARIO | H.H | 1.00 | 0.0667 | 12.99 | 0.87 | |
| | OFICIAL | H.H | 1.00 | 0.0667 | 11.58 | 0.77 | |
| | PEON | H.H | 6.00 | 0.4000 | 10.47 | 4.19 | |
| | | | | | | 5.93 | |
| | Equipos | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 5.29 | 0.26 | |
| | | | | | | 0.26 | |
| | Insumos Partida | | | | | | |
| | CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 | m3 | | 0.0450 | 228.08 | 10.26 | |
| | ENCOFRADO Y DEENCOFRADO | m2 | | 0.6000 | 44.94 | 26.96 | |
| | CIMENTACION | | | | | | |
| | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 | kg | | 6.8600 | 4.12 | 28.27 | |
| | | | | | | 65.50 | |

| Partida RIEGO DE LIGA | | | | | | | |
|------------------------------|--|-------------|------------|-------------|------------|---------------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA: | 4000 | EQ. | 4000 | | CUD por : m2 | 2.61 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| | CAPATAZ | hh | 1 | 0.0020 | 15.59 | 0.03 | |
| | OFICIAL | hh | 1 | 0.0020 | 11.58 | 0.02 | |
| | PEON | hh | 6 | 0.0120 | 10.47 | 0.13 | |
| | | | | | | 0.18 | |
| | Materiales | | | | | | |
| | ASFALTICO LIQUIDO MC-30 | | | 0.3150 | 6.99 | 2.20 | |
| | | | | | | 2.20 | |
| | Equipos y Herramientas | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MENORES | %MO | | 5.0000 | 0.18 | 0.01 | |
| | COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP | hm | 0.5 | 0.0010 | 57.14 | 0.06 | |
| | BARREDORA MECANICA 10-20 HP | hm | 0.5 | 0.0010 | 36.04 | 0.04 | |
| | TRACTOR DE TIRO DE 80 HP | hm | 1.0 | 0.0020 | 49.13 | 0.10 | |
| | CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G | hm | 1.0 | 0.0020 | 13.00 | 0.03 | |
| | | | | | | 0.23 | |

| MATERIAL GRANULAR BASE | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------|-----------|----------|--------------|--------------|
| Subpartida | | | | | | |
| Rendimiento | 1300 | EQ.1,300.00 | | | CUD por : m3 | 18.24 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Subpartidas | | | | | |
| | ZARANDEO DE MATERIAL SELLECCIONADO | m3 | | 0.4 | 4.76 | 1.90 |
| | TRANSPORTE DE CANTERA A PLANTA | m3 | | 1.2 | 4.65 | 5.58 |
| | EXTRACCION Y APILAMIENTO | m3 | | 1.2 | 3.81 | 4.57 |
| | CHANCADO | m3 | | 0.8 | 7.72 | 6.18 |
| | | | | | | 18.24 |

| MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------|-----------|----------|--------------|---------------|
| Subpartida | | | | | | |
| Rendimiento | 360 | EQ.400 | | | CUD por : m3 | 174.20 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | OPERARIO | H.H | 1.00 | 0.0222 | 12.99 | 0.29 |
| | | | | | | 0.29 |
| | Material | | | | | |
| | EMULSION ASFALTICA CATIONICA CRS-2 | GLN | | 21.6 | 6.98 | 150.77 |
| | | | | | | 150.77 |
| | Equipos | | | | | |
| | TRACTOR DE TIRO DE 80 HP | hm | 1.00 | 0.02 | 49.13 | 1.09 |
| | | | | | | 1.09 |
| | Subpartidas | | | | | |
| | ZARANDEO DE MATERIAL SELLECCIONADO | m3 | | 1.2 | 4.76 | 5.71 |
| | TRANSPORTE DE CANTERA A PLANTA | m3 | | 1.2 | 4.65 | 5.58 |
| | EXTRACCION Y APILAMIENTO | m3 | | 1.2 | 3.81 | 4.57 |
| | CHANCADO | m3 | | 0.8 | 7.72 | 6.18 |
| | | | | | | 22.05 |

| TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA | | | | | | |
|--|--|----------|-----------|----------|--------------|--------------|
| Subpartida | | | | | | |
| Rendimiento | 30 | EQ.50.00 | | | CUD por : m3 | 27.65 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | PEON | hh | 1.00 | 0.2667 | 10.47 | 2.79 |
| | | | | | | 2.79 |
| | Equipos | | | | | |
| | MOTOBOMBA 7 - 10 HP D=3-4" | hm | 1.00 | 0.2667 | 1.50 | 0.40 |
| | CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl | hm | 1.00 | 0.2667 | 91.73 | 24.46 |
| | | | | | | 24.86 |

| CONCRETO f _c = 210 KG/CM2 PARA ESTRUCTURAS | | | | | | |
|---|---|--------|-----------|------------|--------------|---------------|
| Subpartida | 18 m3/DIA | | H.H. | 5.98390486 | CUD por : m3 | 227.76 |
| Rendimiento | 18 m3/DIA | | H.H. | 5.98390486 | CUD por : m3 | 227.76 |
| Código | Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | CAPATAZ | H.H | 0.10 | 0.04 | 15.59 | 0.69 |
| | OPERARIO | H.H | 2.00 | 0.89 | 12.99 | 11.55 |
| | OFICIAL | H.H | 2.00 | 0.89 | 11.58 | 10.29 |
| | PEON | H.H | 8.00 | 3.56 | 10.47 | 37.23 |
| | | | | | | 59.76 |
| | Materiales | | | | | |
| | CEMENTO PORT.TIPO I EN BOLSAS 42.5 KGS. | BOL | | 8.60 | 17.48 | 150.33 |
| | PIEDRA CHANCADA 1/2" | m3 | | 0.80 | 38.06 | 30.45 |
| | | | | | | 150.33 |
| | Equipos | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.00 | 59.76 | 2.99 |
| | MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3 /TOLVA | H.M | 1.00 | 0.44 | 4.80 | 2.13 |
| | VIBRADOR DE CONCRETO 1.50" 4HP | H.M | 1.00 | 0.44 | 4.30 | 1.91 |
| | | | | | | 7.03 |
| | Insumos Partida | | | | | |
| | AGUA PARA CONCRETO | m3 | | 0.15 | 27.65 | 4.15 |
| | TRANSPORTE DE CANTERA A PLANTA | m3-K | | 2.62 | 1.12 | 2.93 |
| | AGREGADO FINO | m3 | | 0.55 | 6.48 | 3.56 |
| | | | | | | 10.64 |

| ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|--------|-----------|----------|--------------|--------------|
| Subpartida | 14 m2/DIA | | H.H. | 1.2 | CUD por : m2 | 44.94 |
| Rendimiento | 14 m2/DIA | | H.H. | 1.2 | CUD por : m2 | 44.94 |
| Código | Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | CAPATAZ | H.H | 0.10 | 0.057 | 15.59 | 0.89 |
| | OPERARIO | H.H | 1.00 | 0.571 | 12.99 | 7.42 |
| | OFICIAL | H.H | 1.00 | 0.571 | 11.58 | 6.62 |
| | | | | | | 14.93 |
| | Materiales | | | | | |
| | ALAMBRE NEGRO N° 08 | KG | | 0.2500 | 3.59 | 0.90 |
| | CLAVOS PROMEDIOS PARA LA CONSTRUCCION | KG | | 0.2000 | 2.52 | 0.50 |
| | MADERA TORNILLO | P2 | | 5.5000 | 3.99 | 21.95 |
| | TRIPLAY LUPUNA 19 MM. X 4' X 8' | pln | | 0.0600 | 98.58 | 5.91 |
| | | | | | | 29.26 |
| | Equipos | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 14.93 | 0.75 |
| | | | | | | 0.75 |

| Sub Partida ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 | | | | | | |
|--|---|--------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Rendimiento | 250 | KG/DIA | H.M. | 0 | CUD por : kg | 4.12 |
| Código | Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
| Mano de Obra | | | | | | |
| | CAPATAZ | H.H | 0.10 | 0.003 | 15.59 | 0.05 |
| | OPERARIO | H.H | 1.00 | 0.032 | 12.99 | 0.42 |
| | OFICIAL | H.H | 1.00 | 0.032 | 11.58 | 0.37 |
| | OFICIAL | H.H | 1.00 | 0.032 | 10.57 | 0.34 |
| | | | | | | 1.17 |
| Materiales | | | | | | |
| | ALAMBRE NEGRO N° 16 | KG | | 0.0500 | 3.59 | 0.18 |
| | FIERRO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 G-60 | KG | | 1.0500 | 2.58 | 2.71 |
| | | | | | | 2.89 |
| Equipos | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 1.17 | 0.06 |
| | | | | | | 0.06 |

| Subpartida ZARANDEO DE MATERIAL SELLECCIONADO | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Rendimiento | 200 | | EQ.200.00 | | CUD por : m3 | 4.76 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | |
| | CAPATAZ "B" | hh | 0.2 | 0.008 | 15.59 | 0.12 |
| | OPERARIO | hh | 1 | 0.040 | 12.99 | 0.52 |
| | PEON | hh | 3 | 0.120 | 10.47 | 1.26 |
| | | | | | | 1.90 |
| Equipos | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3 | 1.90 | 0.06 |
| | ZARANDA | hm | 1 | 0.040 | 32.64 | 1.31 |
| | GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW | hm | 1 | 0.040 | 11.2 | 0.45 |
| | CARGADOR SOBRE LLANTAS 100- 115 HP | hm | 0.2 | 0.008 | 131.34 | 1.05 |
| | | | | | | 2.86 |

| Subpartida TRANSPORTE DE CANTERA A PLANTA CHANCADORA DM=0.5KM | | | | | | |
|---|---------------------------------------|--------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Rendimiento | 420 | | EQ.420.00 | | CUD por : m3 | 4.65 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | |
| | OFICIAL | hh | 0.5 | 0.010 | 11.58 | 0.11 |
| | | | | | | 0.11 |
| Equipos | | | | | | |
| | CARGADOR SOBRE LLANTAS 125- 155 HP | hm | 0.5 | 0.010 | 131.63 | 1.25 |
| | CAMION VOLQUETE 12 m3 | hm | 1 | 0.019 | 172.73 | 3.29 |
| | | | | | | 4.54 |

| Subpartida EXTRACCION Y APILAMIENTO MATERIAL GRANULAR | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Rendimiento | 570 | EQ.570.00 | | | CUD por : m3 | 3.81 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | CAPATAZ "B" | hh | 0.2 | 0.00 | 15.59 | 0.04 |
| | PEON | hh | 2 | 0.03 | 10.47 | 0.29 |
| | | | | | | 0.34 |
| | Equipos | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.00 | 0.34 | 0.02 |
| | TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP | hm | 1 | 0.01 | 246.34 | 3.46 |
| | | | | | | 3.47 |

| Subpartida CHANCADO | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Rendimiento | 220 | EQ.220.00 | | | CUD por : m3 | 7.72 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| | OPERARIO | hh | 1 | 0.04 | 12.99 | 0.47 |
| | PEON | hh | 2 | 0.07 | 10.47 | 0.76 |
| | CAPATAZ "B" | hh | 1 | 0.04 | 15.59 | 0.57 |
| | | | | | | 1.80 |
| | Equipos | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.00 | 1.80 | 0.09 |
| | GRUPO ELECTROGENO 230 HP | | | | | |
| | 150 KW | hm | 1 | 0.04 | 33.6 | 1.22 |
| | CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP | hm | 0.5 | 0.02 | 131.34 | 2.39 |
| | CHANCADORA PRIMARIA | hm | 1 | 0.04 | 61.04 | 2.22 |
| | | | | | | 5.92 |

| Subpartida MATERIAL AGREGADO FINO | | | | | | |
|--|------------------------------------|-------------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Rendimiento | 1300 | EQ.1,300.00 | | | CUD por : m3 | 6.48 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Subpartidas | | | | | |
| | ZARANDEO DE MATERIAL SELLECCIONADO | m3 | | 0.4 | 4.76 | 1.90 |
| | EXTRACCION Y APILAMIENTO | m3 | | 1.2 | 3.81 | 4.57 |
| | | | | | | 6.48 |

CONSERVACION

| Partida | | 1.00 LIMPIEZA GENERAL | | | | | |
|--------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|--|------------------------|--|
| Rendimiento | MO. | 5.00 | EQ. | 0.00 | Costo unitario directo por : KM | 135.43 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| | CAPATAZ | hh | 1.00 | 1.6000 | 16.69 | 26.70 | |
| | PEON | hh | 2.00 | 3.2000 | 10.47 | 33.50 | |
| | | | | | | 60.21 | |
| | Equipos | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 60.21 | 3.01 | |
| | CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON. | hm | 1.00 | 1.6000 | 45.13 | 72.21 | |
| | | | | | | 75.22 | |

| Partida | | 2.00 TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMÉRICO | | | | | |
|----------------------------|--|--|-----------------|-------------------|---|-------------|--|
| Rendimiento | MO. | 600.00 | EQ. | | Costo unitario directo por : m | 5.82 | |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| | CAPATAZ | hh | 1.00 | 0.0133 | 15.99 | 0.21 | |
| | OPERARIO | hh | 3.00 | 0.0400 | 12.99 | 0.52 | |
| | OFICIAL | hh | 1.00 | 0.0133 | 11.58 | 0.15 | |
| | PEON | hh | 2.00 | 0.0267 | 10.47 | 0.28 | |
| | | | | | | 1.17 | |
| Equipos | | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 1.17 | 0.06 | |
| | COMPRESORA NEUM. 87 HP 250- 330 PCM | hm | 1.00 | 0.0133 | 57.14 | 0.76 | |
| | RUTEADOR | hm | 1.00 | 0.0133 | 89.10 | 1.19 | |
| | SELLADOR DE FISURAS | hm | 1.00 | 0.0133 | 153.10 | 2.04 | |
| | CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON. | hm | 1.00 | 0.0133 | 45.13 | 0.60 | |
| | | | | | | 4.65 | |

| Partida | 3.00 TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE |
|----------------|--|
|----------------|--|

| Rendimiento | MO. | 500.00 | EQ. | | | Costo unitario directo por : m | 8.64 | | |
|-------------|-----|--------|-----|--|---------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| | | | | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | | | | Mano de Obra | | | | | |
| | | | | CAPATAZ | hh | 1.00 | 0.0160 | 15.99 | 0.26 |
| | | | | OPERARIO | hh | 4.00 | 0.0640 | 12.99 | 0.83 |
| | | | | OFICIAL | hh | 3.00 | 0.0480 | 11.58 | 0.56 |
| | | | | PEON | hh | 8.00 | 0.1280 | 10.47 | 1.34 |
| | | | | | | | | | 2.98 |
| | | | | Equipos | | | | | |
| | | | | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 2.98 | 0.15 |
| | | | | COMPRESORA NEUM. 87 HP 250- 330 PCM | hm | 1.00 | 0.0160 | 57.14 | 0.91 |
| | | | | RUTEADOR | hm | 1.00 | 0.0160 | 89.10 | 1.43 |
| | | | | SELLADOR DE FISURAS | hm | 1.00 | 0.0160 | 153.10 | 2.45 |
| | | | | CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON. | hm | 1.00 | 0.0160 | 45.13 | 0.72 |
| | | | | | | | | | 5.66 |

| Partida | 4.00 | PARCHADO DE CALZADA Y BERMAS | | | | | | Costo unitario directo por : M2 | 106.58 | |
|-------------|------|---|-----|---------------|--|---------------|------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | MO. | 15.00 | EQ. | | | | | | | |
| | | | | Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | | | | | Mano de obra | | | | | |
| | | | | | CAPATAZ "B" | hh | 1.00 | 0.5333 | 15.59 | 8.31 |
| | | | | | OFICIAL | hh | 1.00 | 0.5333 | 11.58 | 6.18 |
| | | | | | PEON | hh | 3.00 | 1.6000 | 10.47 | 16.75 |
| | | | | | Material | | | | | 31.24 |
| | | | | | AGUA | m3 | | 0.5000 | 8.00 | 4.00 |
| | | | | | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bls | | 0.0040 | 17.48 | 0.07 |
| | | | | | GRAVILLA | m3 | | 0.0100 | 184.66 | 1.85 |
| | | | | | EMULSION ASFALTICA CATIONICA CRS-2 | gal | | 0.6000 | 6.98 | 4.19 |
| | | | | | Equipo | | | | | 10.11 |
| | | | | | COMPACTADOR VIBRA. TIPO PLAN7 HP | hm | 1.00 | 0.5333 | 23.53 | 12.55 |
| | | | | | COMPRESORA NEUM. 87 HP 250- 330 PCM | hm | 1.00 | 0.5333 | 57.14 | 30.47 |
| | | | | | MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg | hm | 1.00 | 0.5333 | 7.10 | 3.79 |
| | | | | | CAMION VOLQUETE DE 10 m3 | hm | 0.20 | 0.1067 | 172.63 | 18.42 |
| | | | | | | | | | | 65.23 |

| Sub-partida | | REMOCION DE CARPETA | | | | | | |
|-------------|------------------------------------|---------------------|-----------|----------|---------------------------------|-------------|------|--|
| Rendimiento | MO. | 1,000.00 | EQ. | 400.00 | Costo unitario directo por : M2 | | 1.17 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | | |
| | Mano de Obra | | | | | | | |
| | OPERARIO | hh | 2.00 | 0.0160 | 11.88 | 0.19 | | |
| | PEON | hh | 2.00 | 0.0160 | 9.60 | 0.15 | | |
| | | | | | | 0.34 | | |
| | Equipos | | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.34 | 0.02 | | |
| | CORTADORA DE ASFALTO | hm | 1.00 | 0.0080 | 12.70 | 0.10 | | |
| | COMPRESORA NEUM. 87 HP 250-330 PCM | hm | 1.00 | 0.0080 | 72.87 | 0.58 | | |
| | MARTILLO NEUMATICO DE 25 Kg. | hm | 2.00 | 0.0160 | 7.98 | 0.13 | | |
| | | | | | | 0.83 | | |

| Sub-partida | | RECONFORMACION BASE EXISTENTE EN PARCHES | | | | | | |
|-------------|------------------------|--|-----------|----------|---------------------------------|--------------|-------|--|
| Rendimiento | MO. | 36.00 | EQ. | | Costo unitario directo por : M3 | | 34.50 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | | |
| | Mano de Obra | | | | | | | |
| | OPERARIO | hh | 0.50 | 0.1111 | 15.44 | 1.72 | | |
| | OFICIAL | hh | 1.00 | 0.2222 | 10.63 | 2.36 | | |
| | PEON | hh | 4.00 | 0.8889 | 9.60 | 8.53 | | |
| | | | | | | 12.61 | | |
| | Insumos Partida | | | | | | | |
| | MATERIAL GRANULAR BASE | m3 | | 1.2000 | 18.24 | 21.89 | | |
| | | | | | | 21.89 | | |

| Sub-partida | | PERFILADO Y COMPACTACION BASE EN PARCHES | | | | | | |
|-------------|-------------------------------------|--|-----------|----------|------------|---------------------------------|-------------|--|
| Rendimiento | MO. | 300.00 | EQ. | | | Costo unitario directo por : M2 | 3.87 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | | |
| | Mano de Obra | | | | | | | |
| | CAPATAZ | hh | 0.10 | 0.0027 | 15.44 | 0.04 | | |
| | PEON | hh | 2.00 | 0.0533 | 9.60 | 0.51 | 0.55 | |
| | Equipos | | | | | | | |
| | COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP | HM | 1.00 | 0.0267 | 19.75 | 0.53 | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 5.0000 | 0.55 | 0.03 | 0.55 | |
| | Insumos Partida | | | | | | | |
| | TRANSPORTE AGUA PARA OBRA | m3 | | 0.1000 | 27.65 | 2.77 | 2.77 | |

| Sub-partida | | IMPRIMACION ASFÁLTICA | | | | | | |
|-------------|--|-----------------------|-----------|----------|------------|--------------|-------------|--|
| Rendimiento | m2/DIA: | 4000 | EQ. | 4000 | | CUD por : m2 | 3.15 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | | |
| | Mano de Obra | | | | | | | |
| | CAPATAZ | hh | 1 | 0.0020 | 16.75 | 0.03 | | |
| | OFICIAL | hh | 1 | 0.0020 | 13.49 | 0.03 | | |
| | PEON | hh | 6 | 0.0120 | 12.49 | 0.15 | 0.21 | |
| | Materiales | | | | | | | |
| | ASFALTICO LIQUIDO MC-30 | | | 0.3150 | 7.88 | 2.48 | 2.48 | |
| | Equipos y Herramientas | | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MENORES | %MO | | 5.0000 | 0.21 | 0.01 | | |
| | COMPRESORA NE. 250-330 PCM, 87 HP | hm | 0.5 | 0.0010 | 69.23 | 0.07 | | |
| | BARREDORA MECANICA 10-20 HP | hm | 0.5 | 0.0010 | 15.44 | 0.02 | | |
| | TRACTOR DE TIRO DE 80 HP | hm | 1.0 | 0.0020 | 63.00 | 0.13 | | |
| | CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G | hm | 1.0 | 0.0020 | 119.29 | 0.24 | 0.46 | |

Sub-partida **COLOCACION DE MORTERO ASFALTICO**

| Rendimiento | MO. | 2000 | EQ. | 400 | CUD por : m2 | 10.90 | |
|---------------------|--|------|--------|-----------|--------------|------------|-------------|
| Código | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| | CAPATAZ | | hh | 0.75 | 0.0030 | 16.75 | 0.05 |
| | OFICIAL | | hh | 1.00 | 0.0040 | 13.49 | 0.05 |
| | PEON | | hh | 6.00 | 0.0240 | 12.49 | 0.30 |
| | | | | | | | 0.40 |
| Materiales | | | | | | | |
| | GRAVILLA P/TRAT.SUPERFICIAL | | M3 | | 0.0100 | 54.82 | 0.55 |
| | AGUA LIMPIA | | GLN | | 0.5000 | 7.00 | 3.50 |
| | CEMENTO PORTLAND TIPO I | | BLS | | 0.0040 | 18.00 | 0.07 |
| | EMULSION ASFALTICA CATIONICA CRS-2 | | GLN | | 0.6000 | 8.19 | 4.91 |
| | | | | | | | 9.03 |
| Equipos | | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | | %MO | | 5.0000 | 0.40 | 0.02 |
| | COMPRESORA NEU 250-330 PCM, 87 HP | | hm | 1.00 | 0.0040 | 69.23 | 0.28 |
| | TRACTOR DE TIRO DE 80 HP | | hm | 1.00 | 0.0040 | 63.00 | 0.25 |
| | CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G | | hm | 1.00 | 0.0040 | 119.29 | 0.48 |
| | ESPARCIDORA DE AGREGADOS | | hm | 1.00 | 0.0040 | 109.70 | 0.44 |
| | | | | | | | 1.47 |

ANEXO 3: COMPARACION DE COSTOS

Comparación de costos con y sin sardinel en curvas

| Descripcion | Und | Cantidad | Nº veces | Pu S/. | Parcial S/. |
|-------------------------------|-----|----------|----------|------------|-------------|
| Sin sardinel (Parchado 0.30m) | m2 | 0.3 | 7 | 106.6 | 223.8 |
| Con viga sardinel | m | 1 | 1 | 73.2 | 73.2 |
| | | | | Diferencia | 150.6 |

ANEXO 4: COMPARACION DE NUMEROS ESTRUCTURALES

Comparación de números estructurales

| Descripción | Dimensiones base (cm) | | SN |
|-------------|-----------------------|------------|------|
| | Dbase | Dbase_est. | |
| Existente | 10 | 5 | 1.31 |
| Propuesto | 20 | 5 | 1.89 |