

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



**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS
DEL Km. 59+400 al Km. 59+700
DISEÑO DE PAVIMENTOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JUAN MANUEL ORIHUELA BASTIDAS

Lima- Perú

2008

A mi esposa Paola
por su paciencia y apoyo.
A mis padres Moisés y Margarita
A mis hermanos

INDICE

| | Pág. |
|---|------|
| RESUMEN | |
| LISTA DE CUADROS | 4 |
| LISTA DE FIGURAS | 5 |
| INTRODUCCIÓN | |
| CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO VIAL | |
| 1.01 CARACTERISTICAS GENERALES | 7 |
| 1.02 IDENTIFICACIÓN | 9 |
| 1.03 FORMULACION Y EVALUACION | 11 |
| 1.04 EVALUACION ECONOMICA | 14 |
| 1.05 ANALISIS DE SENSIBILIDAD | 15 |
| 1.06 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS | 15 |
| 1.07 ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD | 15 |
| 1.08 MATRIZ DE MARCO LOGICO | 16 |
| CAPÍTULO II: DISEÑO DE PAVIMENTOS | |
| 2.01 DESCRIPCION GENERAL | 17 |
| 2.02 METODO AASTHO | 19 |
| 2.03 METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO | 27 |
| 2.04 METODOS MECANISTICOS | 34 |
| 2.05 ANALISIS COMPARATIVO | 48 |
| 2.06 ESPECIFICACIONES TECNICAS | 50 |
| 2.07 PLANOS | 50 |
| CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TECNICO | |
| 3.01 MEMORIA DESCRIPTIVA | 51 |
| 3.02 ESPECIFICACIONES TECNICAS | 52 |
| 3.03 RESUMEN DE METRADOS | 74 |
| 3.04 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | 76 |
| 3.05 ANALISIS DE GASTOS GENERALES | 84 |
| 3.06 VALOR REFERENCIAL | 87 |
| 3.07 FORMULA POLINOMICA | 89 |

| | |
|------------------------------------|-----|
| 3.08 RELACION DE EQUIPO MINIMO | 91 |
| 3.09 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS | 93 |
| 3.10 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION | 95 |
| 3.11 PLANOS DE OBRA | 97 |
| | |
| CONCLUSIONES | 98 |
| RECOMENDACIONES | 99 |
| BIBLIOGRAFÍA | 100 |
| ANEXOS | |
| ANEXO 1 MEMORIA DE CÁLCULO | 101 |
| ANEXO 2 ENSAYOS DE LABORATORIO | 122 |
| ANEXO 3 PLANOS | 136 |

RESUMEN

El presente informe de ingeniería se ubica dentro del Curso Taller Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana para la obtención del Título de Ingeniero Civil por la modalidad de Actualización de Conocimientos, desarrollando allí el estudio del “Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos del Km. 59+400 al 59+700 - Diseño de pavimentos”.

La Carretera Cañete – Yauyos constituye una importante vía de comunicación entre los pueblos que lo conforman y representa una ruta alternativa a la alta congestión de la Carretera Central, actualmente existen proyectos de mantenimiento rutinario de la vía como alivio a los problemas de transitabilidad ante la falta de proyectos de mejoramiento de la carretera.

El diseño de pavimentos de la carretera esta orientado a resolver las deficiencias de transitabilidad teniendo en cuenta los criterios técnicos de las normas de carreteras empleando los métodos AASHTO , Instituto del Asfalto y Mecánico , con lo cual se recomienda un pavimento producto de dichos cálculos.

LISTA DE CUADROS

| | Pág. |
|---|------|
| • Cuadro N° 1.01 IMDA Proyectado por tipo de vehículos. | 8 |
| • Cuadro N° 1.02 Características Geométricas. | 9 |
| • Cuadro N° 1.03 Resumen de Costos Ambientales. | 13 |
| • Cuadro N° 1.04.1 Evaluación Económica Alternativa 01. | 14 |
| • Cuadro N° 1.04.2 Evaluación Económica Alternativa 02. | 14 |
| • Cuadro N° 1.05 Análisis de Sensibilidad según alternativa. | 15 |
| • Cuadro N° 1.06 Matriz de Marco Lógico para la alternativa seleccionada. | 16 |
| • Cuadro N° 2.01.1 Ensayos de Laboratorio. | 18 |
| • Cuadro N° 2.01.2 Clasificación de Suelos. | 18 |
| • Cuadro N° 2.02.1 Características de Drenaje. | 21 |
| • Cuadro N° 2.02.2 Espesores Mínimos (Pulgadas). | 22 |
| • Cuadro N° 2.03.1 Temperatura Media Anual. | 29 |
| • Cuadro N° 2.03.2 Porcentaje del tráfico total de camiones en el carril de diseño. | 30 |
| • Cuadro N° 2.03.3 Espesores mínimos de concreto asfáltico sobre bases con asfalto emulsificado. | 31 |
| • Cuadro N° 2.04.1 Cálculo de las deformaciones por capa. | 48 |
| • Cuadro N° 2.04.2 Cuadro comparativo el Pavimento. | 50 |
| • Cuadro N° 3.01 Granulometría. | 55 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| • Figura N° 1.01 Área de Influencia. | 11 |
| • Figura N° 2.01 Cálculo de ecuaciones AASHTO 1993 (2.0). | 25 |
| • Figura N° 2.02 Pavimento Asfáltico en todo su espesor. | 28 |
| • Figura N° 2.03 Cálculo del espesor total del pavimento. | 33 |
| • Figura N° 2.04.1 Metodología general del diseño mecanístico. | 34 |
| • Figura N° 2.04.2 Componentes de presión bajo el eje de simetría cargado. | 36 |
| • Figura N° 2.04.3 División del semi-espacio en un sistema de siete capas. | 38 |
| • Figura N° 2.04.4 Distribución de esfuerzos verticales en un sistema de dos capas. | 40 |
| • Figura N° 2.04.5 Factor de tensión para un sistema de dos capas. | 42 |

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objetivo exponer el diseño estructural del pavimento en base a los estudios geotécnicos de la zona del proyecto y mediante 03 métodos teóricos, determinando los espesores de la base y el concreto asfáltico de la carretera Cañete – Yauyos en el tramo Km. 59+400 al 59+700, para determinar los trabajos de mejoramiento del pavimento.

El informe de suficiencia pretende desarrollar los criterios técnicos necesarios para el diseño de pavimentos y la elaboración del expediente técnico de la obra.

El Capítulo I es un resumen del estudio de pre inversión a nivel de perfil elaborado durante el curso.

El Capítulo II comprende el diseño del pavimento flexible de la carretera a través de los métodos AASTHO y la del Instituto del Asfalto. Se hace mención también los métodos mecanísticos como verificación a los diseños.

El Capítulo III describe y desarrolla los componentes del expediente técnico para la ejecución de la obra en estudio.

Finalmente se enumeran las conclusiones y recomendaciones del trabajo en función a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I PERFIL DEL PROYECTO VIAL

1.01 CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.01.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto “Mejoramiento de la carretera Cañete – Yauyos del Km. 59+400 al 59+700” esta incluido en el estudio del perfil del “Mejoramiento de la carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Zúñiga - Div. Yauyos Chupaca”, el cual describimos sus características:

| Ubicación | |
|-----------------------|---|
| Departamento /Región: | Lima - Junín |
| Provincia: | Cañete |
| Distrito: | Zúñiga |
| Localidad: | Varias entre Localidad Zúñiga – Chupaca |
| Región Geográfica: | Costa (x) Sierra () Selva () |
| Altitud : | 800 – 900 m.s.n.m. |
| Coordenadas : | 390,314 – 390,674 Este 8 579,264–8 579,397 Norte |
| Fecha de Elaboración: | Octubre 2,008 |

1.01.2 MARCO DE REFERENCIA

Antecedentes

Esta carretera existente, establece la integración entre los departamentos de Lima y Junín por medio del corredor vial Nro. 13 del Programa Proyecto Perú, que comprende la conexión de las localidades de Cañete, Lunahuana, Pacarán, Zúñiga, división Yauyos, Chupaca. La actividad agrícola es la principal fuente de ingresos en las localidades a lo largo de la vía.

La carretera es de relevante importancia para el desarrollo del programa Proyecto Perú, ya que está pensada para servir de liberación y descongestionamiento de la carretera Central, debido a que puede convertirse en una ruta alterna de Lima hacia el centro del país.

Descripción del Proyecto

El mejoramiento de la carretera ubicada entre la Localidad de Zúñiga en el departamento de Lima y Chupaca en el departamento de Junín, se llevará a cabo mediante el mejoramiento de la transitabilidad y modificación del diseño geométrico de la vía. El mejoramiento de la transitabilidad se realizará mediante la rehabilitación de la superficie de rodadura, así como también la ampliación de la sección transversal y construcción de obras de drenaje.

Para el cálculo de las características geométricas de la carretera se obtuvo información del “Estudio de Factibilidad del Proyecto de Mejoramiento de la Carretera Lunahuana – Pacarán – Dv. Yauyos” del año 2005 del MTC, sobre el índice de flujo diario vehicular sobre el tramo de carretera en estudio. En base a este estudio se realizó el cálculo de la proyección del IMD para el horizonte del proyecto (10 años). Para realizar estas proyecciones se requiere utilizar los índices de crecimiento poblacional en el caso de vehículos ligeros y de transporte de pasajeros, así como el índice de crecimiento de la producción o aumento de PBI para el caso de vehículos de transporte de carga.

Se usaron los datos mencionados en el párrafo anterior y se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro N° 1.01
IMDA Proyectado por Tipo de Vehículos

| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Trafico Total Proyectado | Tasa De Crecimiento | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Vehiculos Ligeros | 1.89% | 9 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 |
| Buses | 1.89% | 14 | 19 | 19 | 19 | 21 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 |
| Vehiculos Pesados | 4.00% | 15 | 30 | 32 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 41 | 41 | 43 |
| TOTAL | | 37 | 60 | 63 | 63 | 66 | 67 | 68 | 69 | 75 | 77 | 79 |

Fuente: Referencia Bibliográfica N° 06

Se obtuvo un resultado de las proyecciones de IMD para el horizonte del proyecto (hacia el año 2018) de 79 veh/día. Este dato es corroborado con la norma para “Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito”, se indica además de que con la proyección dada en el Cuadro N° 1.01 se ha considerado los cálculos de las características geométricas del trazo de la carretera.

En el cuadro N° 1.02, se muestran de las principales características geométricas para el diseño del trazo de la carretera.

Cuadro N° 1.02
Características Geométricas

| Características | Afirmado | Superior |
|------------------------------------|------------|-----------|
| IMD (veh/día) | < 100 | < 100 |
| Precipitacion (mm) | < 500 mm | < 500 mm |
| Orografía Promedio (%) | 30% | 30% |
| Clasif de acuerdo a la demanda | 3ra clase | 3ra clase |
| Clasif cond Orograficas | tipo 2 | tipo 2 |
| Veloc Direc (Km/h) | 50 | 50 |
| Ancho calzada (m) | 6.0 | 6.0 |
| Ancho bérmas (2 carriles) (m) | 0.75 | 0.75 |
| Bombeo* (%) | 3.0 - 3.5% | 2.0% |
| Peralte normal (%) | 6.0% | 6.0% |
| Peralte máximo (%) | 8.0% | 8.0% |
| Long. Transición Peralte (m) | 33 | 33 |
| Radio minimo (m) | 73 | 73 |
| Sobreecho (m) | 1.6 | 1.6 |
| Pendiente máxima (%) | 8.0% | 8.0% |
| Inclinación Maxima Cuneta (V:H) | 1:2 | 1:2 |
| Long. Tang. Entre contracurvas (m) | 70 | 70 |

Fuente: Elaboración Propia

1.02 IDENTIFICACIÓN

1.02.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones tiene como objetivo crear nuevas rutas de integración económica y promocionar el desarrollo sostenible de las localidades interconectadas. Además otro de los objetivos importantes es aligerar la carga vehicular en la carretera central, razones por las cuales se ha tomado la decisión de rehabilitar y mejorar la carretera existente desde el distrito de Zúñiga hasta el distrito de Chupaca, enmarcado en el Proyecto Perú.

1.02.2 DEFINICION DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

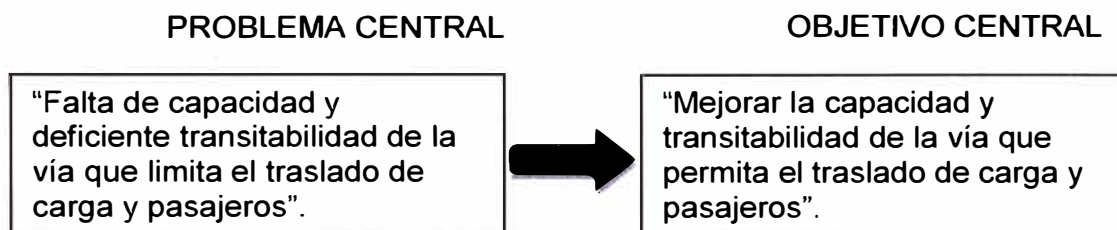
Problema Central

La actual vía se encuentra a nivel de carpeta asfáltica para el tramo Cañete – Zúñiga y a nivel de afirmado para el tramo Zúñiga – Chupaca, del cual nos enfocaremos en el segundo tramo al ser éste el que presenta las principales deficiencias.

El deterioro de la vía ocasiona en el poblador rural dificultades para su transporte y acceso a los servicios básicos, además del prolongado tiempo de traslado de sus productos y elevado costo de los mismos, lo que ocasiona un bajo nivel de vida de los pobladores.

Con base en el diagnóstico realizado se ha identificado la existencia del siguiente problema central: “Falta de capacidad y deficiente transitabilidad de la vía que limita el traslado de carga y pasajeros”.

Objetivo del Proyecto



Objetivo General.

El objetivo que plantea el proyecto es: “Mejorar la capacidad y transitabilidad de la vía que permita el traslado de carga y pasajeros”.

1.02.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Alternativa 1

Se propone el mejoramiento y rehabilitación de la vía mediante la modificación del trazo geométrico de acuerdo a las normas establecidas en el manual “Diseño Geométrico de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”. Se dejará la superficie de rodadura a nivel de carpeta asfáltica con ampliación de ancho de vía de acuerdo a las normas. Se construirán alcantarillas y cunetas además de un sistema de subdrenaje. Se construirá una alcantarilla de drenaje de una quebrada adyacente.

Alternativa 2

Se propone el mejoramiento y rehabilitación de la vía mediante la modificación del trazo geométrico de acuerdo a las normas establecidas en el manual “Diseño Geométrico de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”. Se dejará la superficie de rodadura a nivel de tratamiento bicapa con ampliación de ancho de vía de acuerdo a las normas. Se construirán alcantarillas y cunetas además de un sistema de subdrenaje. Se construirá un badén de drenaje de una quebrada adyacente.

1.03 FORMULACION Y EVALUACION

1.03.1 HORIZONTE DEL PROYECTO

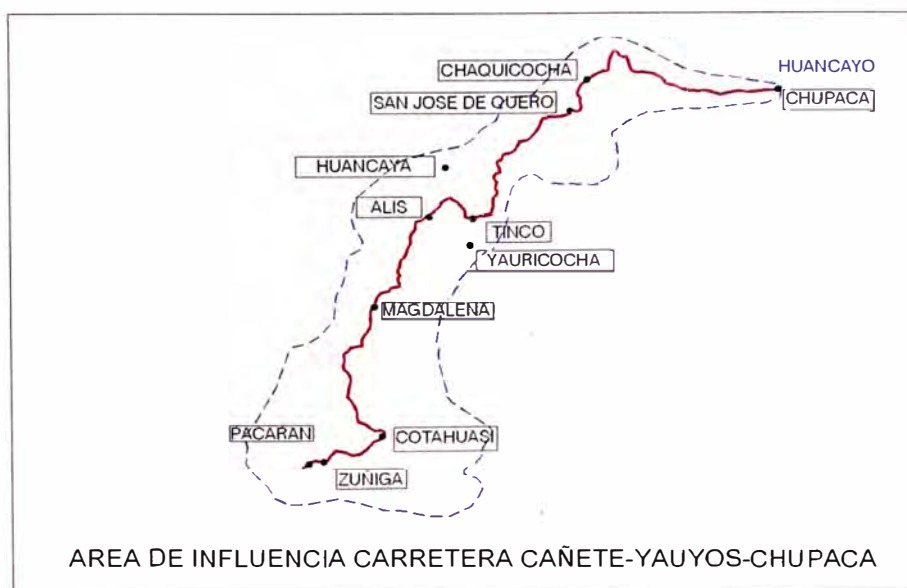
Debido que se trata de un proyecto de inversión pública y que se necesita comparar entre dos alternativas, se va considerar un horizonte para el proyecto de diez años. Esto debido a que necesitamos igualar los horizontes de todas las alternativas.

1.03.2 AREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del proyecto está delimitado por una extensión de 5 Km. a cada lado de la vía. Entre los centros poblados encerrados por este límite se encuentran: Pacarán, Zúñiga, Magdalena, Alis, San José de Quero, etc.

A continuación se presenta el esquema del área de influencia:

FIGURA 1.01
AREA DE INFLUENCIA



Fuente: MTC. Mapa vial del departamento de Lima y Junín

1.03.3 ESTUDIO DE TRÁFICO

Se tomó los estudios de tráfico realizados en el “Estudio de Factibilidad del proyecto de mejoramiento y rehabilitación de la carretera Lunahuana – Dv. Yauyos – Chupaca” del año 2005. La estación de conteo se encuentra ubicada en el poblado de Magdalena cercana a la localidad de Zúñiga. Los conteos se realizaron en el mes de Marzo del 2005.

1.03.4 ANALISIS DE LA OFERTA

Situación Actual.

- Tramo de Estudio: 300 m. Desde progresiva 59+400 hasta la 59+700
- Superficie de rodadura: Tierra. Afirmado
- Ancho Calzada: 4.5 m.
- Pendiente: 11%
- Estado de la superficie: Regular, con tramos encalaminados y con presencia de baches. Además de presencia de abundante polvo.
- Características Geométricas: curvas con poca visibilidad y sin señalización.
- Cunetas: No presenta
- Alcantarillas: Solo presenta alcantarillas de riego agrícola, no pluviales.

1.03.5 BALANCE OFERTA - DEMANDA

Alternativa 1. Superficie de rodadura a nivel de carpeta asfáltica.

- IMD : < 100 vehículos/día
- Longitud de análisis : 300 m.
- Velocidad Directriz : 50 Km/h
- Pendiente Máxima : 8%
- Radio mínimo Normal : 80 m.
- Radio mínimo excepcional : 73 m.
- Ancho Sup. Rodadura : 6.0 m.
- Berma : 0.75 m.
- Bombeo : 2%
- Cunetas : Triangular 1V:1.5H. Enrocado con concreto
- Carpeta de Rodadura : Carpeta Asfáltica.
- Alcantarillas : Tipo TMC.
- Señalización : Horizontal y vertical
- Obras adicionales : Alcantarillas de drenaje de quebrada

Alternativa 2. Superficie de rodadura a nivel de tratamiento bicapa

- IMD : < 100 vehículos/día
- Longitud de análisis : 300 m.
- Velocidad Directriz : 50 Km/h
- Pendiente Máxima : 8%
- Radio mínimo Normal : 80 m.
- Radio mínimo excepcional : 73 m.
- Ancho Sup. Rodadura : 6.0 m.
- Berma : 0.75 m.
- Bombeo : 2%
- Cunetas : Triangular 1V:1.5H. Enrocado con concreto
- Carpeta de Rodadura : Tratamiento Bicapa.
- Alcantarillas : Tipo TMC.
- Señalización : Horizontal y vertical
- Obras Adicionales : Badén en quebrada.

1.03.6 BENEFICIOS

Los beneficios del proyecto corresponden a los beneficios por ahorro en los costos de operación vehicular incluyendo en el mismo el ahorro por tiempo de viaje, de los beneficiados directamente con el proyecto.

1.03.7 IMPACTO AMBIENTAL

Los presupuestos por acciones de impacto ambiental para las dos alternativas se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 1.03
RESUMEN DE COSTOS AMBIENTALES

| PROGRAMAS | SUB -TOTAL S/. |
|--|------------------|
| PROGRAMA DE COMPENSACIÓN SOCIAL DE PREDIOS | 19,599.24 |
| PROGRAMA DE CONTINGENCIA O EMERGENCIA | 6,200.00 |
| PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN | 1,950.00 |
| PROGRAMA DE VIGILANCIA O MONITOREO | 2,000.00 |
| PROGRAMA DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN | 6,016.86 |
| PROGRAMA DE PASIVOS AMBIENTALES | 1,200.00 |
| TOTAL (S/.) | 36,966.10 |

Fuente: Referencia Bibliográfica N° 06

1.04 EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica se muestra en los siguientes cuadros bajo una tasa de descuento de 14%.

**CUADRO N° 1.04.1
EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 01
(A Precios Sociales)**

| Año | Inversión | Costo de Impac. Ambiental | Costo de Mantenimiento | Beneficio Ahorro COV | Flujo Neto |
|------|-----------|---------------------------|------------------------|----------------------|------------|
| 2008 | 219634.77 | 36966.1 | | | -256600.87 |
| 2009 | | | 1768.96 | 5950.56 | 4181.60 |
| 2010 | | | 1768.96 | 6006.57 | 4237.61 |
| 2011 | | | 1768.96 | 6398.63 | 4629.68 |
| 2012 | | | 4078.30 | 6766.94 | 2688.63 |
| 2013 | | | 1768.96 | 7028.31 | 5259.35 |
| 2014 | | | 1768.96 | 7028.31 | 5259.35 |
| 2015 | | | 1768.96 | 7065.65 | 5296.69 |
| 2016 | | | 4078.30 | 8011.02 | 3932.72 |
| 2017 | | | 1768.96 | 8011.02 | 6242.06 |
| 2018 | | | -20194.52 | 8403.08 | 28597.60 |

TASA DE DESCUENTO: 14.00% **VAN** **S/. -198,859**
TIR -15%
B/C 0.14

**CUADRO N° 1.04.2
EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 02
(A Precios Sociales)**

| Año | Inversión | Costos Ambientales | Costo de Mantenimiento | Beneficio Ahorro COV | Flujo Neto |
|------|-----------|--------------------|------------------------|----------------------|------------|
| 2008 | 236516.50 | 36966.1 | | | -273482.60 |
| 2009 | | | 3565.11 | 4949.18 | 1384.07 |
| 2010 | | | 3565.11 | 5000.10 | 1434.98 |
| 2011 | | | 3565.11 | 5320.88 | 1755.77 |
| 2012 | | | 5874.46 | 5626.38 | -248.07 |
| 2013 | | | 3565.11 | 5840.24 | 2275.12 |
| 2014 | | | 3565.11 | 5840.24 | 2275.12 |
| 2015 | | | 3565.11 | 5874.18 | 2309.07 |
| 2016 | | | 5874.46 | 6653.22 | 778.76 |
| 2017 | | | 3565.11 | 6653.22 | 3088.11 |
| 2018 | | | -20086.54 | 6974.00 | 27060.54 |

TASA DE DESCUENTO: 14.00% **VAN** **S/. -226,722**
TIR -19%
B/C 0.10

1.05 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Se elaboró un análisis de sensibilidad para las dos alternativas considerando el VAN y el TIR, a continuación presentamos el resumen del análisis de sensibilidad.

CUADRO N° 1.05
ANALISIS DE SENSIBILIDAD

| ALTERNATIVA | INICIAL | INVERSIÓN (+10%) | INVERSIÓN (+20%) | BENEFICIOS (-10%) | BENEFICIOS (-20%) | INVERSIÓN (+20%) BENEFICIOS (-20%) |
|-------------|----------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|
| ALTER. 01 | | | | | | |
| VAN (Soles) | -198,859 | -218,125 | -237,391 | -201,962 | -205,066 | -243,598 |
| TIR (%) | -15% | -16% | -17% | -16% | -17% | -18% |
| B/C | 0.14 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.09 |
| ALTER. 02 | | | | | | |
| VAN (Soles) | -226,722 | -247,469 | -268,216 | -229,302 | -231,882 | -273,376 |
| TIR (%) | -19% | -20% | -21% | -20% | -21% | -22% |
| B/C | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.07 |

Fuente: Elaboración Propia

1.06 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Realizada la evaluación y el análisis de sensibilidad, a pesar que ambas alternativas NO son rentables socialmente, la alternativa más rentable resulta la Alternativa N° 01: Mejoramiento de la Carretera con Carpeta Asfáltica con una Tasa Interna de Retorno de -15%, Valor Actual Neto de S/. -198,859 Nuevos Soles y Beneficio / costo de 0.14.

1.07 ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD

Para el caso del presente estudio al nivel de perfil de la carretera, vamos a asumir que el mantenimiento (tanto rutinario como periódico) posterior a la etapa de construcción de la vía (cuando entre en operación) va estar a cargo de la Municipalidad Provincial de Cañete.

Para el análisis de sostenibilidad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de financiamiento tanto para la etapa de inversión como para la operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil del proyecto.
- Factores externos que podrían poner en riesgo la inversión y la operación del proyecto.

c) Aspectos o elementos críticos del proyecto para su adecuada ejecución y operación. Como el caso de una buena supervisión de la ejecución de la obra o una buena planificación de mantenimiento de la vía.

d) Limitaciones en la gestión y capacidad financiera, técnica y logística de la institución encargada de realizar la etapa de inversión del proyecto.

1.08 MATRIZ DE MARCO LOGICO PARA LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

En base a la alternativa seleccionada (01) se elaboro el marco lógico colocando allí el resumen de objetivos, indicadores, medios de verificación y supuestos.

CUADRO N° 1.06
MATRIZ DE MARCO LOGICO PARA LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

| | RESUMEN DE OBJETIVOS | INDICADORES | MEDIOS DE VERIFICACION | SUPUESTOS |
|-------------|--|---|--|--|
| FIN | Mejorar el nivel socio económico, de la zona influenciada | * Ingreso Per Cápita * Disminución de las necesidades básicas insatisfechas. | * PBI, PEA * Encuesta a Hogares.Monitoreo de viviendas | |
| PROPOSITO | Mejorar el nivel de transitabilidad de carga y pasajeros entre Cañete y Chupaca | * Empresa de Transportes de carga y pasajeros. * Ahorro COV * Verificación de IRI. | * Encuesta a Transportistas y pasajeros. * Estudio de Tráfico Vehicular. Encuestas origen-destino | * No Catástrofes. |
| COMPONENTES | * Mejoramiento de la carretera a nivel de carpeta asfáltica. * Mantenimiento Rutinario y Periódico. | * 281 Km. de Vía Mejorada. * 281 Km. de Vía mantenida por año. | * Inventario Vial. * Informes de Mantenimiento. | * Programas de Mantenimiento Adecuadas de la Vía. * Recurso presupuestal oportuno |
| ACCIONES | * Elaboración de Perfil. * Elaboración de Expediente Técnico * Ejecución de Obra. * Ejecución del Mantenimiento | * 01 Perfil * 01 Expediente Técnico. * Año 2008 * 01 Expediente * Horizonte del Proyecto. | * Informe de Supervisión y Monitoreo de la Unidad Ejecutora. | * Financiamiento la Municipalidad Provincial de Cañete. * Participación de la Sociedad Civil. |

Fuente: Referencia Bibliográfica N° 06

CAPÍTULO II: DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.01 DESCRIPCIÓN GENERAL

2.01.1 OBJETIVOS

El estudio geotécnico y diseño de pavimentos, materia del presente capítulo, tiene por objeto el diseño de la estructura del pavimento del proyecto “Mejoramiento de la Carretera Cañete Yauyos del Km. 59 +400 al 59 +700” considerando la topografía, clima, características físicas y mecánicas del suelo de fundación, así como el tipo y volumen de tráfico que se espera en el área de estudio. El diseño garantiza un adecuado servicio de los pavimentos, confort y seguridad durante el período de vida útil del proyecto, estimado en 10 años; del mismo modo, coadyuva a este fin la calidad del material de préstamo para conformar la base del pavimento, que deberá cumplir los requerimientos mínimos exigidos en la norma EG-2000 Especificaciones Técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.01.2 PROGRAMA DE EXPLORACIÓN

Dada la ubicación del área de estudio se adoptó un programa de exploración que comprendió ensayos estándares y especiales (C.B.R.), el mismo que nos permitiría tener una previsión aproximada de los fenómenos que se producirán al ser cargado el suelo mediante cargas vivas móviles e inertes como la estructura del pavimento.

2.01.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Trabajos de campo

La exploración del suelo en el área de estudio se efectuó a través de 02 calicatas. La profundidad de exploración alcanzada fue de 1,00 m.

Ensayos de laboratorio

Para determinar las características físicas y mecánicas del suelo en el área de estudio se seleccionó en campo muestras representativas, para realizar ensayos de laboratorio. Se seleccionó dos muestras, donde los ensayos realizados fueron los siguientes:

CUADRO N° 2.01.1
ENSAYOS DE LABORATORIO

| ENSAYO | NORMA DE ENSAYO | |
|--|-----------------|----------|
| | MTC | ASTM |
| Análisis granulométrico | E - 107 | D - 422 |
| Material que Pasa el Tamiz N° 200 | E - 202 | D - 1140 |
| Limite Líquido | E - 110 | D - 4318 |
| Limite Plástico | E - 111 | D - 4318 |
| Contenido de Humedad del Suelo | E - 108 | D - 2216 |
| Clasificación de Suelos SUCS | | D - 2487 |
| Proctor Método Modificado | E - 115 | D - 1557 |
| C.B.R. (California Bearing Ratio) | E - 132 | D - 1883 |
| Clasificación de Suelos para el Uso en Vías de Transporte AASHTO | | D - 3282 |

Interpretación de resultados

A partir de los resultados de ensayos de laboratorio, se ha clasificado los suelos de acuerdo al sistema de la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes - AASHTO y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS.

CUADRO N° 2.01.2
CLASIFICACION DE SUELOS

| CALICATA | C-1 | C-2 |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| Muestra/ Prof. (m.) | M-1 (0,00- 1,00) | M-1 (0,00- 1,00) |
| Gravas (%) | 30.62 | 21.15 |
| Arenas (%) | 39.06 | 41.61 |
| Finos (%) | 30.32 | 37.24 |
| L.L. | 17.32 | 16.39 |
| I.P. | NP | NP |
| Humedad (w%) | 5.66 | 7.69 |
| AASHTO | A-2-4 (0) | A-4 (0) |
| SUCS | SM | SM |

El ensayo de C.B.R., ejecutado por el Laboratorio Geotécnico Rosales y Martel Ingeniería Andina SAC. (Véase Resultados de Ensayos de Laboratorio - Anexos), determina los siguientes parámetros geotécnicos:

| | |
|--|-------|
| C.B.R. al 100% de la MDS (%) | 40.00 |
| C.B.R. al 95% de la MDS (%) | 20.50 |
| Máxima densidad seca (gr/cm^3) | 2.238 |
| Optimo contenido de humedad (%) | 7.40 |

Valor soporte del suelo de fundación

El valor soporte del suelo de fundación que se adopta para el área de estudio es:

C.B.R. para el 95% de la MDS: 20.50%

2.02 METODO AASHTO

2.02.1 TEORIA

Consideraciones Generales

Considerando que el tipo de pavimento que se adoptará para el proyecto es el de tipo asfáltico, la estructura del pavimento estará formada por una sub-base (si el diseño lo determina) de buena calidad, clasificación A-4(0), según clasificación AASHTO, sobre el cual se colocará la base de material granular seleccionado y el concreto asfáltico, en espesores determinados por el diseño del pavimento.

Para el diseño del pavimento se tendrá en cuenta las características geotécnicas de los materiales que lo forman, tráfico, tipo de sub-rasante y condiciones del clima en el área de estudio.

El método AASHTO permite calcular el espesor del pavimento necesario para satisfacer un valor estructural determinado. Este valor o Número Estructural (SN) asegura que la estructura diseñada será capaz de soportar un flujo determinado del tráfico (W_{18}), sin que los esfuerzos inducidos excedan la capacidad de soporte del suelo de sub rasante (M_r). Un aspecto muy original en este método es el requisito de serviciabilidad, por el cual el pavimento debe brindar, a lo largo del periodo de

diseño considerado, un servicio adecuado cuyo nivel final puede controlarse a través de un parámetro denominado serviciabilidad final (p_t).

Este método proporciona una expresión analítica que dada su complejidad, para efectos prácticos es reemplazada por nomogramas. Sin embargo para efectos de cálculo computarizado la solución matemática es sumamente útil.

Dicha fórmula se presenta a continuación:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_r * S_0 + 9.36 \text{Log}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} (M_R) - 8.07.$$

Donde:

W_{18} = Número previsto de aplicaciones de carga por eje simple equivalente a 18 kips (8.20 Tn) durante el período de análisis.

Z_R = Desviación Standard Normal, para el nivel de confiabilidad, R seleccionado.

S_0 = Desviación Standard Total, que considera las posibilidades de variación en el tráfico previsto y la variación normal en el comportamiento previsto del pavimento.

ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial de diseño (p_o) y el índice de serviciabilidad terminal de diseño (p_t)

M_R = Módulo Resiliente del suelo de fundación

- Para suelos granulares CBR >20% (FHWA-PL-98-029)

$$M_R = 4326 \times \ln CBR + 241$$

- Para Suelos con CBR < 10% (AASHTO)

$$M_R = 1500 \times CBR$$

- Para Suelos con CBR de 7.2% a 10% (SUDAFRICA)

$$M_R = 3000 \times CBR^{0.65}$$

SN = Número estructural indicativo del espesor total del pavimento requerido.

Características de Drenaje

Se recomiendan valores de "m_i" en función de la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo durante el año en que la estructura del pavimento debería normalmente estar expuesta a niveles de humedad aproximadamente iguales a la saturación. Es importante anotar que estos valores se aplican solamente a los efectos de drenaje sobre capas de base y sub base no tratadas.

CUADRO N° 2.02.1
CARACTERISTICAS DE DRENAJE

| CARACTERISTICAS DE DRENAJE | AGUA ELIMINADA EN | Porcentaje de tiempo, que la estructura del Pavimento esta expuesta a un nivel próxima a la saturación | | | |
|----------------------------|-------------------|--|-------------|-------------|-------|
| | | < 1% | 1% - 5% | 5% - 25% | > 25% |
| Excelente | 2 horas | 1.40 - 1.35 | 1.35 - 1.30 | 1.30 - 1.20 | 1.20 |
| Bueno | 1 día | 1.35 - 1.25 | 1.25 - 1.15 | 1.15 - 1.00 | 1.00 |
| Regular | 1 semana | 1.25 - 1.15 | 1.15 - 1.05 | 1.00 - 0.80 | 0.80 |
| Pobre | 1 mes | 1.15 - 1.05 | 1.05 - 0.80 | 0.80 - 0.60 | 0.60 |
| Muy Malo | No drena | 1.05 - 0.95 | 0.95 - 0.75 | 0.75 - 0.40 | 0.40 |

Fuente: Referencia Bibliográfica N° 01

Espesores Mínimos

A continuación se indica la tabla de espesores mínimos para el pavimento:

CUADRO Nº 2.02.2
ESPESORES MINIMOS (PULGADAS)

| RANGO DE TRAFICO | CONCRETO ASFALTICO | ESPEJOR DE BASE |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------|
| Menor de 50,000 | 1 (Tratamiento superficial) | 4 |
| 50,001 – 150,000 | 2 | 4 |
| 150,001 – 500,000 | 2.5 | 4 |
| 500,000 – 2'000,000 | 3 | 6 |
| 2'000,000 – 7'000,000 | 3.5 | 6 |
| Mayor a 7'000,000 | 4 | 6 |

Fuente: Referencia Bibliográfica Nº 01

Selección de los Espesores de capa

Para estructurar adecuadamente un pavimento, el método AASHTO proporciona una relación analítica entre el número estructural (SN), coeficientes estructurales (a_i) y espesores de capas (D_i), la cual se expresa mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales que son función de la calidad de los materiales de la carpeta asfáltica, base y sub base granular respectivamente.

$a_1 = 0.44/\text{pulg}$ (Concreto asfáltico), $a_2 = 0.14/\text{pulg}$ (Base Granular) y $a_3 = 0.11/\text{pulg}$ (Sub Base Granular).

D_1, D_2, D_3 = Espesores de la carpeta asfáltica, base y sub-base granular

respectivamente coeficientes estructurales que son función de la calidad de los materiales de la carpeta asfáltica, base y sub base granular respectivamente.

m_2, m_3 = Coeficientes de Drenaje de la Capa de base y sub-base (no se considera el posible efecto del drenaje en la capa de asfalto).

2.02.2 CÁLCULOS

Análisis del Tráfico

Como no existe registro de tráfico para el área de estudio, de acuerdo a antecedentes se estima una distribución del tráfico.

A partir de estos datos y para la determinación del número de repeticiones de ejes equivalentes de 18 000 libras en el carril de diseño, se adoptaron los siguientes parámetros:

- Tasa de crecimiento : 1.89 y 4% anual
- Período de diseño : 10 años
- Factor de crecimiento del trafico = $\frac{(1 + g)^n - 1}{g}$

Donde:

g = Tasa de Crecimiento Anual

n = Vida Útil y/o Periodo de Diseño

ESAL = 365 x (IMD x F. CAMION) x F. CREC

CÁLCULO DE FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA (ESAL)

| No | TIPO | TASA | IMD | F. CAMION | DIAS | F. CREC | Nº REPETICIONES |
|------------------------|-------|-------|-----|-----------|------|---------|-------------------|
| 1 | BUSES | 1.89% | 14 | 0.11 | 365 | 10.89 | 6,123.98 |
| 2 | C2E | 4.00% | 7 | 1.20 | 365 | 12.01 | 36,810.72 |
| 3 | C3E | 4.00% | 6 | 2.00 | 365 | 12.01 | 52,586.75 |
| 4 | 2S2 | 4.00% | 1 | 1.00 | 365 | 12.01 | 4,382.23 |
| 5 | 2S3 | 4.00% | 1 | 0.89 | 365 | 12.01 | 3,900.18 |
| 6 | 3S3 | 4.00% | 8 | 1.50 | 365 | 12.01 | 52,586.75 |
| TOTAL (10 AÑOS) | | | | | | | 156,390.61 |

ESAL = Número de carga por eje simple equivalente

$$ESAL = 156,390.61$$

$$W_{18} = DD * DL * W'_{18}$$

Donde:

DD = factor de distribución direccional

DL = Factor de distribución por carril

W_{18} = Unidad ESAL acumuladas

$$W_{18} = 0.5 * 0.9 * W'_{18}$$

$$W_{18} = 0.07 \times 10^6$$

Calculo del Número Estructural

Para el cálculo del Número Estructural (SN) del pavimento se adoptó los siguientes parámetros:

- Periodo de Diseño 10 años
- Confiabilidad (R) 90%
- Desviación Estándar Total (So) 0.45
- Desviación Estándar Normal (Zr) -1.282
- Número de Ejes equivalentes acumulados (W_{18}) $0,07 \times 10^6$
- Modulo Resiliente M_R (psi) (CBR= 20.5%) 13,307psi
- Pérdida de Serviciabilidad de diseño (ΔPSI) 2.00

Considerando los parámetros antes citados y haciendo uso de las ecuaciones AASHTO 1993 (2.0), hoja de cálculo elaborado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela, se tiene como resultado el Número estructural de diseño (SN) siguiente:

FIGURA N° 2.01
CALCULO DE ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiability (R) y Desviación estándar (So): 90 % $Z_r = -1.282$ So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial: 4 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante: $M_r = 13307$ psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi):

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi):

Coefficiente de transmisión de carga - (J):

Coefficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W_{18}

$W_{18} = 70000$

Número Estructural: $SN = 1.78$

Observaciones:

Calcular Salir

Obtenemos:

$$SN = 1.78$$

Selección de los Espesores de capa

Considerando que tenemos un tráfico de 0.07×10^6 nos encontramos con un concreto asfáltico mínimo de 2" y espesor de base 4", como se observa en el cuadro N° 2.02.2.

Utilizando los siguientes parámetros:

- Coeficiente de Drenaje (m_2) Base : 1,20
Drenaje Bueno
% tiempo que el pavimento expuesto saturación (1-5%)
Del cuadro N° 2.02.1
- Coeficiente Estructural para la base granular : 0,14/pulg
Considerando un CBR = 80%
De la escala derivada del proyecto NCHRP.
- Coeficiente Estructural para la carpeta asfáltica : 0,44/pulg
Considerando un Modulo Elástico de 450,000 Psi.

Reemplazando en la expresión:

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

Asumiendo

$$D1 = 2''$$

$$D2 = 4''$$

Calculando

$$D3 = 1.73''$$

Como $D3 < D2$ calculamos nuevos espesores de $D2$

$$D2 = 5.35''$$

ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

| CAPA | H(PULG) |
|--------------------|---------|
| Concreto Asfáltico | 2.00 |
| Base Granular (D2) | 5.35 |
| Sub Base (D3) | 0.00 |

Según este método tendríamos una estructura del pavimento de 2" (5cm.) de carpeta asfáltica y 6" (15.00 cm.) de base granular.

2.03 MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

2.03.1 TEORIA

El método presenta un procedimiento para el diseño estructural de los espesores de pavimentos utilizando cemento asfáltico o asfalto emulsificado en toda, o parte de la estructura en base a las propiedades de la sub rasante, propiedades de los materiales, temperatura ambiente y valores de tráfico requeridos para la selección de los espesores apropiados de las capas de pavimento.

BASES PARA EL DISEÑO

En este método de diseño el pavimento se caracteriza como un sistema elástico multicapa. El material de cada capa esta caracterizado por su Módulo de Elasticidad y su coeficiente de Poisson. El tráfico está expresado en términos del número de repeticiones de un eje simple equivalente de 80kN (18,000libras), aplicado al pavimento en dos juegos de ruedas duales. En el análisis, cada rueda dual esta representada por dos placas circulares con un radio de 115 mm (4,52”), espaciadas 345mm (13.57”) centro a centro, correspondiendo a una carga por eje de 80kN (18,000 lbs) y una presión de contacto de 483 kPa (70psi). Esta configuración estándar de carga puede ser modificada fácilmente en el programa de computo DAMA.

CRITERIOS DE DISEÑO

Se asume que las cargas en la superficie del pavimento producen dos deformaciones que son consideradas críticas para el diseño (ver Figura N° 2.02). Estas deformaciones unitarias son:

- (1) La deformación horizontal de tensión, ϵ_t en el fondo de la capa asfáltica mas profunda, ya sea que se trate de concreto asfáltico o de una capa tratada con asfalto emulsificado; y
- (2) La deformación vertical de compresión; ϵ_c en la parte superior de la capa subrasante.

FIGURA Nº 2.02
PAVIMENTO ASFÁLTICO EN TODO SU ESPESOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Todos los materiales fueron caracterizados por un Módulo de Elasticidad (también llamado Módulo Dinámico, en el caso de las mezclas asfálticas o Módulo de Resiliencia en el caso de los suelos y los materiales granulares no tratados) y por un coeficiente de Poisson. Se relacionaron valores específicos en base a la experiencia y estudios extensos de datos de ensayos.

El Módulo Dinámico de las mezclas de concreto asfáltico depende en gran medida de la temperatura del pavimento. En el desarrollo de las curvas se utilizó la relación modulo-temperatura de una mezcla típica de concreto asfáltico de alta calidad.

Los Módulos de Resiliencia de los materiales granulares no tratados varían con las condiciones de esfuerzos en el pavimento. Los valores utilizados en el desarrollo de las cartas de diseño varían al menos entre 15,000 Psi (103 MPa) hasta más de 50,000 Psi (345 MPa).

CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Adicionalmente a los efectos de las variaciones mensuales de temperatura a lo largo del año, sobre los módulos dinámicos de las mezclas de concreto asfáltico y de asfalto emulsificado, las curvas de diseño también toman en consideración los efectos de la temperatura sobre los módulos de resiliencia de la subrasante y de los materiales granulares de la base. En el caso de la subrasante, este se corrigió utilizando un módulo resiliente incrementado para representar la época de descongelamiento.

CARTAS DE DISEÑO

El programa de cómputo DAMA fue utilizado para determinar los espesores en función de los dos criterios de deformación descritos mencionados para diferentes condiciones seleccionadas. Se obtuvieron dos espesores para cada condición, uno para cada valor de deformación crítica, empleándose el mayor de los dos para preparar las cartas de diseño.

Para el desarrollo se seleccionaron tres grupos de condiciones ambientales; representativas del rango de condiciones:

CUADRO N° 2.03.1
TEMPERATURA MEDIA ANUAL

| Temperatura Media Anual | Efecto de la Helada |
|-------------------------|---------------------|
| <7 °C (45°F) | Si |
| 15.5°C (60°F) | Posible |
| >24°C (75°F) | No |

Fuente: Referencia Bibliográfica N° 02

ANÁLISIS DE TRÁFICO

La estimación de los volúmenes de tráfico inicial y futuro para el diseño estructural de pavimentos, requiere de un estudio y análisis exhaustivos. La información presentada en este capítulo puede ser usada con este propósito.

El procedimiento de análisis del tráfico usado requiere un estimado del número de vehículos de los deferentes tipos, tales como automóviles, buses, camiones simples y camiones acoplados de diferentes tipos, que se prevean en la vía propuesta.

CARRIL DE DISEÑO

Para calles y carreteras de 2 carriles, el carril de Diseño puede ser cualquiera de los carriles de la vía, mientras que para calles y carreteras de carriles múltiples, generalmente en el carril externo. Bajo ciertas condiciones es probable que haya un mayor tráfico de camiones en un sentido que en otro. En muchas localidades, los camiones circulan cargados en un sentido y vacíos en el otro. A falta de información precisa puede usarse la guía presentada en el cuadro N° 2.03.2 para determinar la proporción de camiones en el Carril de Diseño.

CUADRO N° 2.03.2
PORCENTAJE DEL TRAFICO TOTAL DE CAMIONES
EN EL CARRIL DE DISEÑO

| NUMERO DE CARRILES (DOS DIRECCIONES) | PORCENTAJE DE CAMIONES EN EL CARRIL DE DISEÑO |
|---|--|
| 2 | 50 |
| 4 | 45 (35-48)* |
| 6 ó MAS | 40 (25-48)* |

* RANGO PROBABLE

Fuente: Referencia Bibliográfica N° 02

ESTIMACIÓN DEL EAL

El análisis de tráfico recomendado permite determinar el número de aplicaciones de cargas equivalente a un eje simple de 18,000 lb(80kN) (EAL), a ser usado en la determinación de los espesores del pavimento. La siguiente terminología es utilizada:

- Factor Camión.- es el número de aplicaciones equivalentes a una carga por eje simple de 80kN (18,000lb); en una pasada de un vehículo dado.
- Factor de Equivalencia de Carga.- Es el número de aplicaciones equivalente a una carga por eje simple de 80kN (18,000 lb) en una pasada de un eje dado.
- Numero de vehículos.- Es el numero total de vehículos considerados

El EAL se calcula multiplicando, el número de vehículos en cada clase de peso, por el Factor Camión apropiado y sumando los productos:

$$EAL = \sum (\text{Números de Vehículos de cada Clase} \times \text{Factor Camión})$$

EVALUACIÓN DE MATERIALES

Las cartas de diseño de este manual requieren de un Módulo de Resiliencia (M_R) de la subrasante, que puede determinarse a través de ensayos en laboratorio, de acuerdo con los procedimientos descritos en el manual de Suelos (MS-10) del Instituto del Asfalto.

El Modulo de Resiliencia puede estimarse a partir del valor del CBR de acuerdo a la siguiente relación:

$$M_R \text{ (MPa)} = 10.3 \cdot \text{CBR} \text{ ó}$$

$$M_R \text{ (Psi)} = 1500 \cdot \text{CBR}$$

ESPESOR MÍNIMO DE CONCRETO ASFÁLTICO

Todas las cartas de diseño del presente manual fueron preparadas considerando capas de concreto asfáltico de superficie y base o mezclas de asfalto emulsificado que cumplan con los requerimientos.

Cuando se use una capa de concreto asfáltico sobre una base con asfalto emulsificado tipo II o III, es posible obtener los espesores mínimos de concreto asfáltico recomendados a partir del cuadro N° 2.03.3

CUADRO N° 2.03.3
ESPEORES MINIMOS DE CONCRETO ASFALTICO
SOBRE BASES CON ASFALTO EMULSIFICADO

| TRAFICO DE DISEÑO (EAL) | TIPOS II Y III | |
|----------------------------|----------------|----------|
| | MILIMETROS | PULGADAS |
| 10^4 | 50 | 2 |
| 10^5 | 50 | 2 |
| 10^6 | 75 | 3 |
| 10^7 | 100 | 4 |
| $> 10^7$ | 130 | 5 |

Fuente: Referencia Bibliográfica N° 02

DETERMINACIÓN DE ESPESORES PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN TODO SU ESPESOR (FULL-DEPTH)

La selección del espesor de un "Pavimento Asfáltico en todo su espesor", puede hacerse empleando las cartas de diseño A-1, A-7 o A-13 (usado en el presente trabajo), para el sistema de unidades internacionales o las cartas A-19, A-25 o A-31 para el sistema de unidades americanas. Hay que entrar a esas cartas con los

valores apropiados del tráfico EAL y los valores de M_R de diseño de la subrasante previamente seleccionados. Los espesores de los Pavimentos Asfáltico en Todo su Espesor puede leerse directamente con una precisión de 25mm o menos.

2.03.2 CALCULOS

Parámetros de Diseño

Para los cálculos consideramos los parámetros:

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Periodo de Diseño | 10 años |
| Numero de Carriles | 2 |
| Temperatura Media Anual del Aire | 16.3 a 23.6 °C |
| Tasa de crecimiento | 1.89 4% |
| | anual |
| CBR de la Sub Rasante | 20.5% |
| EAL (Calculado en AASTHO) | 70,000 |
| Modulo de Resilencia | 13,307 Psi |

Factores Ambientales

Clima templado: 16.3 a 23.6 °C (Usando 24 °C)

Espesor Mínimo de Concreto Asfáltico

Según el cuadro N° 2.03.3

Tráfico de Diseño: 70,0000

Espesor Mínimo: 2"

Determinación de los Espesores para Pavimentos Asfálticas en todo su Espesor (Full – Depth)

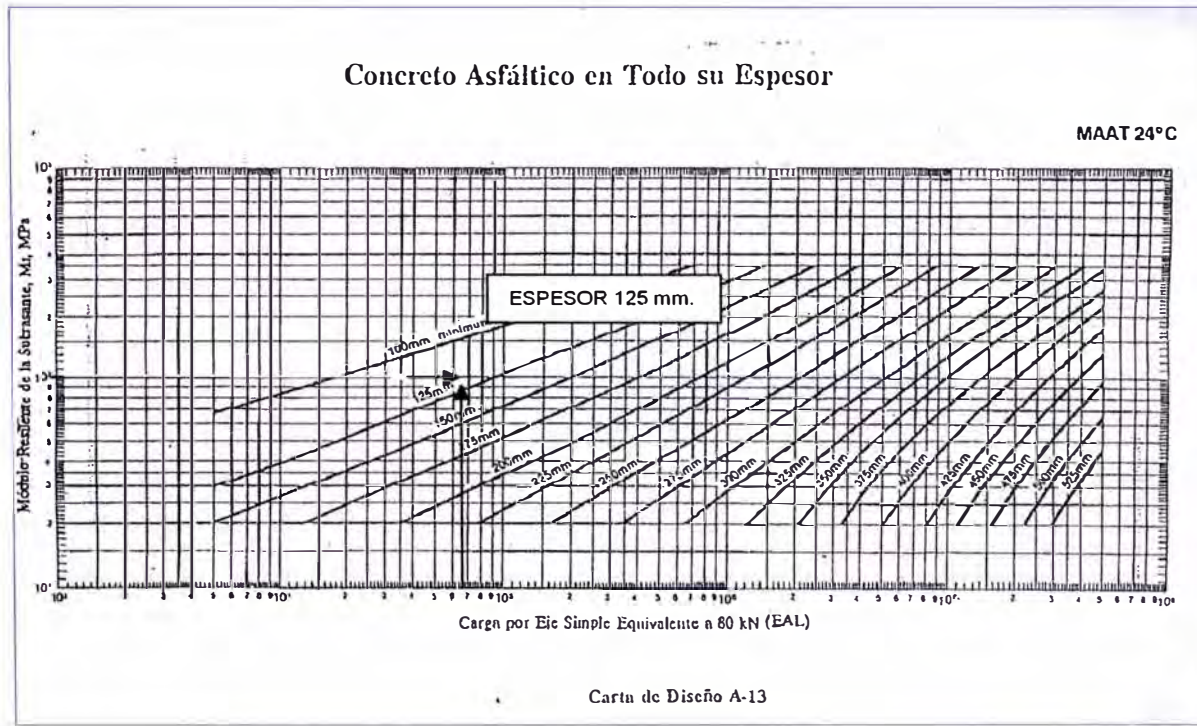
Sub rasante : $M_r = 91,8 \text{ Mpa (13,307 psi)}$

Trafico de Diseño: $EAL = 70,000 = 0.07 \times 10^6$

Clima : $MAAT = 24^\circ\text{C}$

De la carta A – 13 Se determinó que el espesor de diseño del concreto asfáltico en todo su espesor fue de 125mm (5.0") para la superficie de rodadura y la base. Considerando el espesor mínimo del concreto asfáltico (2") tuvimos 3" de espesor de base granular.

FIGURA N° 2.03 CÁLCULO DEL ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO



Estructuración del Pavimento

ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO

| CAPA | H(PULG) |
|--------------------|---------|
| Concreto Asfáltico | 2.00 |
| Base Granular | 3.00 |
| Sub Base | 0.00 |

Con este método se tuvo una estructura del pavimento de 2" (5cm.) de carpeta asfáltica y 3" (7.50 cm.) de base granular.

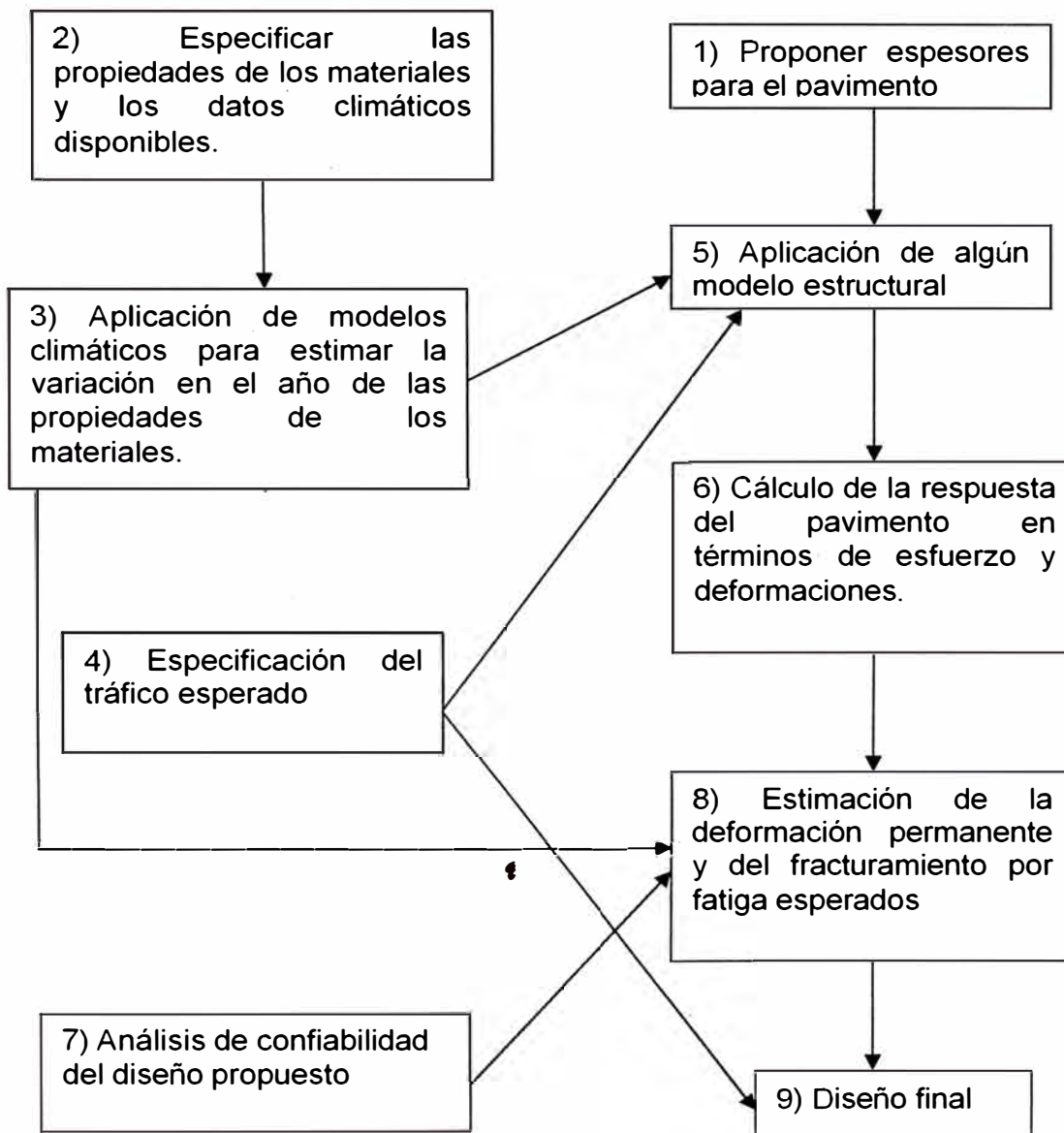
2.04 MÉTODOS MECANÍSTICOS

2.04.1 TEORÍA

METODOLOGÍA DEL DISEÑO

Para el cálculo del diseño primeramente se tiene que conocer las características de los materiales como el módulo elástico y resiliente de las capas, se propone espesores que se comprobaran si es aceptable de acuerdo a los estados de esfuerzo y deformación ante la aplicación de la carga en las distintas capas; los sectores críticos de falla son identificados estimando el nivel de daño potencial mediante fórmulas que transforman los esfuerzos y deformaciones generados en nivel de cargas de tráfico permisible. El siguiente esquema explica el método.

FIGURA Nº 2.04.1 METODOLOGIA GENERAL DEL DISEÑO MECANISTICO



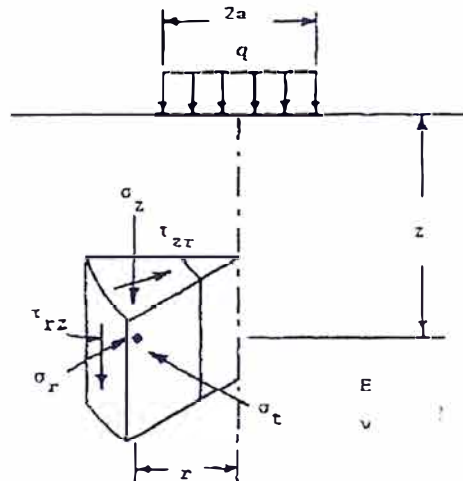
MEDIO ELÁSTICO

La manera más simple de caracterizar el comportamiento de un pavimento flexible debajo de la carga de la rueda es considerarlo como un semi-espacio elástico homogéneo. Un semi-espacio tiene un área infinitamente grande y una profundidad infinita con un primer plano de cargas que están aplicadas.

La teoría original de Boussinesq (1885) estaba basada en una carga concentrada aplicada en un semi-espacio elástico. Las tensiones, esfuerzos, y deflexiones debido a una carga concentrada puede ser integrada para obtener eso debido al área circular cargada. Antes del desarrollo de la teoría de capas por Burmister (1943), mayor atención se le prestó a las soluciones de Boussinesq porque eran las únicas disponibles. La teoría puede usarse para determinar los esfuerzos, deformaciones y deflexiones en la subrasante, si la relación de módulos entre el pavimento y la subrasante es cercana a la unidad; como por ejemplo, entre una superficie de asfalto delgada y una base granular delgada. Si la relación de módulos es mucho mayor que la unidad, la ecuación debe modificarse, como fue demostrada temprano por el Método de Diseño de Kansas (Comisión de las Carreteras del Estado Kansas, 1947).

La Figura 2.04.2 muestra un semi-espacio homogéneo sujeto a una carga circular con un radio a y una presión uniforme q . El semi-espacio tiene un módulo elástico E y una relación de Poisson ν . Un elemento pequeño cilíndrico con centro a una distancia z debajo de la superficie y r del eje de simetría mostrado. Debido al eje de simetría hay sólo tres esfuerzos normales, σ_z , σ_r , σ_t , y una tensión de corte τ_{rz} que es igual a τ_{zr} . Estas tensiones son funciones de q , r/a , y z/a .

FIGURA N° 2.04.2
COMPONENTES DE PRESION BAJO EL EJE DE SIMETRIA CARGADO



SOLUCIONES POR GRÁFICOS

Foster y Ahlvin (1954) presentaron gráficos para determinar esfuerzos verticales σ_z , esfuerzos radiales σ_r , esfuerzos tangenciales σ_t , tensión de corte τ_{rz} , y la deflexión vertical w . La carga es aplicada sobre un área circular de radio a y una intensidad q .

Porque la relación de Poisson tiene un efecto relativamente pequeño en los Esfuerzos y Deflexiones, Foster y Ahlvin asumieron que el semi-espacio para ser incompresible tiene una relación de Poisson de 0.5 y tan sólo un conjunto de gráficos se necesita en vez de uno para cada relación de Poisson. Este trabajo fue después refinado por Ahlvin y Ulery (1962) quienes presentaron una serie de ecuaciones y gráficos para que los Esfuerzos, Deformaciones y Deflexiones puedan ser calculados, para cualquier relación de Poisson dada. Estas ecuaciones no son presentadas aquí, porque las soluciones pueden ser obtenidas fácilmente del Programa KENLAYER asumiendo el semi-espacio elástico homogéneo para un sistema de dos capas con cualquier espesor, pero con el mismo módulo elástico y relación de Poisson para ambas capas.

SOLUCIONES AL EJE DE SIMETRÍA

Cuando la carga es aplicada encima de una sola área circular, el Esfuerzo, Deformación y Deflexión más críticos ocurren bajo el centro del área circular, en el eje de simetría donde $\tau_{rz} = 0$ y $\sigma_r = \sigma_t$ entonces σ_z y σ_r , son los esfuerzos principales.

PLACA FLEXIBLE

La carga aplicada del neumático al pavimento es similar a una lámina flexible con un radio a y una presión uniforme q . Los esfuerzos bajo el centro de la lámina pueden determinarse por:

$$\sigma_z = q \left[1 - \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right] \dots\dots\dots (2.04.1)$$

$$\sigma_r = \frac{q}{2} \left[1 + 2\nu - \frac{2(1+\nu)z}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right] \dots\dots\dots (2.04.2)$$

Note que σ_z es independiente de E y ν y σ_r , es independiente de E .

$$\varepsilon_z = \frac{(1+\nu)q}{E} \left[1 - 2\nu + \frac{2\nu z}{(a^2+z^2)^{0.5}} - \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right] \dots\dots\dots (2.04.3)$$

$$\varepsilon_r = \frac{(1+\nu)q}{2E} \left[1 - 2\nu - \frac{2(1-\nu)z}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right] \dots\dots\dots (2.04.4)$$

La deflexión vertical w puede ser determinado por:

$$w = \frac{(1+\nu)qa}{E} \left\{ \frac{a}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{1-2\nu}{a} [(a^2+z^2)^{0.5} - z] \right\} \dots\dots\dots (2.04.5)$$

SEMI -ESPACIO NO LINEAL

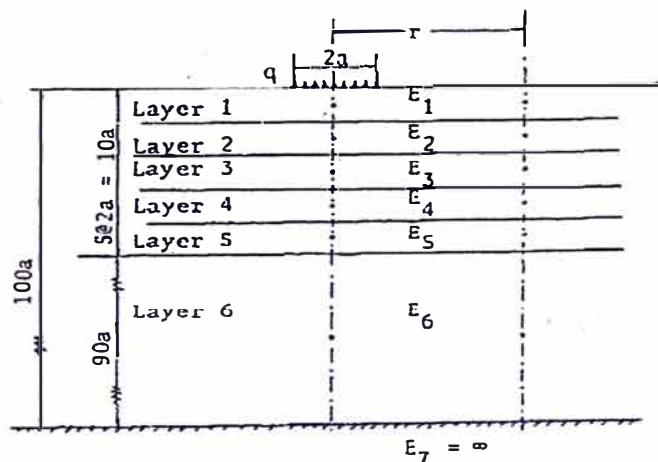
Las soluciones de Boussinesq son basadas en la asunción de que el materia] que constituye el semi-espacio es linealmente elástico. Se sabe bien que los suelos de la Subrasante no son elásticos y producen deformación permanente bajo las cargas estacionarias. Sin embargo, bajo la aplicación repetida de las cargas móviles de tráfico, la mayoría de las deformaciones son recuperables y pueden ser considerados elásticos. Es por consiguiente posible seleccionar un módulo elástico razonable correspondiente con la velocidad de las cargas móviles. Desde que implica linealmente la aplicabilidad del principio de superposición, la constante

elástica no debe variar con el estado de esfuerzo. En otros términos, la deformación axial de un material elástico lineal, bajo un esfuerzo axial debe ser independiente de la presión de confinamiento. Evidentemente esto no es verdadero para los suelos, porque su deformación axial depende en su mayoría de la magnitud de la presión de confinamiento. Por consiguiente, el efecto no-lineal de la solución de Boussinesq es de interés práctico.

A) MÉTODO ITERATIVO

Para mostrar el efecto no-lineal de materiales granulares en los Esfuerzos Verticales y Deflexiones, Huang (1968) dividió el semiespacio en siete capas, como es mostrado en la figura 2.04.3, y aplicar la teoría de capas de Burmister para determinar los esfuerzos a media altura de cada capa. Note que la capa más baja es una base rígida con un módulo elástico muy grande.

FIGURA Nº 2.04.3
 DIVISION DEL SEMI – ESPACIO EN UN SISTEMA DE SIETE CAPAS



Después de que los esfuerzos se obtienen, el módulo elástico de cada capa es determinado por:

$$E = E_0 (1 + \beta \theta) \dots\dots\dots (2.04.6)$$

Donde θ es el Esfuerzo Invariante ó la suma de tres Esfuerzos Normales; E es el Módulo Elástico bajo el esfuerzo invariante dado; E_0 es el Módulo Elástico Inicial ó el módulo cuyo esfuerzo invariante es cero y β es una constante del suelo que indica el incremento en el módulo elástico por el incremento de la unidad en el esfuerzo

invariante. Note que el esfuerzo invariante debe incluir los efectos de la carga aplicada así como el esfuerzo geostático y puede expresarse como:

$$\theta = \sigma_z + \sigma_r + \sigma_t + \gamma z(1 + 2K_0) \dots\dots\dots (2.04.7)$$

Donde σ_z , σ_r , y σ_t son los Esfuerzos Verticales, Radiales, y Tangenciales debido a la carga; γ es el peso de la unidad de suelo; z es la distancia debajo de la superficie en el cual el Esfuerzo Invariante es calculado y K_0 es el coeficiente de presión de tierra en el resto.

El problema puede ser resuelto por un Método de Aproximaciones Sucesivas. Primero, un Módulo Elástico es asumido para cada capa y los esfuerzos se obtienen por la Teoría de Capas. Basado así en los Esfuerzos obtenidos, un nuevo conjunto de Módulos es determinado de la ecuación 2.04.6 y un nuevo conjunto de esfuerzos, entonces es calculado. El proceso es repetido hasta que el Módulo entre dos iteraciones consecutivas converja a una tolerancia especificada.

B) METODO APROXIMADO

Un método aproximado para analizar un semi-espacio no-lineal es dividirlo en varias capas y determinar los esfuerzos a media altura de cada capa por las ecuaciones de Boussinesq, basadas en la teoría lineal. De los esfuerzos así obtenidos, el módulo elástico E para cada capa es determinado de la ecuación 2.04.6. La Deformación de cada capa, en el cual es la diferencia entre la deflexión sobre y debajo de cada capa, basado en el E dado, puede entonces ser obtenido, Empezando de la base rígida ó a una profundidad lejos de la superficie, dónde el desplazamiento vertical pueda asumirse cero, las deformaciones se agregan para obtener las deflexiones a varias profundidades. La asunción de la distribución de Esfuerzos por Boussinesq se usó por Vesic y Domaschuk (1964) para predecir la forma de cubetas de la deflexión en los pavimentos de la carretera, y los acuerdos fueron informados satisfactorios.

SISTEMAS DE DOS - CAPAS

Si un pavimento está compuesto de tres capas, por ejemplo, una capa de asfalto, una capa de base granular, y la Subrasante, es necesario combinar la capa de base y la de Subrasante en una sola capa para calcular los Esfuerzos y Deformaciones en la capa de asfalto o combinar la capa de asfalto y base para calcular los Esfuerzos y

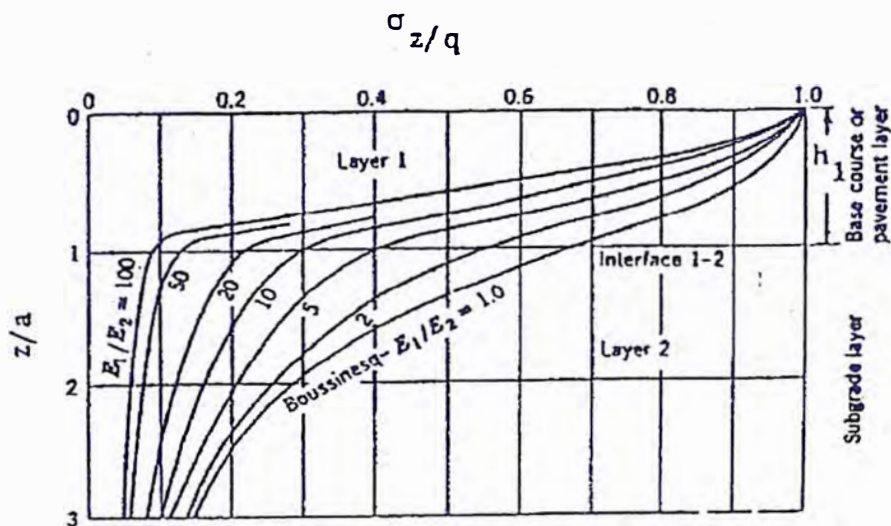
Deformaciones en la Sub rasante.

ESFUERZO VERTICAL

El Esfuerzo Vertical sobre la Subrasante es un factor importante en el diseño del pavimento. La función de un pavimento es reducir el esfuerzo vertical en la Subrasante para que las deformaciones perjudiciales del pavimento no ocurran. El esfuerzo vertical aceptable en una Subrasante dada, depende de la Fuerza ó Módulo de la Subrasante. Para combinar el efecto de Esfuerzo y Fuerza, el Esfuerzo de compresión vertical se ha usado frecuentemente como un criterio de diseño.

FIGURA Nº 2.04.4

DISTRIBUCION DE ESFUERZOS VERTICALES EN UN SISTEMA DE DOS CAPAS



Los esfuerzos en un sistema de dos-capas dependen de la relación de módulos E_1/E_2 y del espesor-radio h_1/a . La figura 2.04.4 muestra el efecto de un sistema de dos capas del pavimento en la distribución de Esfuerzos verticales bajo el centro de un área cargada circularmente. El gráfico es aplicable al caso cuando el espesor h_1 de la capa 1 es igual al radio del área de contacto, ó $h_1/a = 1$. Como en todos los gráficos presentados en esta sección, una relación de Poisson de 0.5 es asumida para todas las capas. Puede verse que los esfuerzos verticales disminuyen significativamente con el aumento en la relación de Módulos. A la interfaz del Pavimento-Subrasante, el esfuerzo vertical es aproximadamente 68% de la presión aplicada si $E_1/E_2 = 1$, como lo indicado por la distribución de esfuerzos de Boussinesq, y se reduce aproximadamente 8% de la presión aplicada si $E_1/E_2 = 100$.

El esfuerzo vertical aceptable debe depender del número de repeticiones de carga. Basado en el criterio de diseño de Shell y la ecuación de la AASHTO Huang (1984) desarrolló la siguiente relación:

$$N_d = 4.873 \times 10^{-5} \times \sigma_c^{-3.734} \times E_2^{3.583} \dots\dots\dots (2.04.8)$$

Donde N_d es el número aceptable de repeticiones de esfuerzos para limitar la deformación permanente, σ_c es el esfuerzo de compresión vertical en la superficie de la subrasante en psi, y E_2 es el modulo elástico de la subrasante en psi.

TRACCIÓN CRÍTICA

Se ha usado la Tracción en el fondo de la capa de asfalto como un criterio de diseño para prevenir la fatiga por cracking. Dos tipos de Tracciones principales pueden ser considerados, uno es la Tracción principal global, basada en todos los componentes de las Tensiones normales y de corte. El otro que es más popular y se usa en KENLAYER, es la Tensión principal horizontal, basada sólo en el normal horizontal y en las Tensiones de corte. La Tensión principal global y, es ligeramente mayor que la tensión principal horizontal, para que el uso de la tensión principal global esté en el lado seguro.

Huang (1973) desarrolló los gráficos para determinar la Tracción Crítica en el fondo de la capa 1 para un sistema de dos-capas. La Tracción Crítica es la tensión global y puede determinarse por:

$$e = \frac{q}{E_1} F_e \dots\dots\dots (2.04.9)$$

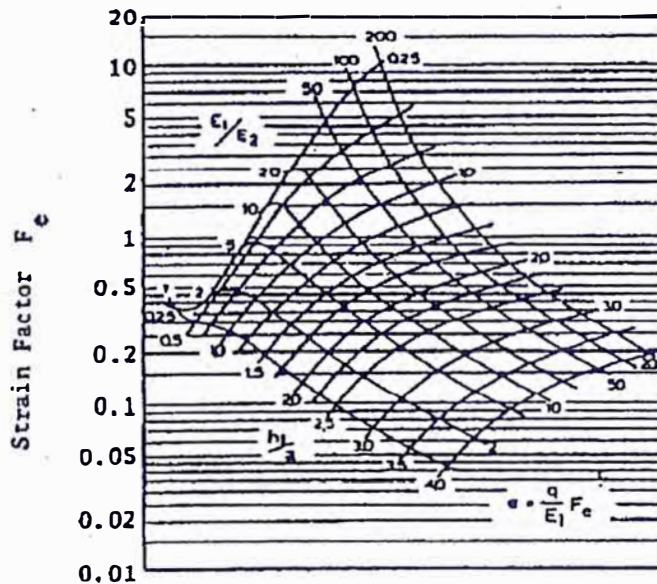
Donde e es la Tracción Crítica y F_e es el factor de tensión que puede ser determinado de los gráficos.

RUEDA SIMPLE

La Figura 2.04.5 presenta el factor de tensión para un sistema de dos-capas bajo un área cargada circularmente. En la mayoría de los casos la Tracción crítica ocurre bajo el centro del área cargada, donde la tensión de corte es cero. Sin embargo, cuando ambos h_1/a y E_1/E_2 son pequeños, la Tracción crítica ocurre a poca distancia del centro, debido al efecto predominante de la tensión de corte. Bajo tales

situaciones, la Tracción principal a distancias radiales de 0, 0.5a, a, y 1.5a del centro son calculadas y el valor crítico fue obtenido y trazado en la Figura 2.04.5

FIGURA N° 2.04.5
 FACTOR DE TENSION PARA UN SISTEMA DE DOS CAPAS



ANALISIS DE DAÑO

El análisis de daño se realiza con criterios de falla del agrietamiento por fatiga y de la deformación permanente.

El criterio de falla del agrietamiento por fatiga se expresa como:

$$N_f = f_1 (\xi_r)^{-f_2} (E_1)^{-f_3} \dots \dots \dots (2.4.10)$$

En la que **N_f**, es el número aceptable de repeticiones de carga para prevenir el agrietamiento por fatiga; **ξ_r** es la deformación por tensión en el fondo de la capa de asfalto; **E₁** es el módulo elástico de la capa de asfalto; y **f₁**, **f₂** y **f₃** son constantes determinadas de las pruebas de fatiga de laboratorio. El Instituto del Asfalto usó 0.0796, 3.291, y 0.854 para **f₁**, **f₂** y **f₃** respectivamente, en su procedimiento de diseño basado analíticamente; los valores correspondientes usados por la Shell son 0.0685, 5.671, y 2.363 (Shook, 1982). En vista del hecho de que el número de repeticiones de carga exigió progresar al ataque de agrietamiento y a limitar las condiciones de falla que es menor para las capas de asfalto delgadas que para las

capas más gruesas, Craus (1984) sugirió que f_1 en el criterio del Instituto de Asfalto se reduzca a 0.0636 para las capas de asfalto menos de 4 in. (102 mm) en el espesor.

El criterio de falla para la deformación permanente se expresa como:

$$N_d = f_4 (\epsilon_c)^{-f_5} \dots \dots \dots (2.4.11)$$

En la que N_d es el número aceptable de repeticiones de carga para limitar la deformación permanente, ϵ_c es la deformación por compresión sobre la subrasante, f_4 y f_5 son constantes determinadas de pruebas de la carretera o de la evaluación de campo. El valor de f_4 y f_5 se sugiere como 1.365×10^{-9} y 4.477 por el Instituto del Asfalto (AI, 1982); 6.15×10^{-7} y 4.0 por la Shell (Claussen, 1977) y 1.13×10^{-6} y 3.571 por la Universidad de Nottingham (Brown, Castaño, 1977).

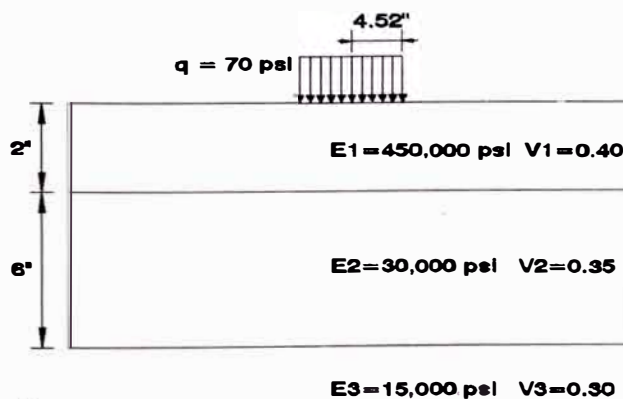
2.04.2 CÁLCULOS

CÁLCULOS DE ESFUERZOS, DEFORMACIONES Y DESPLAZAMIENTOS MEDIANTE EL PROGRAMA KENLAYER

a) Datos de Ingreso

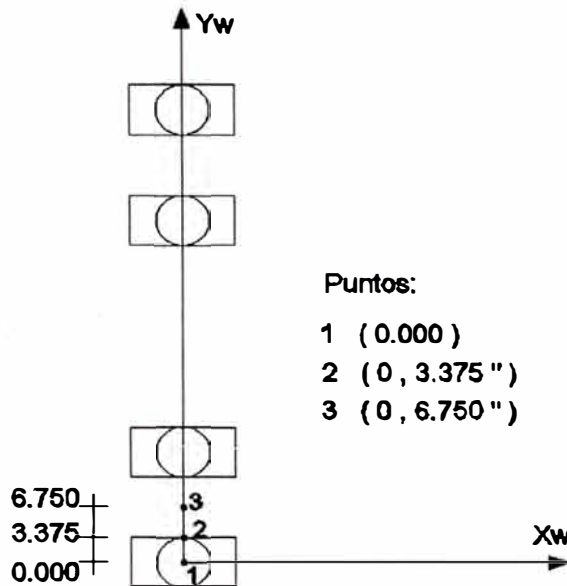
A continuación se indican los datos de ingreso:

- La carga circular modelada tiene un radio de 4.52" (114.80 mm) y una presión de contacto de 70 psi (483KPa), del eje simple de 8.2 Ton. Con llanta dual.
- La distancia entre los centros de la llanta duales es de 13.5".
- Los espesores, Módulo de Elasticidad y Coeficiente de Poisson de las tres capas del pavimento: Carpeta Asfáltica, Base Granular y Subrasante, se muestran en el siguiente esquema:



b) Geometría de Cargas – Eje de 8.2 Ton

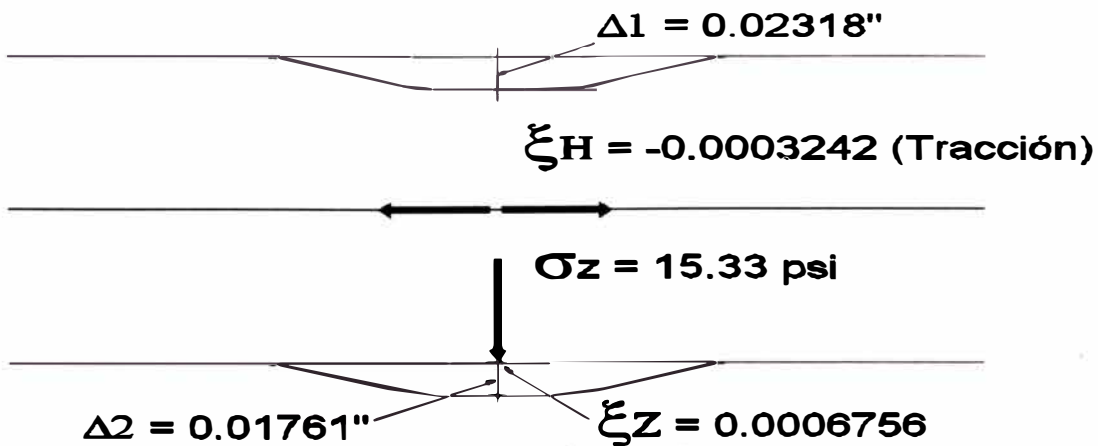
Mediante el Programa Kenlayer determinamos la deformación por tensión y la deformación por compresión a tres puntos bajo las ruedas, que se muestran en el siguiente esquema:



En las siguientes aplicaciones analizaremos solo el punto N° 01.

c) Salida de Resultados

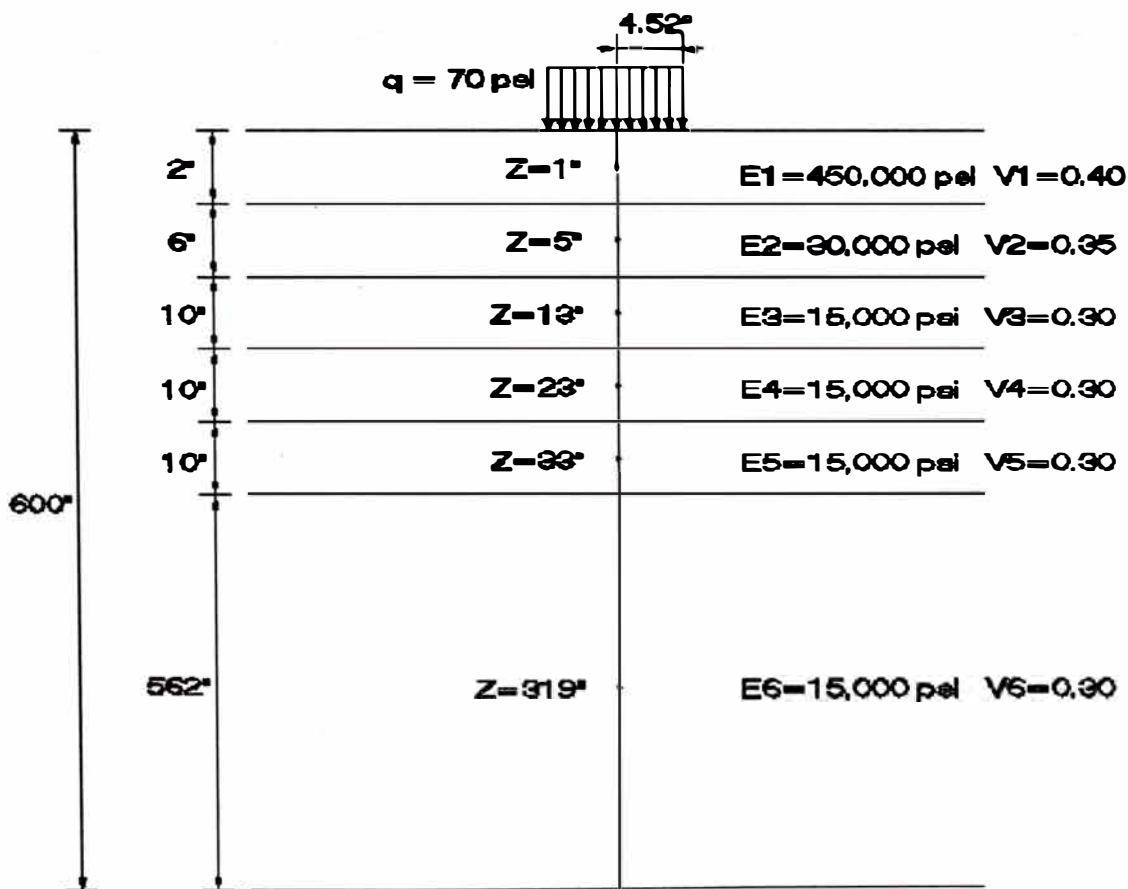
En base a los datos de ingreso y geometría de cargas, se muestran los resultados obtenidos por el Programa Kenlayer.



DESPLAZAMIENTO VERTICAL (MÉTODO APROXIMADO)

Para utilizar el método iterativo se necesitan los siguientes datos:

- La carga circular modelada tiene un radio de 4.52" (114.8mm) y una presión de contacto de 70 psi (483 KPa), del eje simple de 8.2 Ton. con llanta dual.
- El suelo de la subrasante es una grava con un modulo de elasticidad de 15,000 psi.
- El peso de la unidad de masa es de 110 pcf (17.3KN/m³).
- El coeficiente de presión de suelo en reposo es de 0.50.
- El suelo es subdividido en 6 capas, como se muestra a continuación:



SOLUCION

A MEDIA ALTURA DE LA CAPA 1

$$Z = 1" \text{ (25.34mm)}$$

De la ecuación 2.04.1

$$\sigma_z = 69.29 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.2

$$\sigma_r = \sigma_t = 42.18 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.7

$$\theta = 153.79 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.6

Tenemos que $E_o = 450,000 \text{ psi}$ (para la capa de asfalto), y $\beta = 0.0104$,

$$E = 1'169,729.16 \text{ psi}$$

De la ecuación 2.04.5

- La deflexión arriba cuando $z = 0$,
 $w = 0.000439''(0.0112\text{mm})$
- La deflexión abajo cuando $z = 2''$ (50.67mm),
 $w = 0.000416''(0.0106\text{mm})$

La deformación para la capa 1 es $0.000439 - 0.000416 = 0.000024''(0.0006\text{mm})$, la deformación para las otras capas pueden ser determinadas similarmente y los resultados son tabulados en el cuadro N 2.04.1

CUADRO N° 2.04.1
CÁLCULO DE LA DEFORMACION POR CADA CAPA

| Capa N° | Espesor (in) | "z" a media altura (in) | σ_z (psi) | σ_r (psi) | θ (psi) Cargas aplicadas | E (psi) | wE (lb/in) | Deformacion (in) |
|---------|--------------|-------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------------|
| 1 | 2 | 1 | 69.29 | 42.18 | 153.79 | 1,169,729.16 | 514.0942 | 0.000024 |
| 2 | 6 | 5 | 41.42 | 3.69 | 49.43 | 45,423.15 | 439.9449 | 0.002449 |
| 3 | 10 | 13 | 11.01 | -0.46 | 11.75 | 16,832.93 | 230.1207 | 0.001427 |
| 4 | 10 | 23 | 3.87 | -0.23 | 6.34 | 15,989.68 | 116.1904 | 0.006462 |
| 5 | 10 | 33 | 1.92 | -0.12 | 5.88 | 15,918.05 | 76.7655 | 0.007902 |
| 6 | 10 | 319 | 0.02 | 0.00 | 40.63 | 21,338.54 | 49.7485 | 0.005029 |
| | | | | | | | Total | 0.023294 |

Para calcular la deformación de cada capa, el producto de w y E a cada interfaz de la capa es determinada primero por la ecuación 2.04.5. La diferencia de "wE" entre las interfases divididas por E da la deformación de la capa. La deflexión de la superficie es la suma de todas las deformaciones de la capa igual a **0.02329'' (0.5917mm)**, por el método aproximado.

Utilizando el Programa Kenlayer, este arroja un resultado de **0.02318'' (0.5888mm)**, que concuerda con el obtenido por el método aproximado.

ESFUERZO VERTICAL (MÉTODO APROXIMADO)

Para hallar el esfuerzo vertical sobre la subrasante se necesitan los siguientes datos:

- La carga circular modelada tiene un radio de 4.52" (114.8mm) y una presión de contacto de 70 psi (483 KPa), del eje simple de 8.2 Ton. con llanta dual.
- El suelo de la subrasante es una grava con un módulo de elasticidad de 15,000 psi.

SOLUCION

$$E1/E2 = 450,000 / 15,000 = 30$$

$$z/a = 5/4.52 = 1.11$$

De la figura 2.04.4, tenemos $\sigma_z/q = 0.20$,

De donde $\sigma_z = 0.18 \times 70 = 12.60$ psi (método gráfico)

Utilizando el Programa Kenlayer se obtuvo un resultado de **15.33 psi**.

El esfuerzo vertical aceptable depende de repeticiones de carga.

Reemplazando en la ecuación 2.04.8:

$$N_d = 4.873 \times 10^{-5} \times (15.33)^{-3.734} \times (15000)^{3.583}$$

Donde $N_d = 1.67 \times 10^6$ repeticiones aceptables de esfuerzos para limitar la deformación permanente, este resultado cumple con el número de pasadas obtenido del estudio de tráfico de la carretera que es igual a 0.07×10^6 .

TRACCIÓN CRÍTICA

Para hallar la tracción crítica consideramos los datos mostrados anteriormente.

SOLUCION

$$h_1/a = 2 / 4.52 = 0.44 \text{ y } E1/E2 = 450000/15000 = 30$$

De la figura 2.04.5

$$F_e = 2.50$$

De la ecuación 2.04.9 Obtenemos la tracción crítica,

$$e = 70 \times 2.50 / 450000 = 3.89 \times 10^{-4}, \text{ (método gráfico)}$$

Utilizando el Programa Kenlayer, se obtuvo un resultado de 3.24×10^{-4} , que se verifica bien con la solución gráfica.

ANÁLISIS DE DAÑO

La deformación por tensión al fondo de la capa de asfalto se halló con el Kenlayer, de donde $\xi_t = 0.0003242''$.

De la ecuación (2.4.10)

$$N_f = 0.0796 \times (0.0003242)^{-3.291} \times 450000^{-0.854}$$

Donde, $N_f = 0.36 \times 10^6$ repeticiones de carga o pasadas admisibles de ejes simples para evitar el agrietamiento por fatiga.

El Programa Kenlayer arrojó un valor para la deformación vertical a nivel de subrasante de $0.0006756''$.

Hallamos N_d de la ecuación (2.4.11)

$$N_d = 1.365 \times 10^{-9} \times 0.0006756^{-4.477}$$

Donde $N_d = 2.13 \times 10^6$ es el número aceptable de repeticiones de carga para limitar la deformación permanente.

2.05 CUADRO COMPARATIVO

Considerando los diseños elaborados por los métodos del Instituto del Asfalto y AASTHO realizamos un resumen de los espesores de la estructura del pavimento encontrado en cada método.

CUADRO N° 2.04 .2
CUADRO COMPARATIVO DEL PAVIMENTO

| ESTRUCTURA | MÉTODOS | |
|----------------------------|-----------|-----------------------|
| | AASTHO 93 | INSTITUTO DEL ASFALTO |
| CONCRETO ASFÁLTICO (PULG.) | 2.0 | 2.0 |
| BASE GRANULAR (PULG.) | 6.0 | 3.0 |
| SUB BASE (PULG.) | 0.0 | 0.0 |

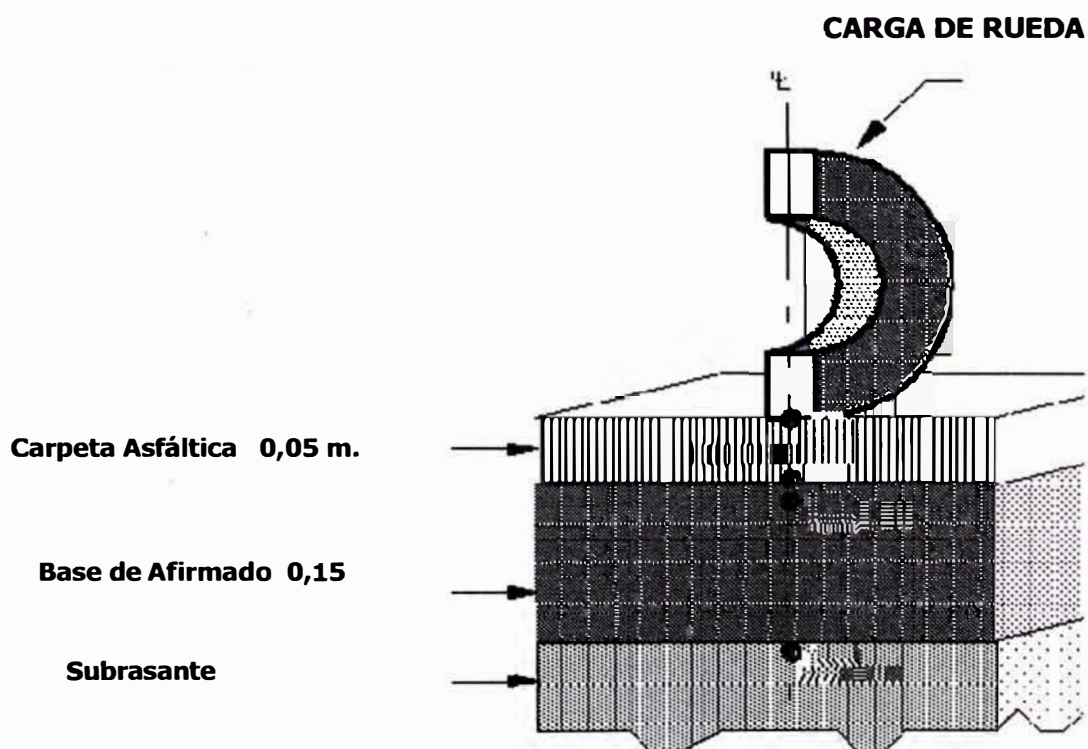
Consideraciones:

- Ambos métodos coinciden en el espesor del concreto asfáltico por lo tanto asumimos que se usará un carpeta asfáltica de 5cm (2").
- Si bien es cierto que en el método del Instituto del Asfalto se obtiene una base granular de 3" y la de AASTHO 6", se adoptará este último tomando en cuenta que

el tráfico proyectado se ampliara con la construcción de la carretera para lo cual es necesario un espesor mayor.

- Con los resultados obtenidos por el método mecánico se verificó el diseño por AASHTO 93.
- Al verificarse el diseño por AASHTO 93 se concluye que la carretera esta diseñada para el tiempo de vida previsto de 10 años con 70,000.00 de pasadas admisibles, obtenido del estudio de tráfico.

La carretera en estudio presentara la siguiente estructura:



2.06 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se indican la relación de especificaciones y/o normas durante el proceso de diseño del pavimento.

- Estudio Geotécnico:
 - Ensayo Análisis granulométrico (MTC E 107 y ASTM D-422)
 - Limite Líquido (MTC E 110 y ASTM D-4318)
 - Limite Plástico (MTC E 111 y ASTM D-4318)
 - Contenido de Humedad del Suelo (MTC E 108 y ASTM D-2216)
 - Proctor Modificado (MTC E 115 y ASTM D-1557)
 - C.B.R. (California Bearing Ratio) (MTC E 132 y ASTM D-1883)
 - Clasificación de Suelos SUCS (ASTM D-2487)
 - Clasificación de Suelos para el Uso en Vías de Transporte AASHTO (ASTM D-3282)
- Diseño por el Método AASHTO
 - Ecuación publicada en FHWA-PL-98-029
 - Guía AASHTO 1993
- Diseño por el Método del Instituto del Asfalto
 - CBR de Suelos Compactados – ASTM D 1883 (AASHTO T 193)
 - Valor de Resistencia – R ASTM D 2844 (AASHTO Método T 190)
 - Manual del Instituto del Asfalto

2.07 PLANOS

Se anexa el plano de sección típica de la carretera en estudio, considerando el diseño final del pavimento (ver plano ST – 1).

CAPÍTULO III EXPEDIENTE TÉCNICO

3.01 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.01.1 OBJETIVO

El presente Expediente Técnico se refiere al del proyecto de ejecución de la obra: "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS DEL KM. 59+400 AL 59+700", ubicado en el distrito de Zúñiga, Provincia de Lima.

Dicho trabajo conlleva a la construcción del pavimento, satisfaciendo el estudio Geotécnico y diseño de pavimentos.

3.01.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

Actualmente, tanto el tramo en mención no cuenta con la pavimentación total de la vía, teniendo un perfil irregular.

Se ha realizado el levantamiento de los detalles planimétricos, el perfil longitudinal y secciones transversales para la elaboración del Plano de Estado Actual de las calles, que han servido de base para el diseño del eje y rasante final del pavimento proyectado.

Para el efecto se ha seguido la frecuencia de las prácticas habituales para este tipo de trabajos como son:

Trabajos de Campo.

- Reconocimiento general y elección de Pls. (vértices).
- Poligonal básica de apoyo.
- Nivelación longitudinal.
- Secciones transversales.
- Ubicación de bermas, alcantarillas, canales y cunetas existentes.

Trabajos de Gabinete.

- Elección de sección tipo.
- Diseño Geométrico.
- Cálculo de coordenadas y libretas de campo.
- Dibujo de planos en formato establecido.

3.01.3 DISEÑO VIAL

Criterios para el Diseño Geométrico

Los criterios fundamentales para el diseño de la vía están dirigidos a mejorar el nivel de vida de los pobladores usuarios, utilizar el ancho óptimo de vía, previniendo el futuro incremento de la densidad poblacional.

Se está adoptando la construcción de la Vía, según las siguientes características:

Pavimento

Consistirá en la construcción de un pavimento de 6.00 m de ancho.

Bermas

Consistirá en la construcción de bermas de 0.75 m de ancho.

Señalización

Se ha procedido a efectuar el estudio y diseño de la señalización horizontal de acuerdo a las necesidades de la zona determinadas a partir de observaciones de campo y estimaciones de volumen y composición de tráfico de vehículos.

3.02 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.02.1 BASE GRANULAR E = 0.15M

Descripción

Esta partida consistirá en la construcción de una capa de fundación compuesta de grava o piedra fracturada, en forma natural o artificial, y finos, construida sobre la capa base o subrasante, según sea el caso, de la nueva plataforma, la cual debe ser aprobada como garantía de estar debidamente preparada, y compactada, de acuerdo a los alineamientos, rasantes, secciones transversales típicas indicadas en los planos (la base granular incluye el ancho de la calzada, bermas y sobre anchos indicados según sea el caso).

Materiales

El material para la base de grava o piedra triturada consistirá de partículas duras y durables, o fragmentos de piedra o grava y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. La porción de material retenido en el tamiz N° 4, será llamada agregado grueso y aquella porción que pase por el tamiz N°

4, será llamado agregado fino. El material de tamaño excesivo que se haya encontrado en depósitos de los cuales se obtiene el material para la capa base de grava será retirado por tamizado o será triturado hasta obtener el tamaño requerido. No menos el 50% en peso de las partículas de agregado grueso triturado, deberán tener más de una cara de fractura o forma cúbica angulosa. Si es necesario, para cumplir con este requisito, la grava será tamizada antes de ser triturada.

El material compuesto para la base debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra. Presentará en lo posible una granulometría lisa y continua bien gradada.

Características

El Material de base deberá cumplir con las siguientes características físico-químicas y mecánicas que se indican a continuación:

CUADRO Nº 3.01
GRANULOMETRÍA

| TAMAÑO DE LA MALLA AASHTO T - 11 y T - 27 (Abertura Cuadrada) | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA | | | | TOLERANCIA |
|--|-----------------------------|---------|---------|----------|------------|
| | GRADACIÓN | | | | |
| | A | B | C | D | |
| 2" | 100 | 100 | - | - | - 2 |
| 1" | - | 75 - 95 | 100 | 100 | + / - 5 |
| 3/8" | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 | + / - 8 |
| Nº 4 | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 | + / - 8 |
| Nº 10 | 15 - 40 | 20 - 45 | 25 - 50 | 40 - 70 | + / - 8 |
| Nº 40 | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 | + / - 5 |
| Nº 100 | 2 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 8 - 15 | + / - 3 |

- Partículas chatas y alargadas (ASTM D-693)
Máx. 20%
- Valor Relativo de Soporte CBR 2 días inmersión en agua (ASTM D-1833)
Mín. 80%
- Sales Solubles Totales
Máx. 2%
- Porcentaje de compactación del Próctor Modificado (ASTM D-1556)
Mín. 100%
- Variación en el contenido óptimo de humedad del Próctor Modificado

+ / - 1.5%

- Límite Líquido (ASTM D-423)
Máx. 25%
- Índice Plástico (ASTM D-424)
Máx. 6%
- Equivalente de Arena (ASTM D-2419)
Mín. 50%
- Abrasión (ASTM C-131)
Máx. 40%

Colocación y Extendido

El material será colocado y extendido en una capa uniforme y sin segregación de tamaño hasta tal espesor suelto, de modo que la capa tenga, después de ser compactada, el espesor requerido. Se efectuará el extendido con equipo mecánico apropiado, o desde vehículos en movimiento equipados de manera que sea esparcido uniformemente, o con equipo liviano aprobado por el Supervisor en aquellas zonas no accesibles al equipo pesado.

Mezcla

Después que el material de la capa de base ha sido esparcido y compactado, será mezclado por medio de una cuchilla en toda la profundidad de la capa llevándolo alternadamente hacia el centro y hacia la orilla desde la calzada. Para la mezcla, se utilizará una niveladora de cuchilla con un peso mínimo de 3 toneladas y que tenga una cuchilla de por lo menos 2.5 m. de longitud y una distancia entre ejes no menor de 4.5 m; se prevé, sin embargo, que puede utilizarse mezcladoras móviles de un tipo aprobado por el Ingeniero Supervisor, en lugar de una niveladora de cuchilla. Se regará el material durante la mezcla cuando así lo ordena la Supervisión de obra. Cuando la mezcla esté ya uniforme, será otra vez esparcida y perfilada hasta obtener la sección transversal que se muestra en los planos.

La adición de agua puede efectuarse en planta o en pista siempre y cuando la humedad de la compactación se encuentre entre los rangos establecidos.

Si se necesita rellenedor en adición al que originalmente existe en el material de la capa base para llenar los requisitos de granulometría o para ligar satisfactoriamente el material, se mezclará este rellenedor uniformemente con el material para la capa base, ya sea en planta o en pista. El material para tales

fines, que será obtenido de fuentes aprobadas por la inspección de la obra, estará libre de terrones duros y no deberá contener más del 15% del material que sea retenido por la malla N° 4.

Compactación

Inmediatamente después de terminada la distribución y el emparejamiento del material, cada capa de éste deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios con un peso mínimo de 8 toneladas.

Dicho rodillado deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro, en sentido paralelo al eje del camino, y deberá continuar así hasta que toda la superficie haya recibido este tratamiento. Cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación, deberá corregirse aflojando el material en estos sitios y agregando o quitando material hasta que la superficie resulte pareja y uniforme. A lo largo de las curvas, colectores y muros en todos los sectores no accesibles al rodillo, el material de base deberá compactarse íntegramente mediante el empleo de apisonadores mecánicos. El material será tratado con niveladora y rodillo hasta que se haya obtenido una superficie lisa y pareja. La cantidad de cilindrado y apisonado arriba indicada se considerará la mínima necesaria para obtener una compactación adecuada. Durante el progreso de operación, el Ingeniero deberá efectuar ensayos de control de densidad de humedad de acuerdo con el método ASTM D-1556, efectuando tres (3) ensayos por cada 3000 toneladas de material colocado, y si el mismo comprueba que la densidad resulta inferior al 100% de la densidad máxima determinada con el ensayo de Laboratorio ASTM D-1557, el Contratista deberá completar un cilindrado o apisonado adicional en la cantidad que fuese necesaria para obtener la densidad señalada. Se podrá utilizar otros tipos de ensayos para determinar la densidad de obra a los efectos de un control adicional después que se haya obtenido los valores de densidad referidos por el método ASTM D-1556.

El Ingeniero Supervisor podrá utilizar la compactación mediante el empleo de otros tipos de equipos que los arriba especificados, siempre que se determine que el empleo de tales equipos alternativos producirá fehacientemente densidades de no menos del 100% arriba especificado. El permiso del Ingeniero Supervisor para utilizar un equipo de compactación diferente deberá otorgarse

por escrito y ha de indicar las condiciones bajo las cuales el equipo debe ser utilizado.

Exigencias del Espesor

El espesor de la base terminada no deberá diferir en $+ / - 1$ cm. De lo indicado en los planos. Inmediatamente después de la compactación final de la base, el espesor deberá medirse en uno o más puntos cada 100 m. lineales (o menos) de la misma. Las mediciones deberán hacerse por medio de perforaciones u otros métodos aprobados.

Los puntos para la medición serán seleccionados por el Ingeniero supervisor en lugares tomados al azar dentro de cada sección de 100 m (o menos), de tal manera que se evite una distribución regular de los mismos. A medida que la obra continúe sin desviación en cuanto al espesor más allá de las tolerancias admitidas, el intervalo de los ensayos podrá alargarse a criterio del Ingeniero Supervisor, llegando a un máximo de 300 m. con ensayos ocasionales efectuados a distancias más cortas. Cuando una medición señale una variación del espesor registrado en los planos mayores que la admitida por la tolerancia, se hará mediciones adicionales a distancias aproximadas a 10 m. hasta que se compruebe que el espesor se encuentra dentro de los límites autorizado. Cualquier zona que se desvíe de la tolerancia admitida deberá corregirse removiendo o agregando material según sea necesario conformando y compactando luego dicha zona en la forma especificada.

Las perforaciones de agujeros para determinar el espesor y la operación de su relleno con materiales adecuadamente compactados deberá efectuarse por parte del contratista, bajo la supervisión del Ingeniero Supervisor.

Medición

El método de medición será por metros cuadrados (m²) compactados obtenidos del ancho de base por su longitud, según lo indicado en los planos y aceptados por el Ingeniero Supervisor.

Bases de Pago

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

03.02.2 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA

Descripción

Esta partida se refiere a la aplicación mediante riego, de asfalto líquido del tipo “cutback” sobre la superficie de una base no asfáltica preparada con anterioridad y de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos o como sea designado por el Ingeniero Supervisor.

Consideraciones Generales

i) Materiales

Se empleará cualquiera de los siguientes materiales bituminosos:

- a) Asfalto Cut-back grado MC-30 o MC-70 que cumpla con los requisitos de calidad especificados por la Norma ASTM D-2027 (asfaltos de tipo curado medio).
- b) Asfalto Cut-back grado RC-250 que cumpla con los requisitos de calidad especificados por la Norma ASTM D-2028 (asfaltos tipo curado rápido), mezclado en proporción con kerosene industrial de modo de obtener viscosidades de tipo Cut-back de curado medio para fines de imprimación.

ii) Aplicación de la Imprimación

Cuando se trate de un material poroso, la superficie deberá estar seca o ligeramente húmeda. La humedad de estos materiales se logrará por el rociado de agua en la superficie en cantidad adecuada para este fin.

La aplicación del material bituminoso deberá hacerse a presión para garantizar un esparcido uniforme y continuo utilizando un distribuidor autopropulsado que estará equipado con una manguera auxiliar de boquillas esparcidoras y conectada a la misma presión del sistema del distribuidor en cuanto al tamaño de la barra distribuidora, tamaño de las boquillas, espaciado entre boquillas, ángulo de boquillas con el eje de la barra distribuidora, altura de la barra distribuidora sobre la base, capacidad y presión de bomba, serán adecuadas para obtener el fin propuesto.

El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y velocidad de régimen especificada por el Ingeniero. En general, el régimen debe estar entre 0.2 y 0.4 galones por metro cuadrado. La temperatura de la mezcla a utilizar debe estar dentro de los siguientes intervalos:

| | |
|-------------------------|----------------|
| MA – 30 | 21° C – 60° C |
| MC – 70 | 43° C – 85° C |
| (RC-250) + 20% Kerosene | 80° C – 100° C |

Una penetración mínima de 5 mm. En la base granular será indicativo de su adecuada penetración.

Al aplicar el riego de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un borde explícitamente marcado para mantener una línea de aplicación.

Aquellas áreas que no reciban tratamiento deben ser inmediatamente imprimadas utilizando una manguera de esparcidor conectada al distribuidor. Si, en opinión del Ingeniero, las condiciones de tráfico lo permiten, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la base por operación. Debe tenerse cuidado de imprimir la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante un periodo de curado mínimo de 24 horas. El material bituminoso deberá ser enteramente absorbido por la superficie de la base. Si en el término de 24 horas, esto no ocurriese la supervisión podrá disponer de un mayor tiempo de curado.

Cualquier exceso de asfalto al término del tiempo de curado deberá secarse esparciendo arena limpia sobre su superficie, exenta de materiales vegetales y otras materias indeseables, cuya graduación corresponde a los requisitos del agregado tamaño N° 10 norma AASHTO M-43054 (ASTM D-448-54). La superficie así imprimada, curada y secada, debe permanecer en esta condición hasta que se le aplique la capa superior.

Para verificar la calidad del material bituminoso, éste deberá ser examinado en el laboratorio y evaluado teniendo en cuenta las especificaciones recomendadas por el Instituto del Asfalto. En caso que el asfalto líquido preparado fuera provisto por una planta especial, se deberá contar con un certificado de laboratorio que confirme las características del material.

En el procedimiento constructivo, se observará entre los siguientes cuidados que serán materia de verificación:

a) La calidad de material esparcido por unidad de área será la determinada por

la Supervisión de acuerdo al tipo de superficie y será controlada colocando en la franja de riego algunos recipientes de peso y área conocidos.

b) La uniformidad de la operación se logrará controlando la velocidad del distribuidor, la altura de la barra de riego y el ángulo de las boquillas con el eje de la barra de riego.

Estos controles, verificaciones o mediciones realizados por la Supervisión se efectuarán de manera especial al inicio de las jornadas de trabajos de imprimación.

iii) Requisitos de Clima

La operación de imprimación deberá empezar cuando la temperatura superficial a la sombra sea mayor a 13° C en ascenso o de más de 15° C en descenso. Se suspenderá la operación en tiempo brumoso o lluvioso.

iv) Protección de las Estructuras y Árboles Adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta al tratamiento debe ser protegida de tal manera que se evite salpicaduras o manchas. En caso de que esas salpicaduras o manchas ocurran, el Contratista deberá, por cuenta propia, retirar el material y reparar todo el daño ocasionado.

v) Mantenimiento

El contratista deberá conservar la superficie imprimada hasta que la capa superficial sea colocada. Cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículo o por otra causa deberá ser reparada antes de que sea colocada la capa superficial.

Medición

El método de medición se hará teniendo en cuenta la superficie imprimada y aceptada por el Supervisor en metros cuadrados (m²), de acuerdo a los anchos indicados en los planos y la longitud realmente regada.

Bases de Pago

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se pagará con la partida de imprimación los metros cuadrados (m²) de superficie imprimada y aceptada por el Supervisor. Este precio incluirá compensación total por todo el trabajo especificado en esta partida, materiales, mano de obra, equipos, herramientas, transportes e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

03.02.3 CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2”

Descripción

Este trabajo consistirá en colocar una capa de concreto asfáltico en caliente construida sobre la capa base debidamente preparada, de acuerdo con las presentes especificaciones.

El Contratista, antes de la colocación del concreto asfáltico de la carpeta de rodadura, deberá proceder a una operación topográfica de nivelación longitudinal y transversal sobre la base, de modo que se obtenga una rasante adecuada y coincidente con los niveles de tapa de los buzones existentes, salvo los casos expresamente indicados en el presente Expediente Técnico.

Consideraciones Generales

i) Materiales

Las mezclas bituminosas se compondrán básicamente de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso. Los distintos constituyentes de los materiales se separarán por tamaño, serán graduados uniformemente y combinados en proporciones tales que la mezcla resultante llene las exigencias de gradación para el tipo específico contratado. A los agregados mezclados y así compuestos, considerados por eso en un 100% se le deberá agregar bitumen dentro de los límites porcentuales fijados en las especificaciones para el tipo específico de material.

i.a) Agregados Minerales Gruesos

La porción de los agregados retenidos en la malla N° 4 se denominará agregado grueso y se compondrá de piedra triturada y/o grava triturada. Dichos materiales serán limpios compactos y durables, no estarán recubiertos de arcilla, limo u otras sustancias perjudiciales, no contendrán arcilla en terrones. Los acopios deberán estar cubiertos para prevenir una posible contaminación.

Por lo menos un 50% en peso de las partículas de grava triturada retenidas en el tamiz N° 4 deberá tener por lo menos una cara fracturada.

No se utilizará en la fabricación de las mezclas asfálticas agregados con tendencia a pulimentarse por acción del tráfico.

Cuando la granulometría de los agregados tienda a la segregación durante el acopio o manipulación deberá suministrarse el material en dos o más tamaños separados.

De ser necesario, la mezcla de dos o más agregados gruesos, el mezclado deberá hacerse a través de tolvas separadas y en los alimentadores en frío y no en el acopio.

Los agregados gruesos deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

ENSAYO

| | |
|---|------------|
| Durabilidad (ASTM C-88) | Máximo 12% |
| Abrasión (ASTM C-131) | Máximo 40% |
| Partículas chatas y alargadas (ASTM D-93) | Máximo 15% |
| Absorción de Agua (ASTM C-127) | Máximo 1% |

i.b) Agregados Minerales Finos

La porción de los agregados que pasan la malla N° 4 se denominará agregado fino y se compondrá de arena natural y/o material obtenido de la trituración de piedra, grava o escoria o de una combinación de los mismos.

Dichos materiales serán limpios, compactos, de superficie rugosa y moderadamente angular, carente de grumo de arcilla u otros aglomerados de material fino. Los acopios deberán estar cubiertos para prevenir una posible contaminación.

No se utilizará en la fabricación de las mezclas asfálticas agregados con tendencia a pulimentarse por acción del tráfico.

De ser necesario, la mezcla de dos o más agregados finos, el mezclado deberá hacerse a través de tolvas separadas y en los alimentadores en frío y no en el acopio.

El agregado fino, a ser ensayado según el método ASTM C-88 “durabilidad con sulfato de sodio”, deberá tener una pérdida menor al 12%; así mismo, la absorción de agua será menor de 1% (ASTM D-128)

El equivalente de arena (ASTM 2419) del agregado fino o de la mezcla de agregados finos será como mínimo de 50%.

El índice de plasticidad del material que pasa la malla 200 será menor a 4%.

Si el agregado fino tiene una variación mayor de 0.25 del módulo de fineza del material representativo será rechazado.

i.c) Relleno Mineral

El material de relleno de origen mineral que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia del binomio agregado-asfalto, estará compuesto de polvo calcáreo, polvo de roca, polvo de escoria, cemento Pórtland, cal hidratada u otra sustancia aprobada no plástica. Estos materiales deberán carecer de materias extrañas y objetables, estarán perfectamente secos para poder fluir libremente y no contendrán grumos. Su granulometría cumplirá las siguientes exigencias:

| Número de Malla | % en peso seco que pasa |
|-----------------|-------------------------|
| 30 | 100 |
| 50 | 95 – 100 |
| 200 | 70 – 100 |

i.d) Cemento Asfáltico

El cemento asfáltico será del grado de penetración 60/70 preparado por refinación del petróleo crudo por métodos apropiados.

El cemento asfáltico será homogéneo, carecerá de agua y no formará espuma cuando sea calentado a 160° C. Se debe tener en cuenta las temperaturas máximas de calentamiento recomendadas por Petro Perú, no debiéndose calentar a más de 160° C.

El cemento asfáltico debe satisfacer los siguientes requerimientos:

| CARACTERÍSTICAS | MÍNIMA | MÁXIMA |
|--|--------|---------------|
| Penetración a 25° C, 100 gr. | 60 | 70 (1/10 mm.) |
| Punto de inflamación, Cleveland Vaso Abierto | 230° C | ----- |
| Ductibilidad a 25 ° C, 5 cm. p/m | 100 cm | ----- |
| Solubilidad en Tricloroetileno | 99% | ----- |

| | | |
|---|--------------|-------|
| Ensayo de Oliensis | NEGATIVO | ----- |
| Índice de Penetración Viscosidad S.F. | -1.0 | +1.0 |
| Ensayo de Película Delgada Pérdida por Calentamiento a 163° C, 5 hrs. | ----- | 0.8 |
| Penetración del Residuo, porcentaje del original | 54 (1/10mm.) | ----- |
| Ductibilidad del residuo a 25° C, 5 cm. p/m | 50 | ----- |

ii) Fuentes de Provisión de Canteras

Se deberá obtener del Ingeniero Supervisor, la aprobación de las fuentes de origen de los agregados, relleno mineral de aporte y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales. Las muestras de cada uno de estos se remitirán en la forma que se ordene y aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

iii) Fórmula de la Mezcla en Obra

La composición general y los límites de temperaturas establecidos en las Especificaciones para cada uno de los tipos especificados, constituyen regímenes máximos de tolerancia que no deberán ser excedidas no obstante lo que pueda indicar cualquier fórmula de mezclado en Obra que se aplique.

Antes de iniciar la Obra, el Contratista someterá al juicio del Ingeniero Supervisor, por escrito, una fórmula de mezcla en obra que utilizará para la obra a ejecutarse. Esta fórmula se presentará estipulando un porcentaje definido y único de agregado que pase por cada uno de los tamices especificados; una temperatura definida y única con la cual la mezcla debe salir de la mezcladora y una temperatura definida y única con la cual la mezcla será colocada en el camino, debiendo todos estos detalles encontrarse dentro de los regímenes fijados por la composición general de los agregados y los límites de temperaturas. El Ingeniero Supervisor aprobará dicha mezcla, y a su criterio podrá usar la fórmula propuesta por el Contratista en su totalidad o en parte.

Esta fórmula para la mezcla en obra deberá ser acompañada de los correspondientes resultados de ensayos según Técnica Marshall que la fundamenten.

En cualquier caso, la fórmula de trabajo para la fabricación de la mezcla asfáltica deberá fijar unos porcentajes definidos y únicos de agregado que pase por cada tamiz requerido, un porcentaje definido y único de bitumen a adicionarse a los agregados, una temperatura definida y única para la mezcla con la cual ha de colocarse en el camino.

Previamente al inicio del asfaltado y como parte de los requisitos para la aprobación por parte del Supervisor de la fórmula de trabajo en obras, el Contratista deberá construir por su cuenta una plataforma de por lo menos 50 m. de longitud y 3.60 m de ancho fuera de la pista, con los mismos materiales y condiciones que la capa de carpeta, con la finalidad de efectuar las pruebas de equipos y métodos para el esparcido y compactación de la mezcla asfáltica.

iv) Aplicación de la Fórmula de Mezcla en Obra y Tolerancias

Todas las mezclas provistas deberán concordar con la mezcla de fórmula en obra aprobada por el Ingeniero Supervisor dentro de las tolerancias establecidas.

Cada día, el Ingeniero Supervisor extraerá tantas muestras de los materiales y de la mezcla como considere conveniente, para verificar la uniformidad requerida de dicha mezcla. Cuando estos resultados desfavorables o una variación de sus condiciones lo hagan necesario, el Ingeniero Inspector podrá fijar una nueva fórmula para ejecutar la mezcla para la Obra.

Cuando se compruebe la existencia de un cambio en el material, o cambio de su procedencia, se deberá preparar una nueva fórmula para la mezcla en obra que será presentada y aprobada antes de que se emplee la mezcla que contenga el nuevo material.

Los materiales para la obra serán rechazados cuando se compruebe que tengan porosidades u otras características que requieran para obtener una mezcla equilibrada, un régimen mayor o menor del contenido de bitumen que el que se ha fijado a través de la especificación.

v) Composición de la Mezcla de Agregados

La mezcla de agregados se compondrá básicamente de agregados minerales gruesos, finos y relleno mineral, en proporciones tales que la mezcla resultante produzca una curva continua aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado elegido. La fórmula de la mezcla de obra será

determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica. La mezcla de agregados deberá cumplir la siguiente gradación:

| Tamaño de Malla | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA MALLA | | | TOLERANCIA |
|-----------------|-----------------------------------|----------|----------|------------|
| | | | | |
| ¾" | 100 | 100 | 100 | + / - 2 |
| ½" | 80 - 100 | 100 | 80 - 100 | + / - 8 |
| 3/8" | 70 - 90 | 80 - 100 | 60 - 80 | + / - 7 |
| Nº 4 | 50 - 70 | 55 - 75 | 48 - 65 | + / - 7 |
| Nº 8 | 35 - 50 | 35 - 50 | 35 - 50 | + / - 6 |
| Nº 30 | 18 - 29 | 18 - 29 | 19 - 30 | + / - 5 |
| Nº 50 | 13 - 23 | 13 - 23 | 13 - 23 | + / - 5 |
| Nº 100 | 8 - 16 | 8 - 16 | 7 - 15 | + / - 4 |
| Nº 200 | 4 - 10 | 4 - 10 | 0 - 8 | + / - 3 |

La fórmula de la mezcla de obra con las tolerancias admisibles producirá el huso granulométrico de control de obra, debiéndose producir una mezcla de agregado que no escape dicho huso. Cualquier variación deberá ser investigada y las causas deberán ser corregidas.

vi) Características de la Mezcla Asfáltica en Caliente

Las características físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente empleando el método ASTM D-1559 "Resistencia al Flujo Plástico Utilizando el Aparato MARSHALL" son señaladas a continuación:

| | |
|--|-----------------|
| - Número de golpes en cada lado del espécimen | 75 |
| - Estabilidad (Kilogramos) | mínimo 680 |
| - Flujo (mm) | 2 a 4 |
| - Porcentaje de Vacíos de Aire | 3 a 5 |
| - Estabilidad / Flujo (kg/cm ²) | 1700 a 3000 |
| - Índice de Compactibilidad (*) | mínimo 5 |
| - Estabilidad Retenida, 24 horas a 60° C | mínimo 75% |
| (*) El índice de compactibilidad se define como: | 1/(GEB50, GEB5) |

Donde, GEB50 y GEB 5son las gravedades específicas de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Los valores con mezclas de estabilidad muy altos y valores de flujo muy bajos no son adecuados.

Al ser ensayados los agregados gruesos por el método de ensayo ASTM D-1644 “Revestimiento y Desprendimiento en Mezclas de Agregados-Asfalto” deberá obtenerse un porcentaje de partículas revestidas mayor a 95%.

Cuando la muestra representativa de agregado fino sea ensayado por el método RIEDEL WEBER deberá obtenerse resultado no menor de 4.

En caso de que cualquier o ambos ensayos antes indicados no cumplieran con los requisitos indicados se prescribe el uso de filler (cemento Pórtland o cal hidratada) y/o aditivo para asfalto, en las proporciones apropiadas de manera que se cumpla los requisitos de estas pruebas.

El contenido óptimo (técnico económico) del cemento asfáltico será determinado basándose en el estudio de las curvas de energía de compactación constante vs. Contenido de cemento asfáltico. Además se deberá proporcionar las curvas de energía de compactación variable vs. Óptimo contenido de cemento asfáltico.

vii) Construcción

Los métodos de construcción deberán estar de acuerdo con las exigencias fijadas por los siguientes artículos.

viii) Limitaciones Climáticas

Las mezclas se colocarán únicamente cuando la base a asfaltar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10° C, cuando el tiempo no estuviera nublado ni lluvioso y cuando la base preparada tenga condiciones satisfactorias.

ix) Ejecución de los Trabajos

Ningún trabajo podrá realizarse cuando se carezca de suficientes medios de transporte, de distribución de mezcla, equipo de terminación o mano de obra para asegurar una marcha de las obras a un régimen no inferior al 60% de la capacidad productiva de la planta mezcladora.

x) Equipo para Transporte y Colocación

x.a) Camiones

Los camiones para el transporte de mezclas bituminosas deberán contar con tolvas herméticas, limpias y lisas de metal, que hayan sido cubiertos con una pequeña cantidad de agua jabonosa, solución de lechada de cal, para evitar que la mezcla se adhiera a las tolvas.

Todo camión que produzca una segregación excesiva de material debido a su suspensión elástica u otros factores que contribuyan a ello, que acuse pérdidas de bitumen en cantidades perjudiciales o que produzcan demoras indebidas será retirado del trabajo cuando el Ingeniero Supervisor lo ordene, hasta que haya sido corregido el efecto señalado.

Cuando fuera necesario, para lograr que los camiones entreguen la mezcla con la temperatura especificada, las tolvas de los camiones serán asistidas para poder obtener temperaturas de trabajo de las mezclas y todas sus tapas deberán asegurarse igualmente.

x.b) Equipo de Distribución y Terminación

El equipo para la distribución y la terminación se compondrá de pavimentadoras mecánicas aprobadas, capaces de distribuir y terminar la mezcla de acuerdo con los alineamientos pendientes y perfil de tipo de obra exigida.

Las pavimentadoras estarán provistas de embudos y tornillos de distribución de tipo reversible para poder colocar la mezcla en forma pareja delante de las enrasadoras ajustables. Las pavimentadoras estarán equipadas también con dispositivos de manejo y confinar los bordes del pavimento dentro de sus líneas sin uso de moldes laterales fijos.

También se incluirá en el equipo dispositivos para emparejamiento ajustable de las juntas longitudinales, entre trochas. El conjunto será ajustable para permitir la obtención de las formas del perfil tipo de obra fijado, y será diseñado y operado de tal modo que se pueda colocar la capa de mejoramiento requerido.

Preferentemente el equipo deberá contar con dispositivos electrónicos para la regularización del espesor; en caso contrario, El Contratista deberá extremar las medidas a los fines de obtener el perfil de obra exigido.

Las pavimentadoras estarán equipadas con emparejadoras móviles y dispositivos para calentarlas a la temperatura requerida para la colocación de la mezcla.

El término emparejamiento incluye cualquier operación de corte, avance u otra acción efectiva para producir un pavimento con la uniformidad y textura especificada, sin raspones, saltos ni grietas.

Si se comprueba durante la construcción que el equipo de distribución y terminación utilizado deja en el pavimento fisura, zonas dentadas u otras irregularidades objetables que no puedan ser corregidas satisfactoriamente por las operaciones programadas, el uso de dicho equipo será suspendido, debiendo el Contratista sustituirlo por otro que efectúe en forma satisfactoria los trabajos de distribución y terminación del pavimento.

x.c) Rodillos de Compactación

El equipo de compactación comprenderá como mínimo un rodillo o tambor en tándem y uno del tipo neumático autopropulsado. También podrán utilizarse lisas de tres ruedas, vibradores y compactadores y otro equipo similar que resulte satisfactorio para el Ingeniero Supervisor.

El equipo en funcionamiento deberá ser suficiente para compactar la mezcla rápidamente mientras se encuentre aún en condiciones de ser trabajada. No se permitirá el uso de un equipo que produzca una trituración de los agregados.

x.d) Herramientas Menores

El Contratista deberá proveer medios para todas las herramientas menores, limpias y libres de material bituminoso. En todo momento deberá tener preparados y listos la suficiente cantidad de lienzos encerados o cobertores para poder ser utilizados por orden del Ingeniero Supervisor, en emergencias tales como inclemencias del tiempo o demoras inevitables para cubrir o proteger todos los materiales que hayan sido descargados sin ser distribuido.

xi) Transporte y Entrega de la Mezcla

La mezcla será transportada desde la planta mezcladora hasta su lugar de uso por medio de vínculos que llenen las exigencias fijadas. No se podrá despachar carga alguna a una hora muy avanzada del turno laboral, que pueda impedir la colocación y compactación de la mezcla con suficiente luz diurna, excepto cuando se hayan previsto de medios satisfactorios de iluminación.

xii) Distribución y Terminación

Al llegar al lugar de uso, la mezcla será distribuida en el espesor acotado conforme al perfil tipo de obra que se quiera lograr, haciendo, ya sea, sobreancho total de la calzada o en un ancho particular practicable. Para estos fines se utilizarán las especificaciones del artículo “x) Equipo para Transporte y Colocación.”

La mezcla se colocará sobre una base aprobada solamente cuando las condiciones del tiempo sean adecuadas y de acuerdo con el artículo “viii) Limitaciones Climáticas”

xiii) Compactación

Inmediatamente después que la mezcla haya sido repartida y emparejada, la superficie será verificada, nivelando todas las irregularidades comprobadas en la misma y compacta intensa y uniformemente por medio de un rodillo.

El trabajo de compactación se podrá ejecutar cuando la mezcla esté en las condiciones requeridas y no produzca, en opinión del Ingeniero, desplazamientos indebidos o agrietamientos de la mezcla.

El trabajo inicial de compactación será efectuado, en el caso de un recubrimiento completo, con un rodillo en tándem o a tres ruedas que trabaje siguiendo al distribuidor de material cuyo peso será tal que no produzca hundimientos o desplazamiento de la mezcla. El rodillo será accionado con un cilindro de mando ubicado lo más cerca posible del distribuidor a menos que el Ingeniero indique otra cosa. Inmediatamente después del cilindro inicial, la mezcla será compactada íntegramente mediante el uso de un rodillo neumático autopulsado. Las pasadas finales de compactación se harán con una aplanadora tándem de un peso de por lo menos 10 toneladas de dos o tres ejes.

Las operaciones de compactación comenzarán por los costados y progresarán gradualmente hacia el centro. Dicho proceso se hará cubriendo uniformemente cada huella anterior de la pasada del rodillo, según órdenes que debe impartir el Ingeniero Supervisor y hasta que toda la superficie haya quedado compactada.

Las distintas pasadas del rodillo terminarán en puntos de parada distantes tres pies por lo menos de los puntos de parada anteriores. Procedimientos de compactación que difieren de los indicados, preferentemente podrán ser dispuestos por el Ingeniero Supervisor cuando las distancias así lo requieran.

La mejor temperatura para iniciar la compactación es la máxima temperatura en que la mezcla soporta el rodillo sin originar excesivos movimientos horizontales. Esta temperatura deberá definirse en obra. El proceso de compactación debe culminar antes que la temperatura de la mezcla asfáltica sea menor de 85° C.

Cualquier desplazamiento que se produzca a consecuencia del campo de la dirección del rodillo será corregido enseguida mediante el uso de rastras y la adición de mezclas frescas cuando fuese necesario.

Se deberá prestar atención para evitar durante la compactación un desplazamiento del alineamiento y las pendientes de los bordes de la cabeza.

Para evitar la adhesión de la mezcla a las ruedas del rodillo, éstas serán mantenidas húmedas, pero no se permitirá exceso de agua.

A lo largo de cordones, rebordes y muros u otros sitios inaccesibles para el rodillo, la mezcla será compactada con pisones a mano caliente o con apisonadora mecánicas que tengan una compresión equivalente. Cada pisón de mano pesará no menos de 25 libras (11.35 Kg.) y tendrá una superficie de apisonado no mayor de cincuenta (50) pulgadas cuadradas.

La compactación proseguirá en forma continuada para lograr un resultado uniforme mientras la mezcla esté en condiciones adecuadas de trabajabilidad y hasta que se hayan eliminado todas las huellas de la máquina de compactación. La superficie de la mezcla después de compactadas será lisa y deberá concordar con el perfil de tipo de obra y las pendientes, dentro de las tolerancias especificadas.

Todas las mezclas que hayan resultado con roturas, estuvieran sueltas, mezcladas con suciedad o defectuosas en otro modo, serán retiradas y sustituidas con mezcla caliente fresca que será compactada de inmediato para quedar en iguales condiciones que la superficie circundante.

Toda superficie de 900 cm² ó mayor que acuse un exceso de diferencia de materiales bituminosos será retirada y reemplazada por material nuevo. Así mismo, todos los puntos o juntas elevadas, depresiones o abolladuras serán corregidos.

La Compactación será aprobada por el Ingeniero Supervisor, empleando cualquiera de los siguientes métodos descritos a continuación:

Empleando equipos nucleares o testigos extraídos con perforador o diamantina de la mezcla compactada, se debe cumplir:

$$DC \geq 97\% DM$$

$$Di \geq 95\% DM$$

Donde:

Di: Pesos unitarios individuales obtenidos en el área compactada de la producción diaria

DC: Promedio de cinco (05) valores de Di

DM: Promedio de los pesos unitarios obtenidos del control de producción de planta según método MARSHALL.

Obteniéndose la máxima gravedad específica (ASTM D-2041). En cada punto donde se obtendrá el peso unitario de la mezcla asfáltica compactada se debe cumplir en cada estación.

$$\text{Capa de Superficie} : 3 \leq (MDT - Di) / MDT \leq 5$$

xiv) Junta

La distribución se hará lo más continua posible y el rodillo pasará sobre los bordes de la terminación no protegidos de la vía de colocación reciente sólo cuando así lo autorice el Ingeniero Supervisor. En tales casos, incluyendo la formación de juntas como se expresó anteriormente, se tomarán las medidas necesarias para que exista una adecuada ligazón con la nueva superficie en todo el espesor de la capa.

No se colocará sobre material compactado 24 horas antes, a menos que el borde vertical haya sido cortado formando una cara vertical. Se aplicará un riego de liga tres horas antes de la colocación.

xv) Requisitos del Espesor

La capa terminada no podrá variar del espesor indicado en el perfil tipo en más de 0.25 pulgadas. Se harán mediciones del espesor en suficiente número antes y después de compactar para establecer la relación de los espesores del material sin compactar y compactado, luego el espesor será controlado midiendo el material in compactar que se encuentre inmediatamente detrás de la pavimentadora.

Cuando las mediciones así efectuadas indiquen que una sección no se encuentra dentro de los límites de tolerancia fijados para la obra determinada, la zona aún no compactada será corregida mientras el material se encuentre todavía en buenas condiciones de trabajabilidad.

xvi) Control de Acabado

La superficie del pavimento será verificada mediante una plantilla de coronamiento que tenga la forma de perfil tipo de obra y mediante una regla de tres (03) m. de longitud, aplicados en ángulos rectos y paralelamente respecto del eje de la calzada. El Contratista destinará personal para aplicar la citada plantilla y la regla, bajo las órdenes del Ingeniero Supervisor con el fin de controlar todas las superficies.

La variación de superficie entre dos contactos de la plantilla o de la regla no podrá exceder 3 mm. De ser mayores las deformaciones, éstas se corregirán colocando mezcla fina que será inmediatamente compactada, toda vez que no deteriore el aspecto estético de la vía.

Los ensayos para comprobar la coincidencia con el coronamiento y la pendiente especificada se harán inmediatamente después de la compactación inicial, y las variaciones serán corregidas por medio de la adición o remoción de materiales, según fuese el caso.

Después de ello, la compactación continuará en la forma especificada. Terminada la compactación final, la lisura de la superficie terminada será controlada nuevamente y se procederá a eliminar toda irregularidad comprobada en la misma que exceda los límites arriba indicados. También se eliminarán zonas con textura, comprensión y composición defectuosas y se corregirán dichos defectos conforme a las disposiciones del Ingeniero Supervisor, que puedan incluir la remoción y sustitución por cuenta del Contratista de las zonas expresadas.

xvii) Rectificación de Bordes

Los bordes de pavimento serán rectilíneos y coincidentes con todo el trazado. Todo exceso de material será recortado después de la compactación final, debiendo ser eliminado considerando los aspectos de protección ambiental.

xviii) Otros Requisitos

a) Transporte y entrega de la mezcla

La mezcla deberá entregarse a temperatura adecuada, manteniendo siempre un límite de tolerancia dentro de 20° F establecidos por la fórmula de mezclado.

b) **Distribución y Terminación**

Las juntas de las capas sucesivas deberán escalonarse de modo que no se ubique a dos juntas en un mismo plano vertical, debiendo existir un desfase de 15 a 25 cm.

c) **Protección de la obra**

Las secciones de la capa de base recién terminadas deberán conservarse limpias antes de colocar la carpeta a capas de desgaste. No se permitirá ningún tránsito en las bases así terminadas, salvo el necesario para la colocación del material de la carpeta.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al décimo de metro cuadrado, de carpeta asfáltica en caliente colocada en obra a satisfacción del Supervisor de acuerdo con lo exigido por los planos y las presentes especificaciones.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo por el ancho especificado en los planos u ordenados por el Supervisor.

No se medirá ningún volumen fuera de esos límites.

Bases de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por metro cuadrado, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción del Supervisor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos de mezcla asfáltica en caliente preparada (incluyendo los aditivos que se decidan agregar) y puesta en obra, así como la colocación, nivelación y compactación respectivas.

Este precio incluirá compensación total por todo el trabajo especificado en esta partida, materiales, mano de obra, equipos, herramientas, transportes e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

3.03 RESUMEN DE METRADOS

Los cuadros de metrados correspondientes al proyecto en estudio se refieren a las cantidades de trabajo a efectuar durante el proceso constructivo de la obra. Los valores indicados son los mencionados en el estudio de preinversión a nivel de perfil elaborado en el presente curso excepto en la partida del pavimento que es el producto del diseño respectivo.

A continuación se presentan los cuadros de metrados.

Metrados

Presupuesto **MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYS DEL KM 59+400 AL 59+700**
 Subpresupuesto **MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYS DEL KM 59+400 AL 59+700**
 Cliente **S10 S.A.**
 Lugar **LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA**

| Item | Descripción | Und. | Metrado |
|-------|--|------|----------|
| 01 | OBRAS PRELIMINARES | | |
| 01.01 | ROCE Y LIMPIEZA | m2 | 2,250.00 |
| 01.02 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO | GLB | 1.00 |
| 01.03 | CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA | GLB | 1.00 |
| 01.04 | TRAZO Y REPLANTEO | M2 | 2,250.00 |
| 02 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | |
| 02.01 | CORTE DEL TERRENO NATURAL | m3 | 2,500.00 |
| 02.02 | DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES | m3 | 20.00 |
| 02.03 | ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE | m2 | 2,250.00 |
| 02.04 | CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO | m3 | 2,200.00 |
| 02.05 | PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE | m2 | 1.00 |
| 02.06 | TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR <1KM | m3k | 300.00 |
| 02.07 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR <1KM | m3k | 468.00 |
| 02.08 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1KM | m3k | 4,212.00 |
| 03 | PAVIMENTOS | | |
| 03.01 | BASE GRANULAR E=0.15 M | m2 | 2,436.00 |
| 03.02 | IMPRIMACION ASFALTICA | m2 | 1,800.00 |
| 03.03 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 2" | m2 | 1,800.00 |
| 03.04 | SELLO ASFALTICO | m2 | 1,800.00 |
| 04 | OBRAS DE ARTE Y DRENAJE | | |
| 04.01 | EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO | m3 | 6.75 |
| 04.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 10.77 |
| 04.03 | ACERO DE REFUERZO F'y=4200 kg/cm ² | kg | 39.90 |
| 04.04 | CONCRETO F' c = 210 kg/cm ² | m3 | 1.62 |
| 04.05 | CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS | m | 569.60 |
| 04.06 | GEOTEXTIL | m2 | 3.60 |
| 04.07 | MATERIAL DE FILTRO | m3 | 48.00 |
| 04.08 | TUBERIA DE PVC PARA DRENAJE DE MUROS D= 4" | m | 60.00 |
| 04.09 | ALCANTARILLA TMC D= 48" | m | 12.00 |
| 04.10 | ALCANTARILLA TMC D= 24" | m | 48.00 |
| 05 | SEÑALIZACION | | |
| 05.01 | SEÑALES REGLAMENTARIAS | und | 3.00 |
| 05.02 | SEÑALES PREVENTIVAS | und | 4.00 |
| 05.03 | MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO | m2 | 90.00 |
| 06 | COSTOS AMBIENTALES | | |
| 06.01 | COSTOS DE EXPROPIACION Y COMPENSACION | GLB | 1.00 |
| 06.02 | COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO | GLB | 1.00 |

3.04 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Los análisis de precios unitarios han sido elaborados en base a los costos vigentes actuales referentes a la mano de obra, materiales equipos y herramientas. Se utilizó la versión del 2003 del S10 para tal fin.

A continuación se presentan los cuadros de análisis de precios unitarios

S10

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | Fecha presupuesto | 10/11/2008 | | |
|--------------------|--|---------------------|---|-----------------|--------------------|---------------------|
| Subpresupuesto | 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | | | |
| Partida | 01 01 ROCE Y LIMPIEZA | | | | | |
| Rendimiento | MO. 1,250.0000 | EQ. 1,250.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 0.47 | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0147010004 | PEON | hh | 1 0000 | 0 0064 | 10 40 | 0 07 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 0 5000 | 0 0032 | 14 08 | 0 05 |
| | | | | | | 0 12 |
| | Equipos | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3 0000 | 0 12 | |
| 0349040008 | CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2 25 YD3 | hm | 0 2500 | 0 0016 | 114 10 | 0 18 |
| 0349130010 | CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M³ | hm | 0 2500 | 0 0016 | 107 58 | 0 17 |
| | | | | | | 0 35 |
| Partida | 01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO | | | | | |
| Rendimiento | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : GLB | 3.500.00 | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Materiales | | | | | |
| 0232970002 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | GLB | | 1 0000 | 3 500 00 | 3 500 00 |
| | | | | | | 3 500 00 |
| Partida | 01.03 CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA | | | | | |
| Rendimiento | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : GLB | 3.500.00 | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Materiales | | | | | |
| 0232970002 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | GLB | | 1 0000 | 3 500 00 | 3 500 00 |
| | | | | | | 3 500 00 |
| Partida | 01.04 TRAZO Y REPLANTEO | | | | | |
| Rendimiento | MO. 900.0000 | EQ. 900.0000 | Costo unitario directo por : M2 | 1.16 | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0147000032 | TOPOGRAFO | hh | 1 0000 | 0 0089 | 12 90 | 0 11 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6 0000 | 0 0533 | 10 40 | 0 55 |
| | | | | | | 0 66 |
| | Materiales | | | | | |
| 0239060020 | TIZA | BOL | | 0 0090 | 10 05 | 0 09 |
| 0243010079 | MADERA TORNILLO CEPILLADA | p2 | | 0 0200 | 2 22 | 0 04 |
| 0254450099 | PINTURA | gln | | 0 0100 | 21 16 | 0 21 |
| | | | | | | 0 34 |
| | Equipos | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3 0000 | 0 66 | 0 02 |
| 0349880001 | EQUIPO TOPOGRAFICO | hm | 1 0000 | 0 0089 | 16 00 | 0 14 |
| | | | | | | 0 16 |
| Partida | 02.01 CORTE DEL TERRENO NATURAL | | | | | |
| Rendimiento | MO. 340.0000 | EQ. 340.0000 | Costo unitario directo por : m3 | 4.38 | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0147010004 | PEON | hh | 11 0000 | 0 2588 | 10 40 | 2 69 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 1 0000 | 0 0235 | 14 08 | 0 33 |
| | | | | | | 3 02 |
| | Equipos | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3 0000 | 3 02 | 0 09 |
| 0349130010 | CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M³ | hm | 0 5000 | 0 0118 | 107 58 | 1 27 |
| | | | | | | 1 36 |
| Partida | 02.02 DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES | | | | | |
| Rendimiento | MO. 60.0000 | EQ. 60 0000 | Costo unitario directo por : m3 | 19.68 | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 0 1000 | 0 0133 | 14 08 | 0 19 |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1 0000 | 0 1333 | 11 50 | 1 53 |
| 0147010004 | PEON | hh | 2 0000 | 0 2667 | 10 40 | 2 77 |
| | | | | | | 4 49 |
| | Equipos | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3 0000 | 4 49 | 0 13 |
| 0349020008 | COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM | hm | 1 0000 | 0 1333 | 101 60 | 13 54 |
| 0349060004 | MARTILLO NEUMATICO DE 25 Kg. | hm | 1 0000 | 0 1333 | 11 41 | 1 52 |
| | | | | | | 15 19 |

S10

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | | 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | | | |
|---------------------|---|--|--------------|----------------------------------|-------------|--------------|--|
| Subpresupuesto | | 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | Fecha presupuesto | | 10/11/2008 | |
| Período | | 02.03 ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE | | | | | |
| Rendimiento | | MO. 800.0000 | EQ. 800.0000 | Costo unitario directo por : m2 | | 3.47 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0100 | 11.50 | 0.12 | |
| 0147010004 | PEON | hh | 3.0000 | 0.0300 | 10.40 | 0.31 | |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 0.5000 | 0.0050 | 14.08 | 0.07 | |
| 0.50 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.50 | 0.02 | |
| 0348120001 | CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL. | hm | 1.0000 | 0.0100 | 80.00 | 0.80 | |
| 0349030013 | RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T. | hm | 1.0000 | 0.0100 | 97.80 | 0.98 | |
| 0349090000 | MOTONVELADORA DE 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0100 | 117.36 | 1.17 | |
| 2.97 | | | | | | | |
| Período | | 02.04 CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO | | | | | |
| Rendimiento | | MO. 250.0000 | EQ. 250.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 11.28 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0147010004 | PEON | hh | 4.0000 | 0.1280 | 10.40 | 1.33 | |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 1.0000 | 0.0320 | 14.08 | 0.45 | |
| 1.78 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 1.78 | 0.05 | |
| 0348120001 | CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL. | hm | 1.0000 | 0.0320 | 80.00 | 2.56 | |
| 0349030013 | RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T. | hm | 1.0000 | 0.0320 | 97.80 | 3.13 | |
| 0349090000 | MOTONVELADORA DE 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0320 | 117.36 | 3.76 | |
| 9.50 | | | | | | | |
| Período | | 02.05 PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE | | | | | |
| Rendimiento | | MO. 350.0000 | EQ. 350.0000 | Costo unitario directo por : m2 | | 11.51 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0147010004 | PEON | hh | 35.0000 | 0.8000 | 10.40 | 8.32 | |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 1.0000 | 0.0229 | 14.08 | 0.32 | |
| 8.64 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 8.64 | 0.26 | |
| 0349040008 | CARGADOR S/L LANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3 | hm | 1.0000 | 0.0229 | 114.10 | 2.61 | |
| 2.87 | | | | | | | |
| Período | | 02.06 TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR <1KM | | | | | |
| Rendimiento | | MO. 180.0000 | EQ. 180.0000 | Costo unitario directo por : m3k | | 5.81 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0147010100 | CONTROLADOR OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0444 | 11.50 | 0.51 | |
| 0.51 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.51 | 0.02 | |
| 0349040008 | CARGADOR S/L LANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3 | hm | 0.1000 | 0.0044 | 114.10 | 0.50 | |
| 0349130010 | CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M³ | hm | 1.0000 | 0.0444 | 107.58 | 4.78 | |
| 5.30 | | | | | | | |
| Período | | 02.07 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR <1KM | | | | | |
| Rendimiento | | MO. 185.0000 | EQ. 185.0000 | Costo unitario directo por : m3k | | 5.66 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0147010100 | CONTROLADOR OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0432 | 11.50 | 0.50 | |
| 0.50 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.50 | 0.02 | |
| 0349040008 | CARGADOR S/L LANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3 | hm | 0.1000 | 0.0043 | 114.10 | 0.49 | |
| 0349130010 | CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M³ | hm | 1.0000 | 0.0432 | 107.58 | 4.65 | |
| 5.16 | | | | | | | |
| Período | | 02.08 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1KM | | | | | |
| Rendimiento | | MO. 280.0000 | EQ. 280.0000 | Costo unitario directo por : m3k | | 3.75 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0147010100 | CONTROLADOR OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0286 | 11.50 | 0.33 | |
| 0.33 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.33 | 0.01 | |
| 0349040008 | CARGADOR S/L LANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3 | hm | 0.1000 | 0.0029 | 114.10 | 0.33 | |
| 0349130010 | CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M³ | hm | 1.0000 | 0.0286 | 107.58 | 3.08 | |
| 3.42 | | | | | | | |

S10

Análisis de precios unitarios

| | | | | | |
|----------------|--|--------------|---------------------------------|-------------------|------------|
| Presupuesto | 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | Fecha presupuesto | 10/11/2008 |
| Subpresupuesto | 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | | |
| Partida | 03.01 BASE GRANULAR E=0.15 M | | | | |
| Rendimiento | MO. 550.0000 | EQ. 550.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 9.15 | |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|---|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0145 | 11.50 | 0.17 |
| 0147010004 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0582 | 10.40 | 0.61 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 0.5000 | 0.0073 | 14.08 | 0.10 |
| | | | | | | 0.88 |
| Materiales | | | | | | |
| 0205320002 | MATERIAL DE BASE | m3 | | 0.1800 | 22.00 | 3.96 |
| | | | | | | 3.96 |
| Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.88 | 0.03 |
| 0348120001 | CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL. | hm | 1.0000 | 0.0145 | 80.00 | 1.16 |
| 0349030013 | RODILLO LISO VBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T. | hm | 1.0000 | 0.0145 | 97.80 | 1.42 |
| 0349090000 | MOTONVELADORA DE 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0145 | 117.36 | 1.70 |
| | | | | | | 4.31 |

| | | | | | |
|-------------|-----------------------------|----------------|---------------------------------|------|--|
| Partida | 03.02 IMPRIMACION ASFALTICA | | | | |
| Rendimiento | MO. 2,000.0000 | EQ. 2,000.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 3.62 | |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|--|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0040 | 12.29 | 0.05 |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0040 | 11.50 | 0.05 |
| 0147010004 | PEON | hh | 2.0000 | 0.0080 | 10.40 | 0.08 |
| 0147010031 | CAPATAZ "A" | hh | 0.2500 | 0.0010 | 14.08 | 0.01 |
| | | | | | | 0.19 |
| Materiales | | | | | | |
| 0213000006 | ASFALTO RC-250 | gln | | 0.2550 | 10.00 | 2.55 |
| 0253000000 | KEROSENE INDUSTRIAL | gln | | 0.0600 | 10.00 | 0.60 |
| | | | | | | 3.15 |
| Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.19 | 0.01 |
| 0349050003 | BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG. | hm | 1.0000 | 0.0040 | 32.60 | 0.13 |
| 0349130004 | CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G | hm | 1.0000 | 0.0040 | 35.00 | 0.14 |
| | | | | | | 0.28 |

| | | | | | |
|-------------|--|----------------|---------------------------------|-------|--|
| Partida | 03.03 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 2" | | | | |
| Rendimiento | MO. 1,500.0000 | EQ. 1,500.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 23.15 | |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|--|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0053 | 12.29 | 0.07 |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 5.0000 | 0.0267 | 11.50 | 0.31 |
| 0147010004 | PEON | hh | 3.0000 | 0.0160 | 10.40 | 0.17 |
| 0147010031 | CAPATAZ "A" | hh | 0.5000 | 0.0027 | 14.08 | 0.04 |
| | | | | | | 0.59 |
| Materiales | | | | | | |
| 0213000017 | TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA | m3 | | 0.0590 | 35.00 | 2.07 |
| 0213020002 | MEZCLA ASFALTICA | m3 | | 0.0800 | 250.00 | 20.00 |
| | | | | | | 22.07 |
| Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.59 | 0.02 |
| 0349030022 | RODILLO NEUMATICO AUTOP 60-80 HP 3-5 TON | hm | 1.0000 | 0.0053 | 70.00 | 0.37 |
| 0349030040 | RODILLO TANDEM ESTATICO AUT 58-70HP 5-8T | DIA | 1.0000 | 0.0007 | 60.00 | 0.04 |
| 0349050009 | PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16' | DIA | 1.0000 | 0.0007 | 80.00 | 0.06 |
| | | | | | | 0.49 |

| | | | | | |
|-------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|------|--|
| Partida | 03.04 SELLO ASFALTICO | | | | |
| Rendimiento | MO. 2,250.0000 | EQ. 2,250.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 5.19 | |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|--|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0036 | 11.50 | 0.04 |
| 0147010004 | PEON | hh | 10.0000 | 0.0356 | 10.40 | 0.37 |
| 0147010031 | CAPATAZ "A" | hh | 1.0000 | 0.0036 | 14.08 | 0.05 |
| | | | | | | 0.46 |
| Materiales | | | | | | |
| 0205010004 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.0100 | 30.00 | 0.30 |
| 0205010033 | GRAVILLA | m3 | | 0.0120 | 45.00 | 0.54 |
| 0213000006 | ASFALTO RC-250 | gln | | 0.3500 | 10.00 | 3.50 |
| | | | | | | 4.34 |
| Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.46 | 0.01 |
| 0349030022 | RODILLO NEUMATICO AUTOP 60-80 HP 3-5 TON | hm | 1.0000 | 0.0036 | 70.00 | 0.25 |
| 0349130004 | CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G | hm | 1.0000 | 0.0036 | 35.00 | 0.13 |
| | | | | | | 0.39 |

S10

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | | | |
|--------------------|--|---------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| Subpresupuesto | 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | Fecha presupuesto | 10/11/2008 | | |
| Partida | 04.01 EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO | | | | | |
| Rendimiento | MO. 150.0000 | EQ. 150.0000 | Costo unitario directo por : | m3 | 9.54 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0147010004 | PEON | hh | 12.0000 | 0.6400 | 10.40 | 6.66 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 1.0000 | 0.0533 | 14.08 | 0.75 |
| | | | | | | 7.41 |
| | Equipos | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 7.41 | 0.22 |
| 0349040021 | RETROEXCAVADOR S/L LANTAS 58 HP 1 YD3. | hm | 0.5000 | 0.0267 | 71.72 | 1.91 |
| | | | | | | 2.13 |
| Partida | 04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | | | | | |
| Rendimiento | MO. 24.0000 | EQ. 24.0000 | Costo unitario directo por : | m2 | 30.77 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.3333 | 12.29 | 4.10 |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.3333 | 11.50 | 3.83 |
| 0147010004 | PEON | hh | 2.0000 | 0.6667 | 10.40 | 6.93 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 0.1000 | 0.0333 | 14.08 | 0.47 |
| | | | | | | 15.33 |
| | Materiales | | | | | |
| 0202000008 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8 | kg | | 0.2000 | 3.06 | 0.61 |
| 0202010005 | CLAVOS PARA MADERA C/C 3" | kg | | 0.2000 | 3.06 | 0.61 |
| 0243010079 | MADERA TORNILLO CEPILLADA | p2 | | 6.2000 | 2.22 | 13.76 |
| | | | | | | 14.98 |
| | Equipos | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 15.33 | 0.46 |
| | | | | | | 0.46 |
| Partida | 04.03 ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm² | | | | | |
| Rendimiento | MO. 250.0000 | EQ. 250.0000 | Costo unitario directo por : | kg | 5.82 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0320 | 12.29 | 0.39 |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0320 | 11.50 | 0.37 |
| 0147010004 | PEON | hh | 1.0000 | 0.0320 | 10.40 | 0.33 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 0.5000 | 0.0160 | 14.08 | 0.23 |
| | | | | | | 1.32 |
| | Materiales | | | | | |
| 0202000007 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16 | kg | | 0.0600 | 3.06 | 0.18 |
| 0203310001 | FIERRO CO. Fy = 4200 kg/cm² | kg | | 1.0700 | 4.00 | 4.28 |
| | | | | | | 4.46 |
| | Equipos | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 1.32 | 0.04 |
| | | | | | | 0.04 |
| Partida | 04.04 CONCRETO F' c = 210 kg/cm² | | | | | |
| Rendimiento | MO. 16.0000 | EQ. 16.0000 | Costo unitario directo por : | m3 | 284.87 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 3.0000 | 1.5000 | 12.29 | 18.44 |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.5000 | 11.50 | 5.75 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 3.0000 | 10.40 | 31.20 |
| 0147010031 | CAPATAZ "A" | hh | 0.2000 | 0.1000 | 14.08 | 1.41 |
| | | | | | | 58.80 |
| | Materiales | | | | | |
| 0205000003 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | m3 | | 0.6100 | 39.50 | 24.10 |
| 0205010004 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.4700 | 30.00 | 14.10 |
| 0221000000 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG) | BOL | | 8.5000 | 19.82 | 168.47 |
| 0239050100 | AGUA PARA CONSTRUCCION | m3 | | 0.1890 | 5.00 | 0.95 |
| | | | | | | 207.62 |
| | Equipos | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 56.80 | 1.70 |
| 0349070004 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" | hm | 1.0000 | 0.5000 | 11.41 | 5.71 |
| 0349100007 | MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3 | hm | 1.0000 | 0.5000 | 26.08 | 13.04 |
| | | | | | | 20.45 |

S10

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | | | | |
|--------------------|--|---------------------|------------------|-----------------|--|---------------------|--------------|
| Subpresupuesto | 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | | Fecha presupuesto | | 10/11/2008 |
| Período | 04.05 CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA | | | | | | |
| Rendimiento | MO. 24.0000 | EQ. 24.0000 | | | Costo unitario directo por : m | | 44.13 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 3.0000 | 1.0000 | 11.50 | 11.50 | |
| 0147010004 | PEON | hh | 3.0000 | 1.0000 | 10.40 | 10.40 | |
| 0147010031 | CAPATAZ "A" | hh | 0.2000 | 0.0667 | 14.08 | 0.94 | |
| | | | | | | | 22.84 |
| | Materiales | | | | | | |
| 0213520030 | JUNTA ASFALTICA | m | | 0.8330 | 3.00 | 2.50 | |
| 0221990042 | CONCRETO F C=175KG/CM2 | m3 | | 0.1000 | 179.00 | 17.90 | |
| 0243010079 | MADERA TORNILLO CEPILLADA | p2 | | 0.0910 | 2.22 | 0.20 | |
| | | | | | | | 20.60 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 22.84 | 0.69 | |
| | | | | | | | 0.69 |
| Período | 04.06 GEOTEXTIL | | | | | | |
| Rendimiento | MO. 850.0000 | EQ. 850.0000 | | | Costo unitario directo por : m2 | | 2.56 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0094 | 11.50 | 0.11 | |
| 0147010004 | PEON | hh | 1.0000 | 0.0094 | 10.40 | 0.10 | |
| 0147010031 | CAPATAZ "A" | hh | 0.2000 | 0.0019 | 14.08 | 0.03 | |
| | | | | | | | 0.24 |
| | Materiales | | | | | | |
| 0230930001 | GEOTEXTIL | m2 | | 1.0500 | 2.20 | 2.31 | |
| | | | | | | | 2.31 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 0.24 | 0.01 | |
| | | | | | | | 0.01 |
| Período | 04.07 MATERIAL DE FILTRO | | | | | | |
| Rendimiento | MO. 18.0000 | EQ. 18.0000 | | | Costo unitario directo por : m3 | | 36.91 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010004 | PEON | hh | 3.0000 | 1.3333 | 10.40 | 13.87 | |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 0.5000 | 0.2222 | 14.08 | 3.13 | |
| | | | | | | | 17.00 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 17.00 | 0.51 | |
| | | | | | | | 0.51 |
| | Subpartidas | | | | | | |
| 930101911301 | EXTRACCION Y APLAMIENTO | m3 | | 1.0000 | 3.10 | 3.10 | |
| 930101912601 | TRANSPORTE A ZARANDA MECANICA DM = 0.5 KM | m3 | | 1.0000 | 1.58 | 1.58 | |
| 930101913901 | ZARANDEO DE MATERIAL DE FILTRO / MATERIAL GRANULAR | m3 | | 1.0000 | 10.51 | 10.51 | |
| 930101914803 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE FILTRO DM =4.3 KM | m3 | | 1.0000 | 4.21 | 4.21 | |
| | | | | | | | 19.40 |
| Período | 04.08 TUBERIA DE PVC PARA DRENAJE DE MUROS D= 4" | | | | | | |
| Rendimiento | MO. 85.0000 | EQ. 85.0000 | | | Costo unitario directo por : m | | 8.95 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0941 | 11.50 | 1.08 | |
| 0147010004 | PEON | hh | 2.0000 | 0.1882 | 10.40 | 1.96 | |
| 0147010031 | CAPATAZ "A" | hh | 0.2000 | 0.0188 | 14.08 | 0.26 | |
| | | | | | | | 3.30 |
| | Materiales | | | | | | |
| 0230460035 | PEGAMENTO PARA PVC 1/4 GLN | und | | 0.0180 | 29.11 | 0.52 | |
| 0272130011 | TUB PVC SAL PDESAGUE DE 4" | m | | 1.0000 | 5.03 | 5.03 | |
| | | | | | | | 5.55 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 3.30 | 0.10 | |
| | | | | | | | 0.10 |

S10

Análisis de precios unitarios

| | | | |
|----------------|------------|--|---------------------------------------|
| Presupuesto | 0493016 | MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | |
| Subpresupuesto | 001 | MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | Fecha presupuesto 10/11/2008 |
| Paríada | 04 09 | ALCANTARILLA TMC D= 48" | |
| Rendimiento | MO. 8.0000 | EQ. 8.0000 | Costo unitario directo por : m 466.22 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|----------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1 0000 | 1 0000 | 11 50 | 11 50 |
| 0147010004 | PEON | hh | 4 0000 | 4 0000 | 10 40 | 41 60 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 1 0000 | 1 0000 | 14 08 | 14 08 |
| 67.18 | | | | | | |
| Materiales | | | | | | |
| 0205010004 | ARENA GRUESA | m3 | | 0 1800 | 30 00 | 5 40 |
| 0209120048 | ALCANTARILLA METALICA 0=48" C=12 | m | | 1 1000 | 353 29 | 388 62 |
| 0213000006 | ASFALTO R C-250 | gln | | 0 3000 | 10 00 | 3 00 |
| 397.02 | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3 0000 | 67 18 | 2 02 |
| 2.02 | | | | | | |

| | | | |
|-------------|------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Paríada | 04 10 | ALCANTARILLA TMC D= 24" | |
| Rendimiento | MO. 8.0000 | EQ. 8.0000 | Costo unitario directo por : m 341.60 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|----------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 1 0000 | 1 0000 | 11 50 | 11 50 |
| 0147010004 | PEON | hh | 4 0000 | 4 0000 | 10 40 | 41 60 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 1 0000 | 1 0000 | 14 08 | 14 08 |
| 67.18 | | | | | | |
| Materiales | | | | | | |
| 0205010004 | ARENA GRUESA | m3 | | 0 1800 | 30 00 | 5 40 |
| 0209140024 | ALCANTARILLA METALICA 0=24" C=14 | m | | 1 1000 | 240 00 | 264 00 |
| 0213000006 | ASFALTO RC-250 | gln | | 0 3000 | 10 00 | 3 00 |
| 272.40 | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3 0000 | 67 18 | 2 02 |
| 2.02 | | | | | | |

| | | | |
|-------------|-------------|------------------------|---|
| Paríada | 05 01 | SEÑALES REGLAMENTARIAS | |
| Rendimiento | MO. 18.0000 | EQ. 18.0000 | Costo unitario directo por : und 142.39 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|--|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010004 | PEON | hh | 10 0000 | 4 4444 | 10 40 | 46 22 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 1 0000 | 0 4444 | 14 08 | 6 26 |
| 52.48 | | | | | | |
| Materiales | | | | | | |
| 0202510027 | PERNOS DE 3/8"x7" | und | | 4 0000 | 2 50 | 10 00 |
| 0230150041 | LAMINA REFLECTIVA BLANCA GRADO ALTA INTENSIDAD | p2 | | 9 2800 | 3 29 | 30 53 |
| 0230320007 | FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM | m2 | | 0 8600 | 41 01 | 35 27 |
| 0230670013 | TINTA SERIGRAFICA NEGRA | gln | | 0 0060 | 116 48 | 0 70 |
| 0230670014 | TINTA SERIGRAFICA ROJA | und | | 0 0030 | 1 000 00 | 3 00 |
| 0253030027 | THNER | gln | | 0 0100 | 10 63 | 0 11 |
| 0254110090 | PINTURA ESMALTE | gln | | 0 0400 | 21 16 | 0 85 |
| 0256960001 | PLATINA DE ACERO DE 2"x1/8"x6M | und | | 0 4500 | 17 51 | 7 88 |
| 88.34 | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3 0000 | 52 48 | 1 57 |
| 1.57 | | | | | | |

| | | | |
|-------------|-------------|---------------------|---|
| Paríada | 05 02 | SEÑALES PREVENTIVAS | |
| Rendimiento | MO. 26.0000 | EQ. 26.0000 | Costo unitario directo por : und 103.60 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|--|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0147010004 | PEON | hh | 10 0000 | 3 0769 | 10 40 | 32 00 |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 1 0000 | 0 3077 | 14 08 | 4 33 |
| 36.33 | | | | | | |
| Materiales | | | | | | |
| 0202510027 | PERNOS DE 3/8"x7" | und | | 2 0000 | 2 50 | 5 00 |
| 0230030004 | LAMINA REFLECTIVA AMARILLA GRADO ALTA INTENSIDAD | p2 | | 6 0500 | 3 29 | 19 90 |
| 0230320007 | FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM | m2 | | 0 5600 | 41 01 | 22 97 |
| 0230670013 | TINTA SERIGRAFICA NEGRA | gln | | 0 0030 | 116 48 | 0 35 |
| 0251040055 | PLATINA DE FIERRO 3/8" x 2" x 6m | pza | | 0 2500 | 68 00 | 17 00 |
| 0253030027 | THNER | gln | | 0 0100 | 10 63 | 0 11 |
| 0254110090 | PINTURA ESMALTE | gln | | 0 0400 | 21 16 | 0 85 |
| 66.18 | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3 0000 | 36 33 | 1 09 |
| 1.09 | | | | | | |

S10

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | | 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | Fecha presupuesto: | | 10/11/2008 |
|---------------------|--|--|--------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------|------------|
| Subpresupuesto | | 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 | | | | | |
| Paríada | | 05 03 MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO | | | | | |
| Rendimiento | | MO. 250.0000 | EQ. 250.0000 | Costo unitario directo por : m2 | | 7.80 | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 2.0000 | 0.0640 | 12.29 | 0.79 | |
| 0147010003 | OFICIAL | hh | 2.0000 | 0.0640 | 11.50 | 0.74 | |
| 0147010021 | CAPATAZ "B" | hh | 0.5000 | 0.0160 | 14.08 | 0.23 | |
| 1.76 | | | | | | | |
| Materiales | | | | | | | |
| 0239060020 | TIZA | BOL | | 0.0010 | 10.05 | 0.01 | |
| 0243010079 | MADERA TORNILLO CEPILLADA | p2 | | 0.2000 | 2.22 | 0.44 | |
| 0253030025 | SOLVENTE XILOL | gln | | 0.0350 | 20.00 | 0.70 | |
| 0254450002 | PINTURA PARA TRAFICO BLANCA | gln | | 0.0750 | 33.77 | 2.53 | |
| 0279000048 | MICROESFERAS DE VIDRIO | kg | | 0.2800 | 1.04 | 0.29 | |
| 3.97 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | % MO | | 3.0000 | 1.76 | 0.05 | |
| 0349050032 | EQUIPO PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO | hm | 2.0000 | 0.0640 | 16.30 | 1.04 | |
| 0349120000 | CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON. | hm | 1.0000 | 0.0320 | 30.52 | 0.98 | |
| 2.07 | | | | | | | |
| Paríada | | 06.01 COSTOS DE EXPROPIACION Y COMPENSACION | | | Costo unitario directo por : GLB | | 14,321.69 |
| Rendimiento | | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | | | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Subcontratos | | | | | | | |
| 0401010002 | COSTO DE EXPROPIACION Y COMPENSACION | GLB | | 1.0000 | 14,321.69 | 14,321.69 | |
| 14,321.69 | | | | | | | |
| Paríada | | 06.02 COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO | | | Costo unitario directo por : GLB | | 12,690.43 |
| Rendimiento | | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | | | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. | |
| Subcontratos | | | | | | | |
| 0401010003 | COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO | GLB | | 1.0000 | 12,690.43 | 12,690.43 | |
| 12,690.43 | | | | | | | |

3.05 ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES

Los análisis de gastos generales han sido efectuados considerando los gastos generales variables (Administración y generales de obra, generales varios y gastos financieros) y gastos generales fijos (Gastos de licitación – contratación, pruebas y ensayos y gastos de oficina).

A continuación se presentan los cuadros de análisis de gastos generales.

Análisis de Gastos Generales

OBRA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
 CLIENTE GRUPO 09 Costo al 10/11/2008
 Dpto : LIMA Provincia : CAÑETE Distrito ZUÑIGA

A: CARACTERÍSTICAS

| | | | |
|-------------------------------|------|------------|-------------------|
| Costo Directo | | S/. | 233,741.37 |
| Gastos Generales | (8%) | S/. | 18,699.31 |
| Utilidad | (7%) | S/. | 16,361.90 |
| Subtotal | | | 268,802.58 |
| IGV (19% del Subtotal) | | | 51,072.49 |
| Monto estimado de obra | | S/. | 319,875.07 |
| Plazo de ejecución | | | 1 meses |

B: GASTOS GENERALES VARIABLES (Relacionados Directamente con el Tiempo de Ejecución de Obra)

| **** 1.00.- Administración y Generales de Obra **** | | | | | |
|--|--------|------------|---------------|------------------|------------------|
| 1.01 Gastos de Personal en Obra (Incluye Leyes Sociales) | | | | | |
| a) Personal Necesario en Obra | Tiempo | Costo | Participacion | Parcial | Total |
| Residente de Obra | 1.00 | 3,500.00 | 100.00% | 3,500.00 | 8,150.00 |
| Asistente de Obra | 1.00 | 2,000.00 | 100.00% | 2,000.00 | |
| Almacenero | 1.00 | 1,200.00 | 100.00% | 1,200.00 | |
| Chofer | 1.00 | 850.00 | 100.00% | 850.00 | |
| Guardianes | 1.00 | 600.00 | 100.00% | 600.00 | |
| b) Leyes Sociales (Planilla sin oficina) | | Costo | Participacion | Parcial | |
| | | 8,150.00 | 75.00% | 6,112.50 | 6,112.50 |
| SUB TOTAL (1.01) | | | | | 14,262.50 |
| Total 1.00 Administración y Generales de Obra S/. | | | | | 14,262.50 |
| **** 2.00.- Generales Varios **** | | | | | |
| 2.01 Gastos de Oficina | | | | | |
| a) Varios | Tiempo | Costo | Participacion | Parcial | Total |
| Utiles de oficina y dibujo | 1.00 | 250.00 | 100.00% | 250.00 | 628.75 |
| Aquiler de sede central | 1.00 | 150.00 | 20.00% | 30.00 | |
| Telefono - telefax (inc. coord Serv. Bas.) | 1.00 | 50.00 | 50.00% | 25.00 | |
| Movilidad local, otros (est) | 1.00 | 75.00 | 100.00% | 75.00 | |
| Equipo de radio | 1.00 | 82.00 | 25.00% | 20.50 | |
| Computadora e Impresora | 1.00 | 115.00 | 25.00% | 28.75 | |
| Fotocopia de Planos y otros | 3.00 | 90.00 | 25.00% | 67.50 | |
| Poliza de seguros | 1.00 | 132.00 | 100.00% | 132.00 | |
| SUB TOTAL (2.01) | | | | | 628.75 |
| Total 2.00 Generales Varios S/. | | | | | 628.75 |
| **** 3.00.- Gastos Financieros **** | | | | | |
| 3.01 Gastos de Carta Fianza | | | | | |
| a) Gastos de Carta Fianza | Tiempo | Costo | Participacion | Parcial | Total |
| a). Carta Fianza por Adel. Directo (20.00%) | 1.00 | 63,975.01 | 0.20% | 127.95 | 332.68 |
| b). Carta Fianza por Adel. Materiales (30.00%) | 1.00 | 95,962.52 | 0.20% | 191.93 | |
| a) Garantía seriedad de la propuesta (2.00%) | 1.00 | 6,397.50 | 0.20% | 12.80 | |
| SUB TOTAL (2.01) | | | | | 332.68 |
| Total 3.00 Generales Varios S/. | | | | | 332.68 |
| Total Gastos Generales Variables | | | | | |
| Total 1.00 Administración y Generales de Obra | | S/. | | 14,262.50 | |
| Total 2.00 Generales Varios | | S/. | | 628.75 | |
| Total 3.00 Gastos Financieros | | S/. | | 332.68 | |
| Total | | S/. | | 16,223.93 | |

C: GASTOS GENERALES FIJOS (No Relacionados Directamente con el Tiempo de Ejecución de Obra)

**** Gastos de Licitación - Contratación y Otros ****

| Descripción | Und. | Parcial | |
|---|------|---------|---------------|
| 1.00 Gastos Varios | | | |
| a). Documentación de Presentación | est. | 27.88 | |
| b). Gastos por Elaboración de Propuesta | est. | 105.00 | |
| c). Gastos Legales y Notariales de Organización | est. | 92.50 | |
| Sub-Total (1.00) | | | 225.38 |

**** Pruebas y Ensayos ****

| Descripción | Und. | Cantidad | Costo | Parcial | |
|--------------------------------|------|----------|--------|---------|---------------|
| 2.00 Pruebas y Ensayos | | | | | |
| a). CBR | est. | 1.00 | 150.00 | 150.00 | |
| a). Análisis Granulométrico | est. | 1.00 | 50.00 | 50.00 | |
| b). Proctor Modificado | est. | 1.00 | 50.00 | 50.00 | |
| c). Densidad de Campo | est. | 1.00 | 125.00 | 125.00 | |
| d). Ensayos para Pavimentación | est. | 1.00 | 250.00 | 250.00 | |
| Sub-Total (2.00) | | | | | 625.00 |

**** Gastos de Oficina ****

| 3.00 Gastos de Oficina | Costo | Participación | Parcial | Total |
|------------------------------------|----------|---------------|----------|-----------------|
| a) Personal Oficina Central | | | | |
| Gerente de Obra | 5,000.00 | 20.00% | 1,000.00 | 1,500.00 |
| Contador | 1,500.00 | 20.00% | 300.00 | |
| Secretaria | 1,000.00 | 20.00% | 200.00 | |
| b) Leyes Sociales | | | | |
| | 1,500.00 | 75.00% | 1,125.00 | 1,125.00 |
| Sub-Total (3.00) | | | | 2,625.00 |

| | | | | |
|--|-----|--|-----------------|--|
| Total Gastos Generales Fijos | | | | |
| Total 1.00 Gastos de Licitación - Contratación y Otros | SI. | | 225.38 | |
| Total 2.00 Pruebas y Ensayos | SI. | | 625.00 | |
| Total 3.00 Gastos de Oficina | SI. | | 2,625.00 | |
| Total | SI. | | 3,475.38 | |

C: RESUMEN GENERAL

| INCIDENCIA DE GASTOS GENERALES | Monto | Porcentaje |
|--------------------------------|------------------|--------------|
| VARIABLES: | 15,223.93 | 6.51% |
| FIJOS: | 3,475.38 | 1.49% |
| TOTAL: | 18,699.31 | 8.00% |

3.06 VALOR REFERENCIAL

El presupuesto referencial es el producto de los metrados con los análisis de costos unitarios de las partidas necesarias para la ejecución de la obra. Se han obtenido los costos directos, gastos generales (8%), utilidad (7%), impuesto general a las ventas (19%) y el total de presupuesto.

A continuación se presentan el cuadro de presupuesto referencial de obra.

S10

Valor Referencial

Presupuesto 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYS DEL KM 59+400 AL 59+700
Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYS DEL KM 59+400 AL 59+700
Cliente S10 S.A.
Lugar LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA

Costo al 10/11/2008

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|-------|--|------|----------|-------------|-------------------|
| 01 | OBRAS PRELIMINARES | | | | 10,667.50 |
| 01.01 | ROCE Y LIMPIEZA | m2 | 2,250.00 | 0.47 | 1,057.50 |
| 01.02 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO | GLB | 1.00 | 3,500.00 | 3,500.00 |
| 01.03 | CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA | GLB | 1.00 | 3,500.00 | 3,500.00 |
| 01.04 | TRAZO Y REPLANTEO | M2 | 2,250.00 | 1.16 | 2,610.00 |
| 02 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 64,165.49 |
| 02.01 | CORTE DEL TERRENO NATURAL | m3 | 2,500.00 | 4.38 | 10,950.00 |
| 02.02 | DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES | m3 | 20.00 | 19.68 | 393.60 |
| 02.03 | ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE | m2 | 2,250.00 | 3.47 | 7,807.50 |
| 02.04 | CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO | m3 | 2,200.00 | 11.28 | 24,816.00 |
| 02.05 | PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE | m2 | 1.00 | 11.51 | 11.51 |
| 02.06 | TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR <1KM | m3k | 300.00 | 5.81 | 1,743.00 |
| 02.07 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR <1KM | m3k | 468.00 | 5.66 | 2,648.88 |
| 02.08 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1KM | m3k | 4,212.00 | 3.75 | 15,795.00 |
| 03 | PAVIMENTOS | | | | 79,817.40 |
| 03.01 | BASE GRANULAR E=0.15 M | m2 | 2,436.00 | 9.15 | 22,289.40 |
| 03.02 | IMPRIMACION ASFALTICA | m2 | 1,800.00 | 3.62 | 6,516.00 |
| 03.03 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 2" | m2 | 1,800.00 | 23.15 | 41,670.00 |
| 03.04 | SELLO ASFALTICO | m2 | 1,800.00 | 5.19 | 9,342.00 |
| 04 | OBRAS DE ARTE Y DRENAJE | | | | 50,535.29 |
| 04.01 | EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO | m3 | 6.75 | 9.54 | 64.40 |
| 04.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 10.77 | 30.77 | 331.39 |
| 04.03 | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm² | kg | 39.90 | 5.82 | 232.22 |
| 04.04 | CONCRETO F'c = 210 kg/cm² | m3 | 1.62 | 284.87 | 461.49 |
| 04.05 | CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS | m | 569.60 | 44.13 | 25,136.45 |
| 04.06 | GEOTEXTIL | m2 | 3.60 | 2.56 | 9.22 |
| 04.07 | MATERIAL DE FILTRO | m3 | 48.00 | 36.91 | 1,771.68 |
| 04.08 | TUBERIA DE PVC PARA DRENAJE DE MUROS D= 4" | m | 60.00 | 8.95 | 537.00 |
| 04.09 | ALCANTARILLA TMC D= 48" | m | 12.00 | 466.22 | 5,594.64 |
| 04.10 | ALCANTARILLA TMC D= 24" | m | 48.00 | 341.60 | 16,396.80 |
| 05 | SEÑALIZACION | | | | 1,543.57 |
| 05.01 | SEÑALES REGLAMENTARIAS | und | 3.00 | 142.39 | 427.17 |
| 05.02 | SEÑALES PREVENTIVAS | und | 4.00 | 103.60 | 414.40 |
| 05.03 | MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO | m² | 90.00 | 7.80 | 702.00 |
| 06 | COSTOS AMBIENTALES | | | | 27,012.12 |
| 06.01 | COSTOS DE EXPROPIACION Y COMPENSACION | GLB | 1.00 | 14,321.69 | 14,321.69 |
| 06.02 | COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO | GLB | 1.00 | 12,690.43 | 12,690.43 |
| | COSTO DIRECTO | | | | 233,741.37 |
| | GASTOS GENERALES (8%) | | | | 18,699.31 |
| | UTILIDAD (7%) | | | | 16,361.90 |
| | SUB TOTAL | | | | 268,802.58 |
| | IGV (19%) | | | | 51,072.49 |
| | TOTAL PRESUPUESTO | | | | 319,875.07 |

SON : TRESCIENTOS DIECINUEVE MIL OCHOCIENTOS SETENTICINCO Y 07/100 NUEVOS SOLES

3.07 FÓRMULA POLINÓMICA

Tomando el presupuesto referencial se obtuvo la fórmula polinómica para el reajuste durante la ejecución de la obra. Se obtuvieron trabajos de mayor incidencia como el acero de contracción corrugado, agregado grueso, dólar (General ponderado), mano de obra inc. leyes sociales, asfalto, maquinaria y equipo importado e índice general de recios la consumidor.

A continuación se presentan el cuadro de la fórmula polinómica.

S10

Fórmula Polinómica

Presupuesto 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
 Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
 Fecha Presupue: 10/11/2008
 Moneda NUEVOS SOLES
 Ubicación Geogr 150516 LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA Fecha : 22/11/2008 11:25:24 p.m.

$$K = 0.066(Acr/Aco) + 0.069(Agr/Ago) + 0.111(Dr/Do) + 0.124(Mor/Moo) + 0.169(Asr/Aso) + 0.202(Mir/Mio) + 0.270(Igr/Igo)$$

| Monomio | Factor | (%) | Simbolo | Indice | Descripción |
|---------|--------|---------|---------|--------|---|
| 1 | 0.055 | 100.000 | Ac | 03 | ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO |
| 2 | 0.069 | 100.000 | Ag | 05 | AGREGADO GRUESO |
| 3 | 0.111 | 100.000 | D | 30 | DOLAR (GENERAL PONDERADO) |
| 4 | 0.124 | 100.000 | Mo | 47 | MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES |
| 5 | 0.169 | 100.000 | As | 13 | ASFALTO |
| 6 | 0.202 | 100.000 | Mi | 49 | MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO |
| 7 | 0.270 | 100.000 | Ig | 39 | INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR |

3.08 RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO

El equipo a usar en obra se obtuvo del presupuesto referencial indicado en la relación de insumos requeridos para la ejecución del mejoramiento de la Carretera Cañete Yauyos.

A continuación se presentan la relación de equipo mínimo.

S10

Relacion de equipo minimo

Obra 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
 Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
 Fecha 10/11/2008
 Lugar 150516 LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA

| Código | Equipo | Unidad | Cantidad |
|------------|--|--------|----------|
| 0348120001 | CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL. | hm | 128.2220 |
| 0349020008 | COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM | hm | 2.6660 |
| 0349030013 | RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T. | hm | 128.2220 |
| 0349030022 | RODILLO NEUMATICO AUTOP 60-80 HP 3-5 TON | hm | 16.0200 |
| 0349030040 | RODILLO TANDEM ESTATICO AUT 58-70HP 5-8T | DIA | 1.2600 |
| 0349040008 | CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3 | hm | 20.1973 |
| 0349040021 | RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3. | hm | 0.1802 |
| 0349040034 | TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP | hm | 0.7536 |
| 0349050003 | BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG. | hm | 7.2000 |
| 0349050009 | PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16' | DIA | 1.2600 |
| 0349050032 | EQUIPO PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO | hm | 5.7600 |
| 0349060004 | MARTILLO NEUMATICO DE 25 Kg. | hm | 2.6660 |
| 0349070004 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" | hm | 0.8100 |
| 0349080010 | ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP | hm | 3.2016 |
| 0349090000 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 128.2220 |
| 0349100007 | MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3 | hm | 0.8100 |
| 0349120000 | CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON. | hm | 2.8800 |
| 0349130004 | CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G | hm | 13.6800 |
| 0349130010 | CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M³ | hm | 189.0544 |
| 0349150000 | GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW | hm | 3.2016 |
| 0349180002 | FAJA TRANSPORT 18"x5' M.E. 3KW 150 TON/H | hm | 3.2016 |
| 0349880001 | EQUIPO TOPOGRAFICO | hm | 20.0250 |

3.09 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS

El presente cronograma se refiere a los desembolsos quincenales a realizar durante la ejecución de la obra, considerando el plazo establecido de 30 días calendarios.

A continuación se presentan el cuadro de desembolsos

Cronograma de desembolsos

Presupuesto 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
Cliente S10 S.A.
Lugar LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA

Costo al 10/11/2008

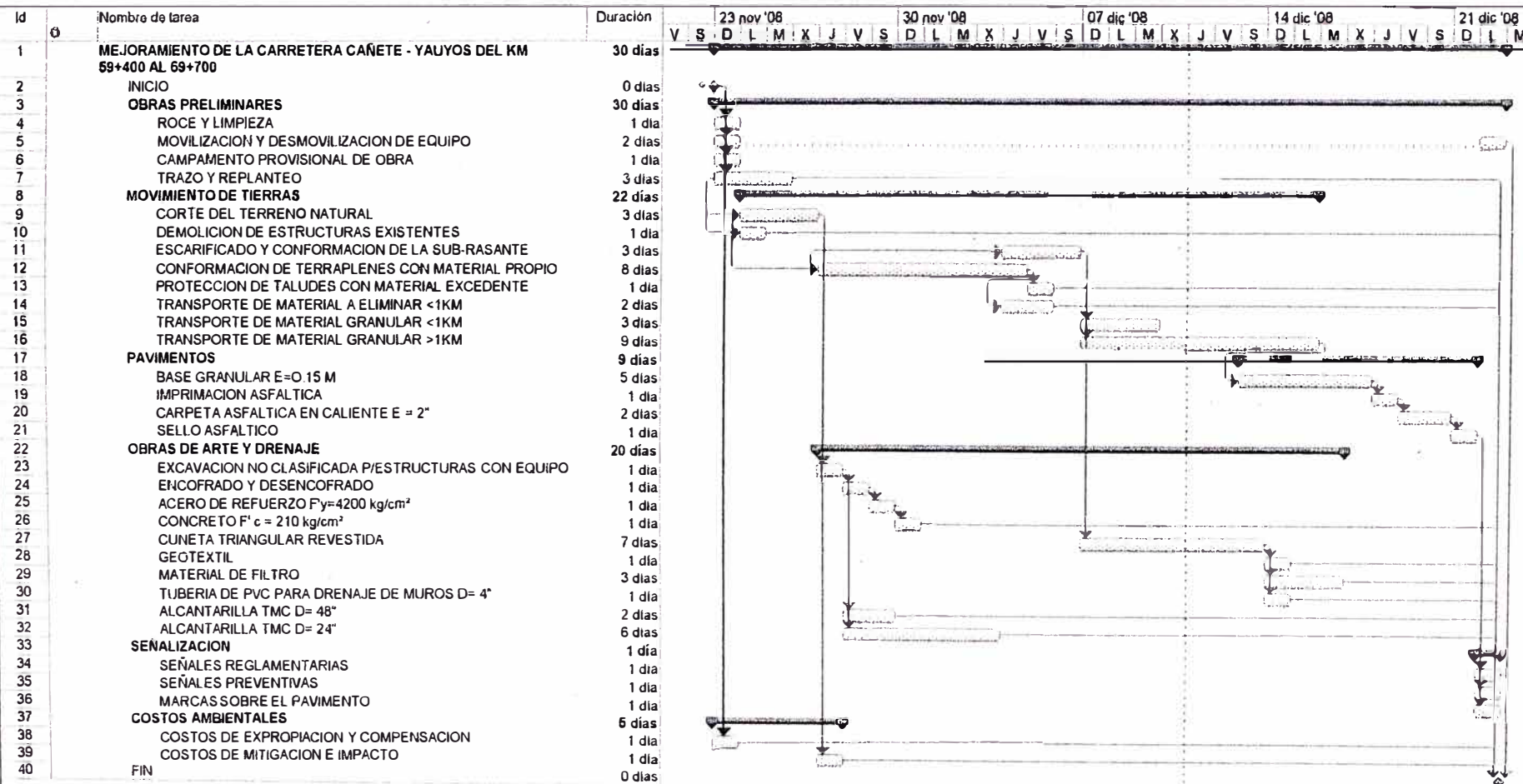
| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio \$I. | Parcial \$I. | 15 días | 30 días |
|-------|--|------|----------|-------------|--------------|------------|------------|
| 01 | OBRAS PRELIMINARES | | | | | | |
| 01.01 | ROCE Y LIMPIEZA | m2 | 2,250.00 | 0.47 | 1,057.50 | 1,057.50 | |
| 01.02 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO | GLB | 1.00 | 3,500.00 | 3,500.00 | 1,750.00 | 1,750.00 |
| 01.03 | CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA | GLB | 1.00 | 3,500.00 | 3,500.00 | 3,500.00 | |
| 01.04 | TRAZO Y REPLANTEO | M2 | 2,250.00 | 1.16 | 2,610.00 | 2,610.00 | |
| 02 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | |
| 02.01 | CORTE DEL TERRENO NATURAL | m3 | 2,500.00 | 4.38 | 10,950.00 | 10,950.00 | |
| 02.02 | DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES | m3 | 20.00 | 19.68 | 393.60 | 393.60 | |
| 02.03 | ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE | m2 | 2,250.00 | 3.47 | 7,807.50 | 7,807.50 | |
| 02.04 | CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO | m3 | 2,200.00 | 11.28 | 24,816.00 | 24,816.00 | |
| 02.05 | PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE | m2 | 1.00 | 11.51 | 11.51 | 11.51 | |
| 02.06 | TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR <1KM | m3k | 300.00 | 5.81 | 1,743.00 | 1,743.00 | |
| 02.07 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR <1KM | m3k | 468.00 | 5.66 | 2,648.88 | | 2,648.88 |
| 02.08 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1KM | m3k | 4,212.00 | 3.75 | 15,795.00 | | 15,795.00 |
| 03 | PAVIMENTOS | | | | | | |
| 03.01 | BASE GRANULAR E=0.15 M | m2 | 2,436.00 | 9.15 | 22,289.40 | | 22,289.40 |
| 03.02 | IMPRIMACION ASFALTICA | m2 | 1,800.00 | 3.62 | 6,516.00 | | 6,516.00 |
| 03.03 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 2" | m2 | 1,800.00 | 23.15 | 41,670.00 | | 41,670.00 |
| 03.04 | SELLO ASFALTICO | m2 | 1,800.00 | 5.19 | 9,342.00 | | 9,342.00 |
| 04 | OBRAS DE ARTE Y DRENAJE | | | | | | |
| 04.01 | EXCAVACION NO CLASIFICADA PI/ESTRUCTURAS CON EQ. | m3 | 6.75 | 9.54 | 64.40 | 64.40 | |
| 04.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 10.77 | 30.77 | 331.39 | 331.39 | |
| 04.03 | ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm² | kg | 39.90 | 5.82 | 232.22 | 232.22 | |
| 04.04 | CONCRETO F'c = 210 kg/cm² | m3 | 1.62 | 284.87 | 461.49 | 461.49 | |
| 04.05 | CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA | m | 569.60 | 44.13 | 25,136.45 | 25,136.45 | |
| 04.06 | GEOTEXTIL | m2 | 3.60 | 2.56 | 9.22 | 9.22 | |
| 04.07 | MATERIAL DE FILTRO | m3 | 48.00 | 36.91 | 1,771.68 | 1,771.68 | |
| 04.08 | TUBERIA DE PVC PARA DRENAJE DE MUROS D= 4" | m | 60.00 | 8.95 | 537.00 | 537.00 | |
| 04.09 | ALCANTARILLA TMC D= 48" | m | 12.00 | 466.22 | 5,594.64 | 5,594.64 | |
| 04.10 | ALCANTARILLA TMC D= 24" | m | 48.00 | 341.60 | 16,396.80 | 16,396.80 | |
| 05 | SEÑALIZACION | | | | | | |
| 05.01 | SEÑALES REGLAMENTARIAS | und | 3.00 | 142.39 | 427.17 | | 427.17 |
| 05.02 | SEÑALES PREVENTIVAS | und | 4.00 | 103.60 | 414.40 | | 414.40 |
| 05.03 | MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO | m2 | 90.00 | 7.80 | 702.00 | | 702.00 |
| 06 | COSTOS AMBIENTALES | | | | | | |
| 06.01 | COSTOS DE EXPROPIACION Y COMPENSACION | GLB | 1.00 | 14,321.69 | 14,321.69 | 14,321.69 | |
| 06.02 | COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO | GLB | 1.00 | 12,690.43 | 12,690.43 | | 12,690.43 |
| | COSTO DIRECTO | | | | 233,741.37 | 119,496.09 | 114,245.28 |
| | GASTOS GENERALES (8%) | | | | 18,699.31 | 9,559.69 | 9,139.62 |
| | UTILIDAD (7%) | | | | 16,361.90 | 8,364.73 | 7,997.17 |
| | SUB TOTAL | | | | 268,802.58 | 137,420.51 | 131,382.07 |
| | IGV (19%) | | | | 51,072.49 | 26,109.90 | 24,962.59 |
| | TOTAL PRESUPUESTO | | | | 319,875.07 | 163,530.41 | 156,344.66 |

3.10 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION

El programa general de ejecución o la programación de obra se elaboró usando el programa de cómputo MS Project 2003 tomando las partidas establecidas en el presupuesto y la hoja de programación obtenida en el S10.

A continuación se presenta el programa general de ejecución de obras.

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700



| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| Proyecto: Programacion_Obra mp Fecha: jue 11/12/08 | Tarea [Gantt bar] Tarea critica [Gantt bar] Progreso [Gantt bar] Hit [Gantt bar] | Resumen [Gantt bar] Tarea resumida [Gantt bar] Tarea critica resumida [Gantt bar] Hit resumido [Gantt bar] | Progreso resumido [Gantt bar] División [Gantt bar] Tareas externas [Gantt bar] Resumen del proyecto [Gantt bar] | Agrupar por sintTarea [Gantt bar] Tarea critica [Gantt bar] |
|---|---|---|--|--|

3.11 PLANOS DE OBRA

Los planos de obra son el producto del diseño geométrico de la carretera y el diseño del pavimento, este último motivo del presente informe de suficiencia.

Estos planos se adjuntan en el Anexo N° 2.

Se describe la relación de planos a presentar:

P-01 Planta y Perfil Longitudinal

ST-01 Sección Típica del Pavimento

CONCLUSIONES

- Se ha diseñado el pavimento por los métodos AASTHO 93 e Instituto del Asfalto, obteniéndose una carpeta asfáltica de 2" en ambos casos y base granular de 6" y 3" respectivamente.

- Para verificar el diseño del pavimento efectuado por los métodos antes mencionados , adoptado la carpeta asfáltica de 2" y base granular de 6", se calcularon los parámetros que se indican a continuación:
 - La deflexión vertical en la superficie del pavimento resultó igual a 0.02329" (0.5917mm) por el método aproximado. Utilizando el Programa Kenlayer este arrojó un resultado de 0.02318" (0.5888mm) que concuerda con el valor obtenido por el método aproximado.

 - La tracción crítica en el fondo de la capa de asfalto fué 3.89×10^{-4} (método gráfico). Utilizando el programa Kenlayer, se obtuvo un resultado de 3.24×10^{-4} , que se verifica bien con la solución gráfica.

 - El esfuerzo vertical (σ_z) en la subrasante fue de 12.60 psi (método gráfico) y utilizando el Programa Kenlayer se obtuvo un resultado del esfuerzo de 15.33 psi. Esta diferencia obedece a que los valores obtenidos métodos gráficos son aproximados y adoptaremos los resultados del programa de cómputo.

 - En el análisis de daño se encontró que N_f es igual a 0.36×10^6 repeticiones de carga o pasadas admisibles de ejes simples para evitar el agrietamiento por fatiga y N_d igual 2.13×10^6 repeticiones de carga para limitar la deformación permanente. Estos valores se verifican bien al considerar que el tráfico considerado es de 0.07×10^6 .

RECOMENDACIONES

- Se recomienda verificar los resultados obtenidos para los métodos AASHTO 93 e Instituto del Asfalto usando otros métodos como los mecanísticos. Sabiendo que este último método requiere de un diseño preliminar.
- Los métodos de diseño de pavimentos; AASHTO 93, Instituto del Asfalto y Mecanísticos son aproximados si los tomamos de manera independiente, pero si hacemos la verificación entre ellos tendremos la certeza de un diseño adecuado del pavimento.
- Los valores de tracción crítica, deflexión y esfuerzos obtenidos por métodos aproximados necesitan ser verificados (Programas de cómputo como el Kenlayer). De existir diferencias sustanciales entre estos valores se recomienda modificar los espesores del pavimento y/o mejorar las características físicas de los materiales como la subrasante y base granular
- Es importante efectuar el análisis de daño del pavimento durante la etapa de diseño, porque podremos predecir el número de repeticiones de carga y compararla con el valor del tráfico de diseño.

BIBLIOGRAFÍA

1. - American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Washington, D.C. 1993.
- 2.- Instituto del Asfalto, Diseño de Espesores Pavimentos asfálticos para calles y carreteras. E.E.U.U., 1991.
- 3.- Jara Alzugaray, Eduardo Hamilton; Informe de Suficiencia para obtener el título de Ingeniería Civil "Diseño Alternativo de Pavimentos Flexibles basado en conceptos mecanísticos aplicado a la Carretera Chalhuanca – Abancay – Tramo II (Puente Antarumi – Abancay)", Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2004.
- 4.- Mamani Mamani, Adrián Román; Informe de Suficiencia para obtener el título de Ingeniería Civil "Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cocachacra – Matucana del Km. 57+000 al Km. 60+000", Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2006.
- 5.- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción – Dirección General de Caminos. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000)
- 6.- PROVIAS NACIONAL – MTC, Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca., Lima, Julio 2005.

ANEXOS Nº 1

MEMORIA DE CÁLCULO

1.0 CÁLCULOS CON EL MÉTODO AASHTO

A.- Cálculo del Modulo de Resiliencia (Mr)

Para suelos granulares CBR >20% (FHWA-PL-98-029)

$$Mr = 4326 \times \ln CBR + 241$$

$$Mr = 4326 \times \ln 20.5 + 241$$

$$Mr = 13,307 \text{ psi}$$

B.- Cálculo del número previsto de aplicaciones de carga por eje simple equivalente (W_{18}):

- Tasa de crecimiento (g) : 1.89 y 4% anual
- Periodo de diseño (n) : 10 años
- Factor de crecimiento del trafico (FC) = $\frac{(1 + g)^n - 1}{g}$

Donde:

g = Tasa de Crecimiento Anual

n = Vida Útil y/o Periodo de Diseño

ESAL = 365 x (IMD x F. CAMION) x FC

CÁLCULO DE FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA (ESAL)

| No | TIPO | TASA | IMD | F. CAMION | DIAS | FC | Nº REPETICIONES |
|------------------------|-------|-------|-----|-----------|------|-------|-------------------|
| 1 | BUSES | 1.89% | 14 | 0.11 | 365 | 10.89 | 6,123.98 |
| 2 | C2E | 4.00% | 7 | 1.20 | 365 | 12.01 | 36,810.72 |
| 3 | C3E | 4.00% | 6 | 2.00 | 365 | 12.01 | 52,586.75 |
| 4 | 2S2 | 4.00% | 1 | 1.00 | 365 | 12.01 | 4,382.23 |
| 5 | 2S3 | 4.00% | 1 | 0.89 | 365 | 12.01 | 3,900.18 |
| 6 | 3S3 | 4.00% | 8 | 1.50 | 365 | 12.01 | 52,586.75 |
| TOTAL (10 AÑOS) | | | | | | | 156,390.61 |

$$ESAL = 156,390.61$$

$$W_{18} = DD * DL * ESAL$$

Reemplazando:

$$W_{18} = 0.5 * 0.9 * 156,390.61$$

$$W_{18} = 0.07 \times 10^6$$

C.- Cálculo del Número Estructural (SN)

Se adoptó los siguientes parámetros:

- Periodo de Diseño : 10 años
- Confiabilidad (R) : 90%
- Desviación Estándar Total (So) : 0.45
- Desviación Estándar Normal (Zr) : -1.282
- Número de Ejes equivalentes acumulados (W₁₈) : 0,07 x10⁶
- Modulo Resiliente M_R (psi) (CBR= 20.5%) : 13,307psi
- Pérdida de Serviciabilidad de diseño (ΔPSI) : 2.00

Calculado el Número estructural de diseño (SN) como solución a la siguiente ecuación:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 \text{Log}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \text{log}_{10} (M_R) - 8.07.$$

CÁLCULO DE ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Obtenemos:

$$SN = 1.78$$

D.- Selección de los Espesores de capa

Considerando que tenemos un tráfico de 0.07×10^6 nos encontramos con un concreto asfáltico mínimo de 2" y espesor de base 4", como se observa en el cuadro N° 2.02.2.

Utilizando los siguientes parámetros:

- Coeficiente de Drenaje (m_2, m_3) Base, Sub Base : 1.20
Drenaje Bueno
- % tiempo que el pavimento expuesto saturación (1-5%)
Del cuadro N° 2.02.1
- Coeficiente Estructural para la base granular : 0.14/pulg
Considerando un CBR = 80%
De la escala derivada del proyecto NCHRP.
- Coeficiente Estructural para la carpeta asfáltica : 0.44/pulg
Considerando un Modulo Elástico de 450,000 Psi.

Reemplazando en la expresión:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2^{x m_2} + a_3 \times D_3^{x m_3}$$

Asumiendo:

$$D1 = 2" \text{ y } D2 = 4"$$

$$1.78 = 0.44 \times 2 + 0.14 \times 4 \times 1.2 + 0.11 \times D3 \times 1.2$$

$$\rightarrow D3 = 1.73"$$

Como $D3 < D2$ calculamos nuevos espesores de D2

$$1.78 = 0.44 \times 2 + 0.14 \times D2 \times 1.2$$

$$\rightarrow D2 = 5.35"$$

ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

| CAPA | H(PULG) |
|--------------------|---------|
| Concreto Asfáltico | 2.00 |
| Base Granular (D2) | 5.35 |
| Sub Base (D3) | 0.00 |

2.0.- CÁLCULOS POR EL MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

A.- Parámetros de Diseño

Para los cálculos consideramos los parámetros:

| | | |
|--|---|-----------------|
| Periodo de Diseño | : | 10 años |
| Numero de Carriles | : | 2 |
| Temperatura Media Anual del Aire (Usando 24 °C) | : | 16.3 a 23.6 °C |
| Tasa de crecimiento | : | 1.89 - 4% anual |
| CBR de la Sub Rasante | : | 20.5% |
| EAL (Calculado en AASTHO) | : | 70,000 |
| Modulo de Resiliencia | | 13,307 Psi |

B.- Espesor Mínimo de Concreto Asfáltico

Según el cuadro N° 2.03.3

Tráfico de Diseño: 70,0000

→ Espesor Mínimo: 2"

C.- Determinación de los Espesores para Pavimentos Asfálticas en todo su Espesor (Full – Depth)

Se consideran los siguientes parámetros:

Sub rasante : Mr = 91,8 Mpa (13,307 psi)

Trafico de Diseño: 70,000 = 0.07×10^6

Clima : MAAT = 24°C

De la carta de Diseño A – 13

Espesor total del pavimento = 125mm (5.0")

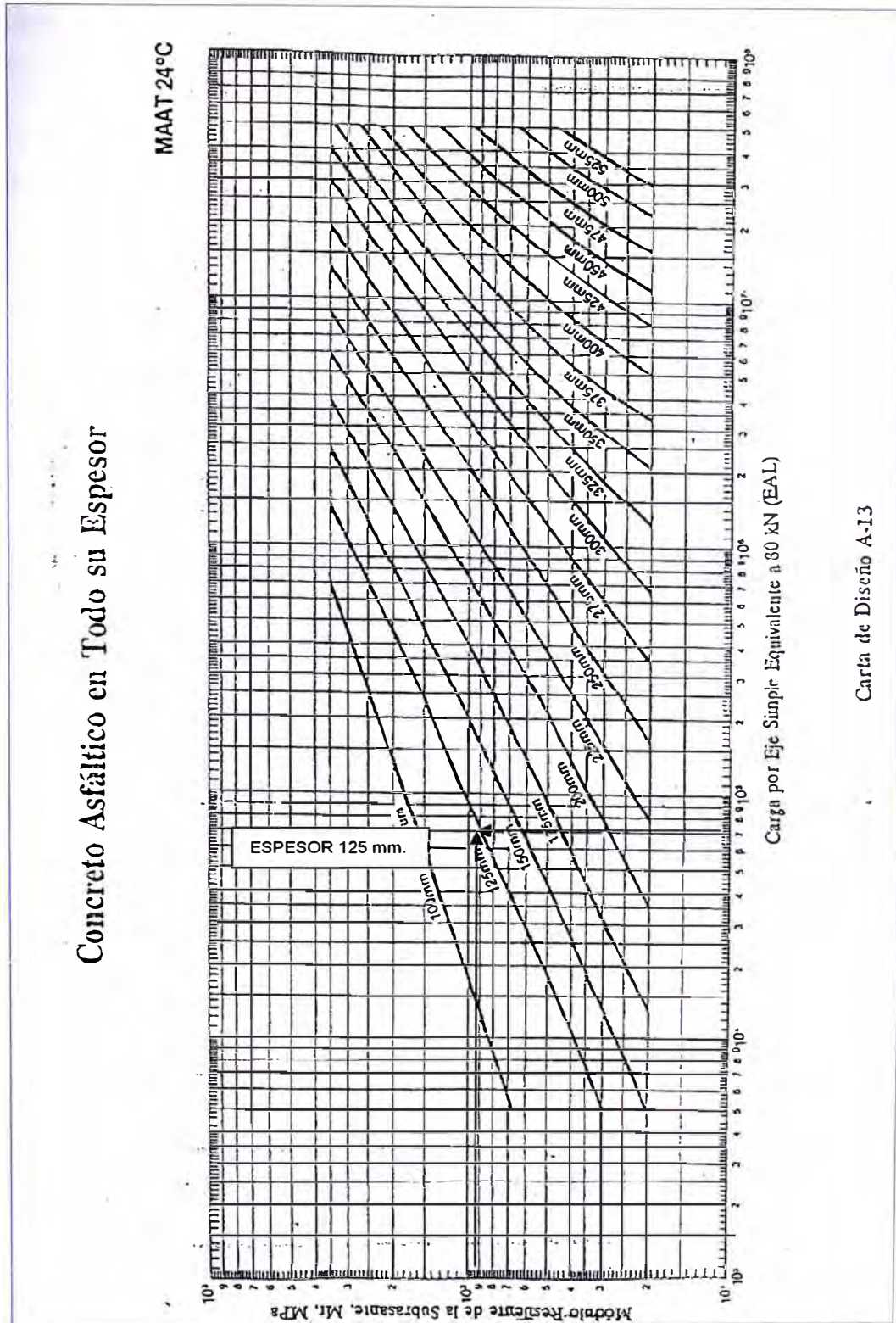
Espesor de Carpeta asfáltica = 50mm (2")

→ Espesor de base granular = 75mm (3")

ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO

| CAPA | H(PULG) |
|--------------------|---------|
| Concreto Asfáltico | 2.00 |
| Base Granular | 3.00 |
| Sub Base | 0.00 |

CÁLCULO DEL ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO



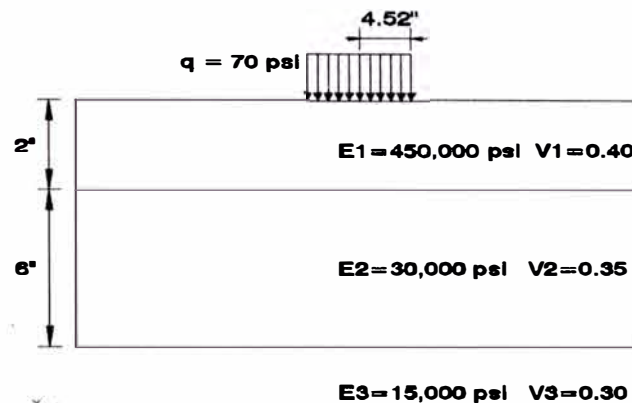
Carta de Diseño A-13

3.0 CÁLCULOS CON MÉTODOS MECANÍSTICOS

A.- CÁLCULOS DE ESFUERZOS, DEFORMACIONES Y DESPLAZAMIENTOS MEDIANTE EL PROGRAMA KENLAYER

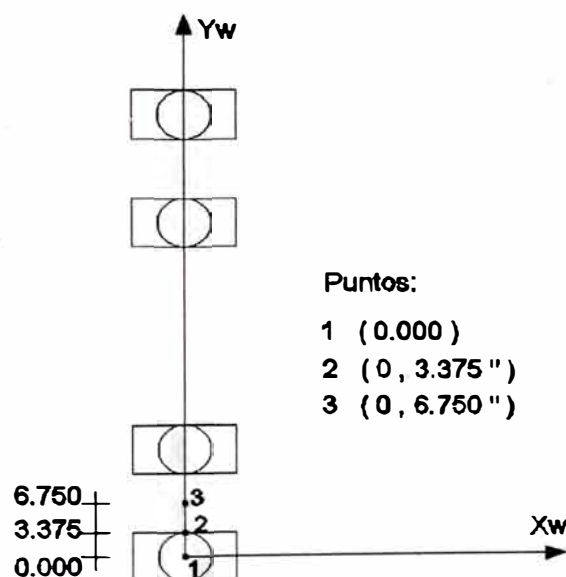
- Datos de Ingreso

A continuación se indican los datos de ingreso:



- Geometría de Cargas – Eje de 8.2 Ton

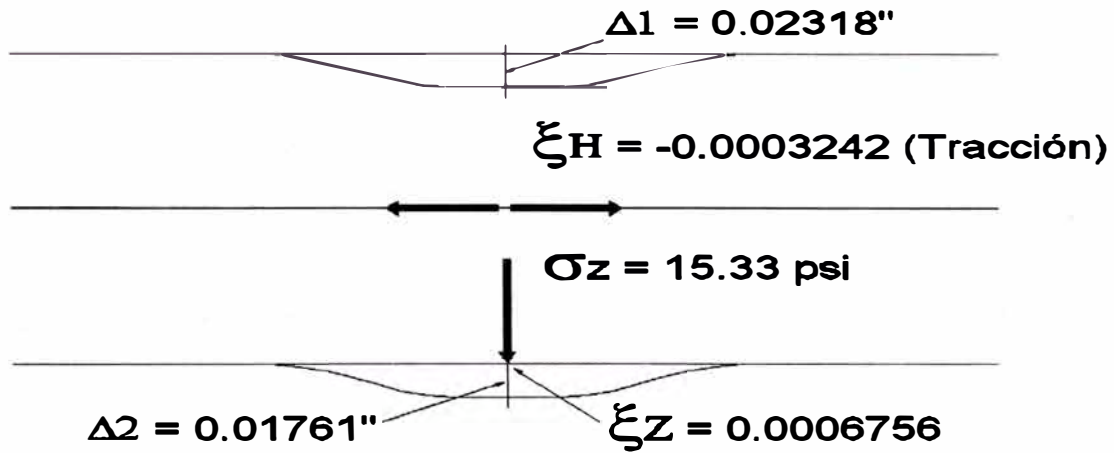
Mediante el Programa Kenlayer determinamos la deformación por tensión y la deformación por compresión a tres puntos bajo las ruedas, que se muestran en el siguiente esquema:



En las siguientes aplicaciones analizaremos solo el punto N° 01.

- Salida de Resultados

En base a los datos de ingreso y geometría de cargas, se muestran los resultados obtenidos por el Programa Kenlayer.



A continuación se muestra la hoja de salida del Programa Kenlayer.

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

```
*****
*
*   CARRETERA CAÑETE YAUYOS KM 59+400 AL 59+700 : SISTEMA DE 02 CAPAS EJE SIMPLE
*
*****
```

MATL = 1 FOR LINEAR ELASTIC LAYERED SYSTEM

NDAMA = 0, SO DAMAGE ANALYSIS WILL NOT BE PERFORMED

NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1

NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 1

TOLERANCE FOR INTEGRATION (DEL) -- = .00100

NUMBER OF LAYERS (NL)----- = 3

NUMBER OF Z COORDINATES (NZ)----- = 3

LIMIT OF INTEGRATION CYCLES (ICL)- = 80

COMPUTING CODE (NSTD)----- = 9

THICKNESSES OF LAYERS (TH) ARE : 2.00000 6.00000

POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : .40000 .35000 .30000

VERTICAL COORDINATES OF POINTS (ZC) ARE: .00000 2.00000 3.00000

ALL INTERFACES ARE FULLY BONDED

FOR PERIOD NO. 1 ELASTIC MODULI OF LAYERS ARE: .450000E+06 .300000E+05 .150000E+05

LOAD GROUP NO. 1 HAS 2 CONTACT AREAS

CONTACT RADIUS (CR)----- = 4.52000

CONTACT PRESSURE (CP)----- = 70.00000

NO. OF POINTS AT WHICH RESULTS ARE DESIRED (NPT)-- = 3

WHEEL SPACING ALONG X-AXIS (XW)----- = .00000

WHEEL SPACING ALONG Y-AXIS (YW)----- = 13.50000

POINT NO. AND X AND Y COORDINATES ARE :

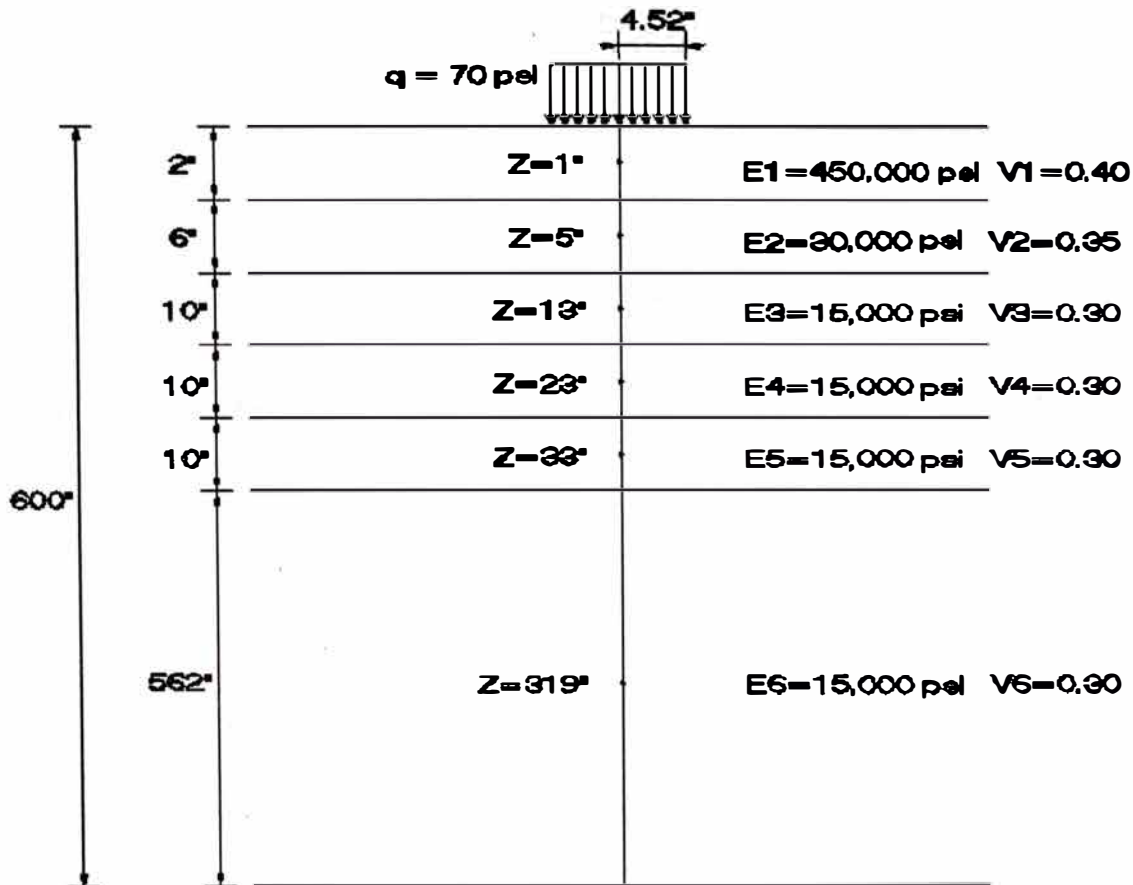
| | | | | | | | | |
|---|--------|--------|---|--------|---------|---|--------|---------|
| 1 | .00000 | .00000 | 2 | .00000 | 3.37500 | 3 | .00000 | 6.75000 |
|---|--------|--------|---|--------|---------|---|--------|---------|

PERIOD NO. 1 LOAD GROUP NO. 1

| POINT | VERTICAL | VERTICAL | VERTICAL | MAJOR | INTERMEDIATE | MINOR | VERTICAL | MAJOR | MINOR | HORIZONTAL |
|-------|------------|-----------|------------|-----------|--------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| NO. | COORDINATE | DISP. | STRESS | PRINCIPAL | PRINCIPAL | PRINCIPAL | STRAIN | PRINCIPAL | PRINCIPAL | PRINCIPAL |
| 1 | .00000 | .2318E-01 | .9917E+02 | .3561E+03 | .3265E+03 | .9917E+02 | -.3864E-03 | .4129E-03 | -.3864E-03 | .3209E-03 |
| 1 | 2.00000 | .2294E-01 | .4346E+02 | .4349E+02 | -.1764E+03 | -.1991E+03 | .4303E-03 | .4304E-03 | -.3242E-03 | -.3242E-03 |
| 1 | 8.00000 | .1761E-01 | .1533E+02 | .1558E+02 | -.5405E+01 | -.8941E+01 | .6756E-03 | .6866E-03 | -.4167E-03 | -.4167E-03 |
| POINT | VERTICAL | VERTICAL | VERTICAL | MAJOR | INTERMEDIATE | MINOR | VERTICAL | MAJOR | MINOR | HORIZONTAL |
| NO. | COORDINATE | DISP. | STRESS | PRINCIPAL | PRINCIPAL | PRINCIPAL | STRAIN | PRINCIPAL | PRINCIPAL | PRINCIPAL |
| 2 | .00000 | .2276E-01 | .5041E+02 | .2517E+03 | .1608E+03 | .5041E+02 | -.2546E-03 | .3715E-03 | -.2546E-03 | .8882E-04 |
| 2 | 2.00000 | .2281E-01 | .3410E+02 | .3444E+02 | -.8495E+02 | -.1606E+03 | .2938E-03 | .2948E-03 | -.3120E-03 | -.3120E-03 |
| 2 | 8.00000 | .1834E-01 | .1523E+02 | .1524E+02 | -.3481E+01 | -.9032E+01 | .6537E-03 | .6539E-03 | -.4382E-03 | -.4382E-03 |
| POINT | VERTICAL | VERTICAL | VERTICAL | MAJOR | INTERMEDIATE | MINOR | VERTICAL | MAJOR | MINOR | HORIZONTAL |
| NO. | COORDINATE | DISP. | STRESS | PRINCIPAL | PRINCIPAL | PRINCIPAL | STRAIN | PRINCIPAL | PRINCIPAL | PRINCIPAL |
| 3 | .00000 | .2162E-01 | -.2219E+01 | .1439E+03 | -.2219E+01 | -.9688E+01 | -.1242E-03 | .3304E-03 | -.1475E-03 | -.1475E-03 |
| 3 | 2.00000 | .2170E-01 | .1859E+02 | .8323E+02 | .1859E+02 | -.7384E+02 | .3296E-04 | .2341E-03 | -.2546E-03 | -.2546E-03 |
| 3 | 8.00000 | .1845E-01 | .1448E+02 | .1448E+02 | -.1767E+01 | -.8707E+01 | .6049E-03 | .6049E-03 | -.4386E-03 | -.4386E-03 |

B.- DESPLAZAMIENTO VERTICAL (MÉTODO APROXIMADO)

Para utilizar el método iterativo se necesitan los siguientes datos:



SOLUCION

- A MEDIA ALTURA DE LA CAPA 1

$$Z = 1'' \text{ (25.34mm)}$$

De la ecuación 2.04.1

$$\sigma_z = q \left[1 - \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_z = 70 \left(1 - \frac{1^3}{(4.52^2+1^2)^{1.5}} \right)$$

$$\sigma_z = 69.29 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.2

$$\sigma_r = \frac{q}{2} \left[1 + 2\nu - \frac{2(1+\nu)z}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 35 (1+2 \times 0.40 - 2 \times (1+0.40) \times 1 / (4.52^2 + 1^2)^{0.5} + 1^3 / (4.52^2 + 1^2)^{1.5})$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 42.18 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.7

$$\theta = \sigma_z + \sigma_r + \sigma_t + \gamma z (1 + 2K_o)$$

$$\theta = 69.29 + 42.18 + 42.18 + 110 \times 1 \times (1 + 2 \times 0.50) / 12^3$$

$$\theta = 153.79 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.6

Tenemos que $E_o = 450,000 \text{ psi}$ (para la capa de asfalto), y $\beta = 0.0104$

$$E = E_o (1 + \beta \theta)$$

$$E = 450,000 \times (1 + 0.0104 \times 153.79)$$

$$E = 1'169,729.16 \text{ psi}$$

De la ecuación 2.04.5

$$w = \frac{(1+\nu)qa}{E} \left\{ \frac{a}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{1-2\nu}{a} [(a^2+z^2)^{0.5} - z] \right\}$$

- La deflexión arriba cuando $z = 0$,

$$w = (1+0.40) \times 70 \times 4.52 / 1169729.16 \times (4.52 / (4.52^2 + 1^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.4) / 4.52 \times ((4.52^2 + 1^2)^{0.5} - 1))$$

$$w = 0.000439" (0.0112 \text{ mm})$$

- La deflexión abajo cuando $z = 2"$ (50.67 mm),

$$w = (1+0.40) \times 70 \times 4.52 / 1169729.16 \times (4.52 / (4.52^2 + 2^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.4) / 4.52 \times ((4.52^2 + 2^2)^{0.5} - 2))$$

$$w = 0.000416" (0.0106 \text{ mm})$$

La deformación para la capa 1 es $0.000439 - 0.000416 = 0.000024" (0.0006 \text{ mm})$.

- A MEDIA ALTURA DE LA CAPA 2

$$Z = 5" (126.70 \text{ mm})$$

De la ecuación 2.04.1

$$\sigma_z = q \left[1 - \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_z = 70 (1 - 5^3 / (4.52^2 + 5^2)^{1.5})$$

$$\sigma_z = 41.42 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.2

$$\sigma_r = \frac{q}{2} \left[1 + 2\nu - \frac{2(1+\nu)z}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 35 (1+2 \times 0.35 - 2 \times (1+0.35) \times 5 / (4.52^2+5^2)^{0.5} + 5^3 / (4.52^2+5^2)^{1.5})$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 3.69 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.7

$$\theta = \sigma_z + \sigma_r + \sigma_t + \gamma z (1 + 2K_o)$$

$$\theta = 41.42 + 3.69 + 3.69 + 110 \times 5 \times (1+2 \times 0.50) / 12^3$$

$$\theta = 49.43 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.6

Tenemos que $E_o = 30,000 \text{ psi}$ (para la base), y $\beta = 0.0104$

$$E = E_o (1 + \beta\theta)$$

$$E = 30,000 \times (1 + 0.0104 \times 49.43)$$

$$E = 45,423.15 \text{ psi}$$

De la ecuación 2.04.5

$$w = \frac{(1+\nu)qa}{E} \left\{ \frac{a}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{1-2\nu}{a} [(a^2+z^2)^{0.5} - z] \right\}$$

- La deflexión arriba cuando $z = 2''$,

$$w = (1+0.35) \times 70 \times 4.52 / 45423.15 \times (4.52 / (4.52^2+2^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.4) / 4.52 \times ((4.52^2+2^2)^{0.5} - 2))$$

$$w = 0.009685'' (0.2460 \text{ mm})$$

- La deflexión abajo cuando $z = 8''$,

$$w = (1+0.35) \times 70 \times 4.52 / 45423.15 \times (4.52 / (4.52^2+8^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.35) / 4.52 \times ((4.52^2+8^2)^{0.5} - 8))$$

$$w = 0.007237'' (0.1838 \text{ mm})$$

La deformación para la capa 2 es $0.009685 - 0.007237 = 0.002449'' (0.0622 \text{ mm})$.

- A MEDIA ALTURA DE LA CAPA 3

$$Z = 13'' (330.20\text{mm})$$

De la ecuación 2.04.1

$$\sigma_z = q \left[1 - \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_z = 70 (1 - 13^3 / (4.52^2 + 13^2)^{1.5})$$

$$\sigma_z = 11.01 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.2

$$\sigma_r = \frac{q}{2} \left[1 + 2\nu - \frac{2(1+\nu)z}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 35 (1 + 2 \times 0.30 - 2 \times (1 + 0.30) \times 13 / (4.52^2 + 13^2)^{0.5} + 13^3 / (4.52^2 + 13^2)^{1.5})$$

$$\sigma_r = \sigma_t = -0.46 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.7

$$\theta = \sigma_z + \sigma_r + \sigma_t + \gamma z (1 + 2K_o)$$

$$\theta = 11.01 - 0.46 - 0.46 + 110 \times 13 \times (1 + 2 \times 0.50) / 12^3$$

$$\theta = 11.75 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.6

Tenemos que $E_o = 15,000 \text{ psi}$ (para la sub rasante), y $\beta = 0.0104$

$$E = E_o (1 + \beta \theta)$$

$$E = 15,000 \times (1 + 0.0104 \times 11.75)$$

$$E = 16,823.93 \text{ psi}$$

De la ecuación 2.04.5

$$w = \frac{(1+\nu)qa}{g} \left\{ \frac{a}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{1-2\nu}{a} [(a^2+z^2)^{0.5} - z] \right\}$$

- La deflexión arriba cuando $z = 8''$,

$$w = (1 + 0.30) \times 70 \times 4.52 / 16,823.93 \times (4.52 / (4.52^2 + 8^2)^{0.5} + (1 - 2 \times 0.30) / 4.52 \times ((4.52^2 + 8^2)^{0.5} - 8))$$

$$w = 0.013671'' (0.3472\text{mm})$$

- La deflexión abajo cuando $z = 18''$,

$$w = (1+0.30) \times 70 \times 4.52 / 16,823.93 \times (4.52 / (4.52^2 + 18^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.30) / 4.52 \times ((4.52^2 + 18^2)^{0.5} - 18))$$

$$w = 0.015098 \text{ (0.3835mm)}$$

La deformación para la capa 3 es $0.015098 - 0.013671 = 0.001427 \text{ (0.0363mm)}$.

- A MEDIA ALTURA DE LA CAPA 4

$$Z = 23 \text{ (584.2mm)}$$

De la ecuación 2.04.1

$$\sigma_z = q \left[1 - \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_z = 70 (1 - 23^3 / (4.52^2 + 23^2)^{1.5})$$

$$\sigma_z = 3.87 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.2

$$\sigma_r = \frac{q}{2} \left[1 + 2\nu - \frac{2(1+\nu)z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 35 (1 + 2 \times 0.30 - 2 \times (1 + 0.30) \times 23 / (4.52^2 + 23^2)^{0.5} + 23^3 / (4.52^2 + 23^2)^{1.5})$$

$$\sigma_r = \sigma_t = -0.23 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.7

$$\theta = \sigma_z + \sigma_r + \sigma_t + \gamma z (1 + 2K_o)$$

$$\theta = 3.87 - 0.23 - 0.23 + 110 \times 23 \times (1 + 2 \times 0.50) / 12^3$$

$$\theta = 6.34 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.6

Tenemos que $E_o = 15,000 \text{ psi}$ (para la sub rasante), y $\beta = 0.0104$

$$E = E_o (1 + \beta \theta)$$

$$E = 15,000 \times (1 + 0.0104 \times 6.34)$$

$$E = 15,989.68 \text{ psi}$$

De la ecuación 2.04.5

$$w = \frac{(1+\nu)qa}{E} \left\{ \frac{a}{(a^2 + z^2)^{0.5}} + \frac{1-2\nu}{a} [(a^2 + z^2)^{0.5} - z] \right\}$$

- La deflexión arriba cuando $z = 18''$,

$$w = (1+0.30) \times 70 \times 4.52 / 15,989.68 \times (4.52 / (4.52^2 + 18^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.30) / 4.52 \times ((4.52^2 + 18^2)^{0.5} - 18))$$

$$w = 0.007267'' (0.1846 \text{ mm})$$

- La deflexión abajo cuando $z = 28''$,

$$w = (1+0.30) \times 70 \times 4.52 / 15,989.68 \times (4.52 / (4.52^2 + 28^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.30) / 4.52 \times ((4.52^2 + 28^2)^{0.5} - 28))$$

$$w = 0.013729'' (0.3487 \text{ mm})$$

La deformación para la capa 4 es $0.013729 - 0.007267 = 0.006462'' (0.1641 \text{ mm})$.

- A MEDIA ALTURA DE LA CAPA 5

$$Z = 33'' (838.20 \text{ mm})$$

De la ecuación 2.04.1

$$\sigma_z = q \left[1 - \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_z = 70 (1 - 33^3 / (4.52^2 + 33^2)^{1.5})$$

$$\sigma_z = 1.92 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.2

$$\sigma_r = \frac{q}{2} \left[1 + 2\nu - \frac{2(1+\nu)z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 35 (1 + 2 \times 0.30 - 2 \times (1 + 0.30) \times 33 / (4.52^2 + 33^2)^{0.5} + 23^3 / (4.52^2 + 33^2)^{1.5})$$

$$\sigma_r = \sigma_t = -0.12 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.7

$$\theta = \sigma_z + \sigma_r + \sigma_t + \gamma z (1 + 2K_o)$$

$$\theta = 1.92 - 0.12 - 0.12 + 110 \times 33 \times (1 + 2 \times 0.50) / 12^3$$

$$\theta = 5.88 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.6

Tenemos que $E_o = 15,000 \text{ psi}$ (para la sub rasante), y $\beta = 0.0104$

$$E = E_o (1 + \beta \theta)$$

$$E = 15,000 \times (1 + 0.0104 \times 5.88)$$

$$E = 15,918.05 \text{ psi}$$

De la ecuación 2.04.5

$$w = \frac{(1+\nu)qa}{E} \left[\frac{a}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{1-2\nu}{a} [(a^2+z^2)^{0.5} - z] \right]$$

- La deflexión arriba cuando $z = 28''$,

$$w = (1+0.30) \times 70 \times 4.52 / 15,918.05 \times (4.52 / (4.52^2 + 28^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.30) / 4.52 \times ((4.52^2 + 28^2)^{0.5} - 28))$$

$$w = 0.004823'' (0.1225 \text{mm})$$

- La deflexión abajo cuando $z = 38''$,

$$w = (1+0.30) \times 70 \times 4.52 / 15,918.05 \times (4.52 / (4.52^2 + 38^2)^{0.5} + (1-2 \times 0.30) / 4.52 \times ((4.52^2 + 38^2)^{0.5} - 38))$$

$$w = 0.012725'' (0.3232 \text{mm})$$

La deformación para la capa 5 es $0.012725 - 0.004823 = 0.007902'' (0.2007 \text{mm})$.

- A MEDIA ALTURA DE LA CAPA 6

$$Z = 319'' (8102.60 \text{mm})$$

De la ecuación 2.04.1

$$\sigma_z = q \left[1 - \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_z = 70 (1 - 319^3 / (4.52^2 + 319^2)^{1.5})$$

$$\sigma_z = 0.02 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.2

$$\sigma_r = \frac{q}{2} \left[1 + 2\nu - \frac{2(1+\nu)z}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{1.5}} \right]$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 35 (1 + 2 \times 0.30 - 2 \times (1 + 0.30) \times 319 / (4.52^2 + 319^2)^{0.5} + 319^3 / (4.52^2 + 319^2)^{1.5})$$

$$\sigma_r = \sigma_t = 0.00 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.7

$$\theta = \sigma_z + \sigma_r + \sigma_t + \gamma z (1 + 2K_o)$$

$$\theta = 0.02 + 0.00 + 0.00 + 110 \times 319 \times (1 + 2 \times 0.50) / 12^3$$

$$\theta = 40.63 \text{ psi (KPa)}$$

De la ecuación 2.04.6

Tenemos que $E_0 = 15,000$ psi (para la capa 06), y $\beta = 0.0104$

$$E = E_0(1 + \beta\theta)$$

$$E = 15,000X(1+0.0104x40.63)$$

$$E = 21,338.54 \text{ psi}$$

De la ecuación 2.04.5

$$W = \frac{(1+\nu)qa}{E} \left\{ \frac{a}{(a^2+z^2)^{0.5}} + \frac{1-2\nu}{a} [(a^2+z^2)^{0.5} - z] \right\}$$

- La deflexión arriba cuando $z = 38$ "

$$w = (1+0.30)x70x4.52/21,338.54x(4.52/(4.52^2+38^2)^{0.5} + (1-2x0.30)/4.52x((4.52^2+38^2)^{0.5}-38))$$

$$w = 0.002331"(0.0592\text{mm})$$

- La deflexión abajo cuando $z = 600$ "

$$W = (1+0.30)x70x4.52/21,338.54x(4.52/(4.52^2+600^2)^{0.5} + (1-2x0.30)/4.52x((4.52^2+600^2)^{0.5}-600))$$

$$w = 0.007361"(0.1870\text{mm})$$

La deformación para la capa 6 es $0.007361 - 0.002331 = 0.005029"(0.1277\text{mm})$.

- Cálculo del Deformación por capa

Resumiendo los valores antes calculados, tenemos:

| Capa N° | Espesor (in) | "z" a media altura (in) | σ_z (psi) | σ_r (psi) | θ (psi) Cargas aplicadas | E (psi) | wE (lb/in) | Deformacion (in) |
|---------|--------------|-------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------------|
| 1 | 2 | 1 | 69.29 | 42.18 | 153.79 | 1,169,729.16 | 514.0942 | 0.000924 |
| 2 | 6 | 5 | 41.42 | 3.69 | 49.43 | 45,423.15 | 439.9449 | 0.002449 |
| 3 | 10 | 13 | 11.01 | -0.46 | 11.75 | 16,832.93 | 230.1207 | 0.001427 |
| 4 | 10 | 23 | 3.87 | -0.23 | 6.34 | 15,989.68 | 116.1904 | 0.006462 |
| 5 | 10 | 33 | 1.92 | -0.12 | 5.88 | 15,918.05 | 76.7655 | 0.007902 |
| 6 | 10 | 319 | 0.02 | 0.00 | 40.63 | 21,338.54 | 49.7485 | 0.005029 |
| | | | | | | | Total | 0.023294 |

La deflexión de la superficie es la suma de todas las deformaciones de la capa igual a **0.02329" (0.5917mm)**, por el método aproximado.

Utilizando el Programa Kenlayer, este arroja un resultado de **0.02318" (0.5888mm)**, que concuerda con el obtenido por el método aproximado.

C.- ESFUERZO VERTICAL (MÉTODO APROXIMADO)

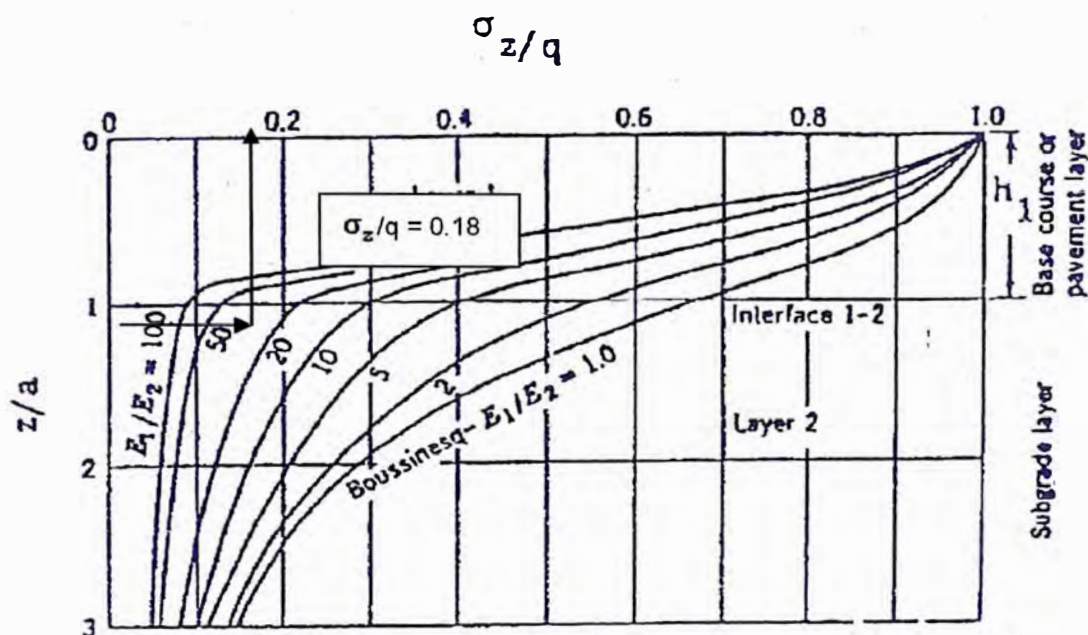
Para hallar el esfuerzo vertical sobre la subrasante se necesitan los datos indicados en el ítem B.

- Cálculo del Esfuerzo vertical:

$$E_1/E_2 = 450,000 / 15,000 = 30$$

$$z/a = 5/4.52 = 1.11 \text{ (Capa N° 2)}$$

DISTRIBUCION DE ESFUERZOS VERTICALES
EN UN SISTEMA DE DOS CAPAS



De la figura tenemos $\sigma_z/q = 0.18$,

De donde $\sigma_z = 0.18 \times 70 = 12.60 \text{ psi}$ (método gráfico)

Utilizando el Programa Kenlayer se obtuvo un resultado de **15.33 psi**.

- Cálculo de N_d (Número de repeticiones de carga)

De la ecuación 2.04.8:

$$N_d = 4.873 \times 10^{-5} \times \sigma_c^{-3.734} \times E_2^{3.583}$$

$$N_d = 4.873 \times 10^{-5} \times (15.33)^{-3.734} \times (15000)^{3.583}$$

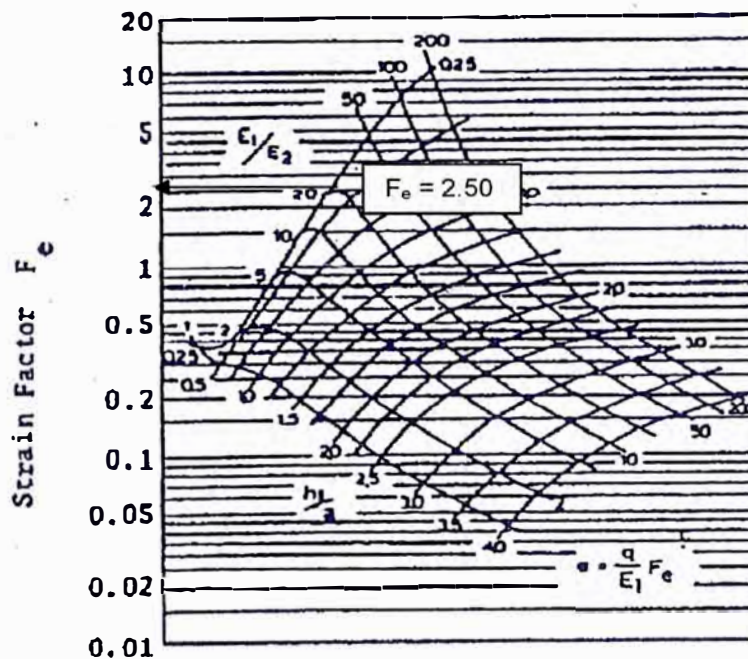
$$N_d = 1.67 \times 10^6$$

D.- TRACCIÓN CRÍTICA

Para hallar la tracción crítica consideramos los datos mostrados anteriormente.

$$h_1/a = 2 / 4.52 = 0.44 \text{ y } E_1/E_2 = 450000/15000 = 30$$

FACTOR DE TENSION
PARA UN SISTEMA DE DOS CAPAS



De la figura: $F_e = 2.50$

De la ecuación 2.04.9 Obtenemos la tracción crítica,

$$e = \frac{q}{E_1} F_e$$

$$e = 70 \times 2.50 / 450000 = 3.89 \times 10^{-4}, \text{ (método gráfico)}$$

Utilizando el Programa Kenlayer, se obtuvo un resultado de 3.24×10^{-4} , que se verifica bien con la solución gráfica.

E.- ANÁLISIS DE DAÑO

De la ecuación (2.4.10)

$$N_f = f_1 (\xi_r)^{-f_2} (E_1)^{-f_3}$$

Donde:

$$\xi_r = 0.0003242, E_1 = 450,000, f_1 = 0.0796, f_2 = 3.291, f_3 = 0.854$$

Reemplazando:

$$N_f = 0.0796 \times (0.0003242)^{-3.291} \times 450000^{-0.854}$$

De la ecuación (2.4.11)

$$N_d = f_4(\xi_c)^{-f_5}$$

Donde:

$$\xi_c = 0.0006756", f_4 = 1.365 \times 10^{-9}, f_5 = -4.477$$

$$N_d = 1.365 \times 10^{-9} \times 0.0006756^{-4.477}$$

ANEXOS Nº 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

| | |
|--------------------|--|
| PROYECTO : | MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA |
| SOLICITA : | ING: ALEXANDER BAILON MILLA. |
| UBICACION : | CAÑETE - LIMA |
| FECHA : | SEPTIEMBRE - 2008 |

| | | | | | | | |
|----------------------|--|----------------------|--|------------------|--|----------------------|--|
| CALICATA : | | C - 1 | | C - 2 | | | |
| MUESTRA : | | Km. 59 + 480 | | 159 + 653 | | AFIRMADO | |
| PROFUNDIDAD : | | | | | | | |
| SUCS | | SM | | SM | | GM | |
| AASHTO | | A - 2 - 4 (0) | | A - 4 (0) | | A - 1 - b (0) | |

Humedad

| | | | | | | | |
|-----------------|--|------|--|------|--|------|--|
| Wmuestra | | 5,66 | | 7,69 | | 1,93 | |
| Wanillo | | | | | | | |
| Wcono | | | | | | | |

Densidad

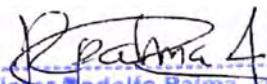
| | | | | | | | |
|--------------|--|------|--|-------|--|-------|--|
| M.D.S | | - | | 2,238 | | 2,339 | |
| O.C.H | | - | | 7,40 | | 5,12 | |
| G.E. | | 2,62 | | 2,68 | | 2,77 | |

Límites

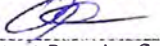
| | | | | | | | |
|-----------|--|-------|--|-------|--|-------|--|
| LL | | 17,32 | | 16,39 | | 15,97 | |
| LP | | - | | - | | - | |
| IP | | - | | - | | - | |

Granulometría

| | | | | | | | | | | |
|----------|----------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|
| G | G | | 30,62 | 14,70 | | 21,15 | 5,84 | | 57,70 | 22,23 |
| | F | | | 15,03 | | | 15,32 | | | 30,47 |
| A | G | | | 7,95 | | | 6,42 | | | 9,69 |
| | M | | 39,06 | 14,74 | | 41,61 | 16,47 | | 29,59 | 13,34 |
| | F | | | 16,37 | | | 18,70 | | | 6,56 |
| F | | | 30,32 | | | 37,24 | | | 17,71 | |


Victor Rodolfo Palma Jarama
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingeniero N° 64602

ROMA
INGENIERÍA - ANDINA
ROSALSA MARTÍ INGENIERÍA ANDINA S.A.C.


Ing. Obed Ysai Rosales Salazar
Gerente General

Av. Guzmán Blanco N° 240 Oficina 1101-C - Lima 01
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (00-51-1) 332-8421

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA.
SOLICITADO : ING. ALEXANDER BARRON MILLA
UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA
CALICATA : C-1
MUESTRA: GRUPO - 9
Km. 59 + 480
FECHA : SEPTIEMBRE - 2008
TECNICO : J.D.M./Y.P.I.
PROFUNDIDAD :

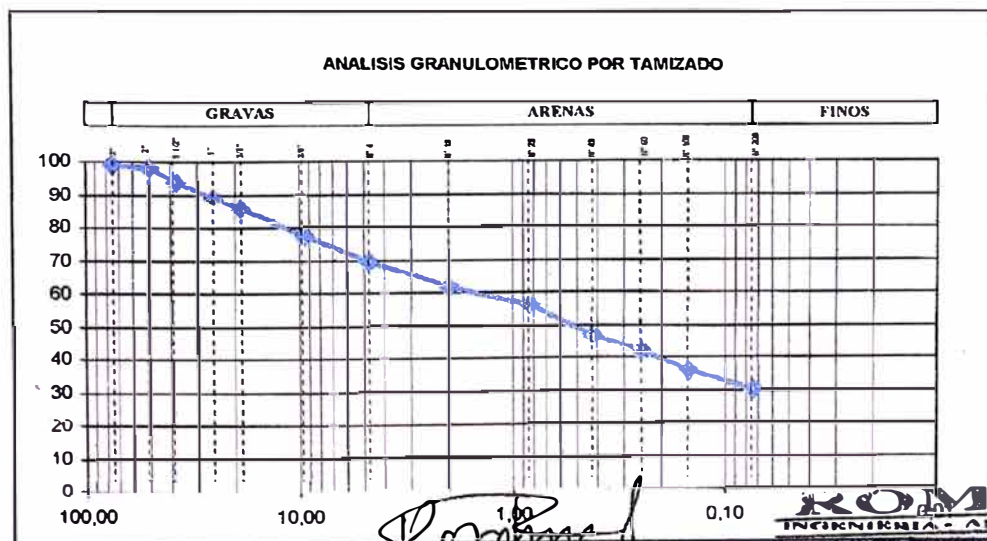
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%): 1.51
FINOS TOTALES: 29430,00
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr): 42421,00
FINOS TOMADOS: 267,76
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr): 29652,54
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr): 12768,46

| TAMICES ASTM | DESCRIPCION ABERTURA (m.m.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO | |
|--------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|---------|
| | | | | RETENIDO (%) | PASA(%) |
| 3" | 76,200 | 492,00 | 1,16 | 1,16 | 98,84 |
| 2" | 50,800 | 422,00 | 0,99 | 2,15 | 97,85 |
| 1 1/2" | 38,100 | 1829,00 | 4,31 | 6,47 | 93,53 |
| 1" | 25,400 | 1986,00 | 4,68 | 11,15 | 88,85 |
| 3/4" | 19,050 | 1506,00 | 3,55 | 14,70 | 85,30 |
| 3/8" | 9,525 | 3435,00 | 0,10 | 22,80 | 77,20 |
| N° 4 | 4,760 | 3321,00 | 7,83 | 30,62 | 69,38 |
| N° 10 | 2,000 | 3373,20 | 7,95 | 38,58 | 61,42 |
| N° 20 | 0,840 | 2407,07 | 5,67 | 44,25 | 55,75 |
| N° 40 | 0,426 | 3846,92 | 9,07 | 53,32 | 46,69 |
| N° 60 | 0,250 | 2094,92 | 4,94 | 58,26 | 41,74 |
| N° 100 | 0,149 | 2604,91 | 6,14 | 64,40 | 35,60 |
| N° 200 | 0,074 | 2244,40 | 5,29 | 69,69 | 30,31 |
| Fondo | - | 90,13 | 0,21 | 69,90 | 30,10 |

| | |
|-----|-------|
| D60 | 1,709 |
| D30 | - |
| D10 | - |
| Cu | - |
| Cc | - |

| | |
|--------|-------|
| Gravas | 30,62 |
| Arenas | 39,06 |
| Finos | 30,31 |

| | |
|--------|-------|
| Gruesa | 14,70 |
| Fina | 15,93 |
| Gruesa | 7,95 |
| Media | 14,74 |
| Fina | 16,37 |



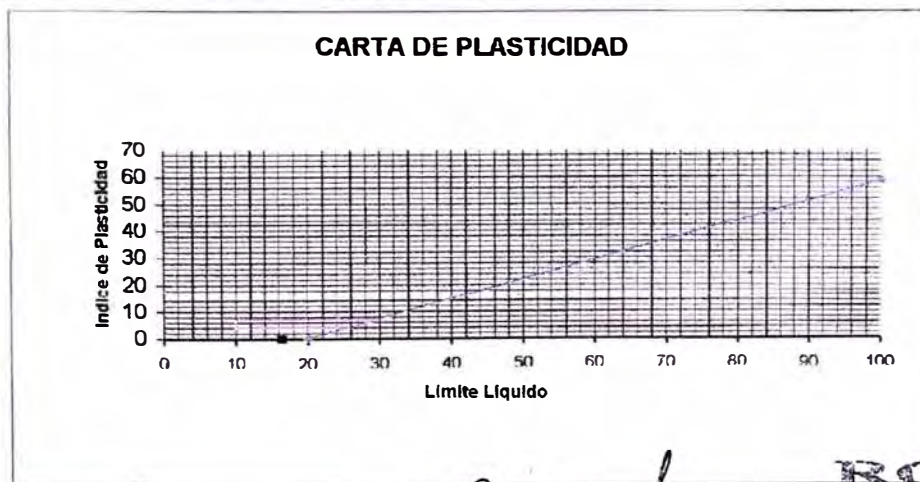
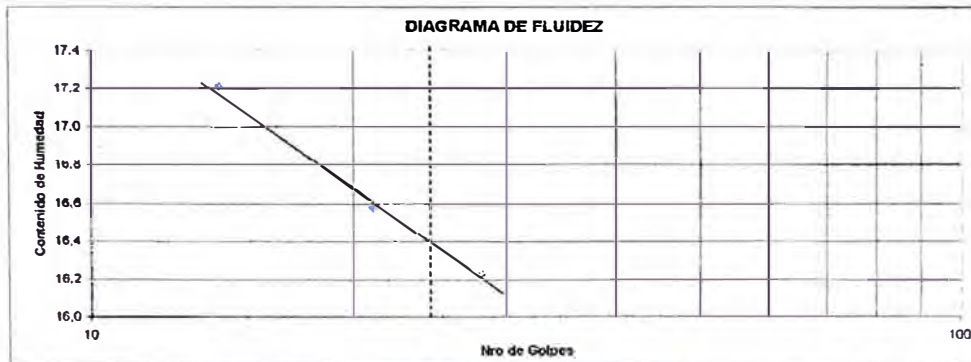
Av. Guzmán Blanco 2400 - Lima 01
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (051) 1 425 1110
Ing. Ober Ysaí Rosales Salazar
Gerente General

**LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D-4318**

| | | | |
|---|----------------------------|----------------------------------|--|
| SOLICITANTE : ING. ALEXANDER BARLÓN MILLA | | FECHA : SEPTIEMBRE - 2009 | |
| PROYECTO : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - LIMA | | OPERADOR : J.O.M./Y.P.I | |
| UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA | | | |
| CALICATA : C - 2 | MUESTRA : 159 + 653 | PROF. : | |

| | LIMITE | | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------------------|------------|---|----------------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| ENSAYO No | | | 1 | 2 | 3 |
| CAPSULA N. | | | 36 | 91 | 53 |
| NUMERO DE GOLPES | | | 14 | 21 | 28 |
| 1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO | | | 26,724 | 25,597 | 25,997 |
| 2 PESO CAPSULA + SUELO SECO | | | 25,278 | 24,261 | 24,687 |
| 3 PESO CAPSULA | | | 16,874 | 16,200 | 16,613 |
| 4 PESO AGUA (1-2) | | | 1,45 | 1,34 | 1,31 |
| 5 PESO SUELO SECO (2-3) | | | 8,40 | 8,06 | 8,07 |
| 6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) | | | 17,21 | 16,57 | 16,22 |
| | L.P. = N.T | | L.L. = 16,39 | | |

I.P. = N.P



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO:

Victor Rosalto Palma Jamanca
Victor Rosalto Palma Jamanca
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 64407

ROMA
INGENIERÍA - ANDINA
ROSALTO Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.

Ing. Obed Ysal Rosales Salazar
Gerente General

Av. Guzmán Blanco N° 240 Oficina 1101-C - Lima 01
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (00-51-1) 332-8421

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA
SOLICITADO : ING. ALEXANDER BAI LONMILLA **FECHA** : SETIEMBRE - 2008
UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA **TECNICO** : J.D.M./Y.P.I.
CALICATA : _____ **MUESTRA:** AFIRMADO **PROFUNDIDAD** : _____

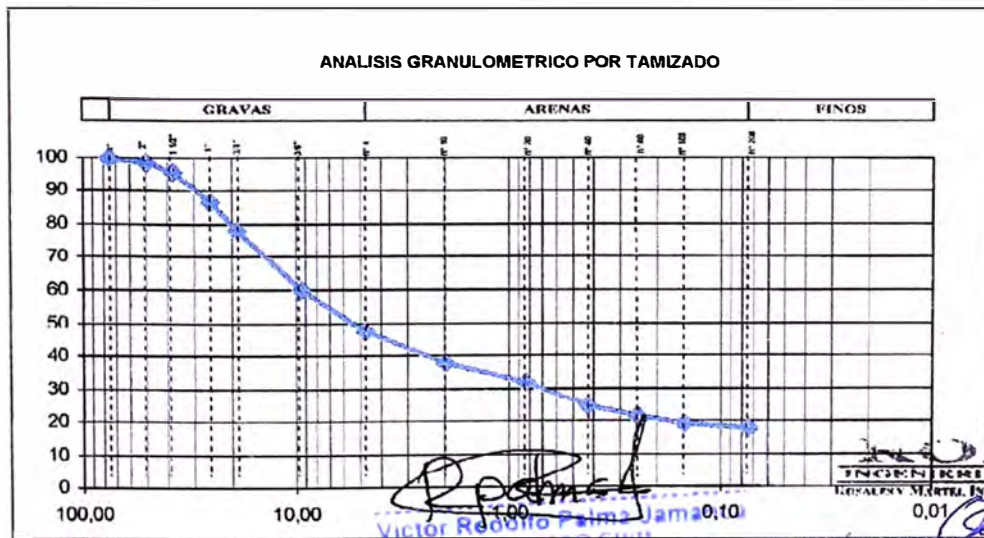
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%): 1,27
FINOS TOTALES: 30734,00
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr): 64976,00
FINOS TOMADOS: 254,61
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr): 53477,16
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr): 11490,64

| TAMICES ASTM | DESCRIPCION ABERTURA (m.m.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO | |
|--------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|---------|
| | | | | RETENIDO (%) | PASA(%) |
| 3" | 76,200 | 254,00 | 0,39 | 0,39 | 99,61 |
| 2" | 50,800 | 810,00 | 1,25 | 1,64 | 98,36 |
| 1 1/2" | 38,100 | 1880,00 | 2,89 | 4,53 | 95,47 |
| 1" | 25,400 | 6058,00 | 9,32 | 13,85 | 86,15 |
| 3/4" | 19,050 | 5442,00 | 8,38 | 22,23 | 77,77 |
| 3/8" | 9,525 | 11859,00 | 17,94 | 40,17 | 59,83 |
| N° 4 | 4,760 | 8139,00 | 12,53 | 52,70 | 47,30 |
| N° 10 | 2,000 | 6298,65 | 9,69 | 62,39 | 37,61 |
| N° 20 | 0,840 | 3803,58 | 5,85 | 68,25 | 31,75 |
| N° 40 | 0,426 | 4865,82 | 7,49 | 75,74 | 24,26 |
| N° 60 | 0,250 | 1916,88 | 2,95 | 78,69 | 21,31 |
| N° 100 | 0,149 | 1553,54 | 2,39 | 81,08 | 18,92 |
| N° 200 | 0,074 | 790,65 | 1,22 | 82,29 | 17,71 |
| Fondo | - | 6,04 | 0,01 | 82,30 | 17,70 |

| | |
|-----|-------|
| D60 | 9,617 |
| D30 | 0,743 |
| D10 | - |
| Cu | - |
| Cc | - |

| | |
|--------|-------|
| Gravas | 52,70 |
| Arenas | 29,59 |
| Finos | 17,71 |

| | |
|--------|-------|
| Gruesa | 22,23 |
| Fina | 30,47 |
| Gruesa | 9,69 |
| Media | 13,34 |
| Fina | 6,56 |



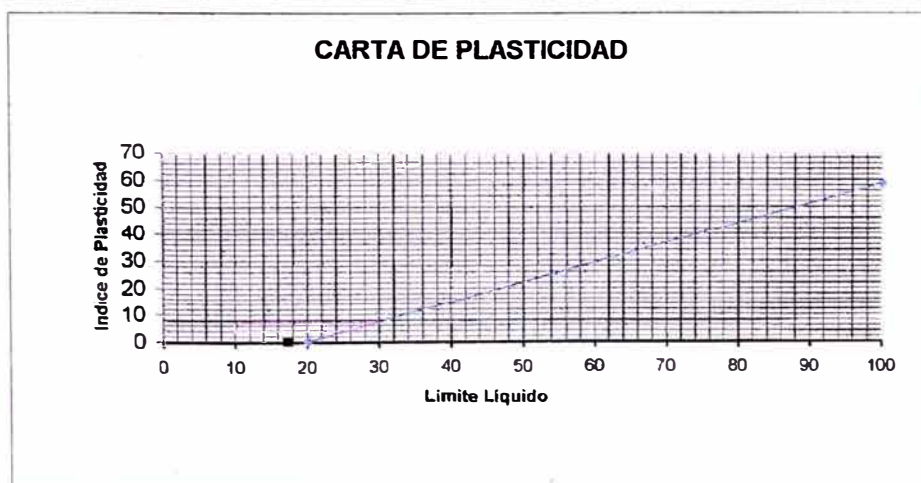
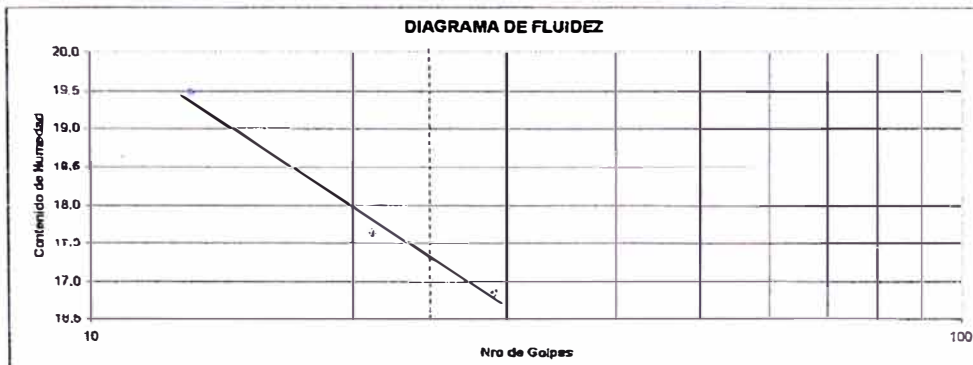
Av. Guzmán Blanco N° 240 Oficina 1101-C - Lima 01
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (00-51-1) 332-8421
Ing. Obed Ysai Rosales Salazar
Gerente General

**LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D-4318**

| | | | |
|--------------------|--|-----------------|--------------------|
| SOLICITANTE | : ING. ALEXANDER BAILON MILLA | FECHA | : SETIEMBRE - 2008 |
| PROYECTO | : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA | OPERADOR | : J.D.M./Y.P.I |
| UBICACIÓN | : CAÑETE - LIMA | | |
| CALICATA | : C-1 | MUESTRA | : Km. 59 + 480 |
| | | PROF. | : |

| ENSAYO No | CAPSULA N | LIMITE PLASTICO | | LIMITE LIQUIDO | | |
|-----------|-------------------------------|-----------------|------------|----------------|---------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| | | | | 77 | 63 | 4 |
| | | | | 13 | 21 | 29 |
| 1 | PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO | | | 26,227 | 25,685 | 25,158 |
| 2 | PESO CAPSULA + SUELO SECO | | | 24,721 | 24,454 | 23,893 |
| 3 | PESO CAPSULA | | | 16,990 | 17,478 | 16,387 |
| 4 | PESO AGUA (1-2) | | | 1,51 | 1,23 | 1,27 |
| 5 | PESO SUELO SECO (2-3) | | | 7,73 | 6,98 | 7,51 |
| 6 | CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) | | | 19,48 | 17,65 | 16,85 |
| | | LP. = | N.T | | L.L. = | 17,32 |

I.P. = N.P



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO:

[Signature]
Victor Rosendo Palma Jarama
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Inge...

ROMA
INGENIERIA - ANDINA
ROSALBA Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.

Ing. Obed Ysai Rosales Salazar
Gerente General

Av. Guzmán Blanco N° 240 Oficina 1101-C-Lima 01
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (00-51-1) 332-8421

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA
SOLICITADO : ING. ALEXANDER DAILON MILLA
FECHA : SETIEMBRE - 2008
UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA
TECNICO : J.D.M./Y.P.I.
CALICATA : C - 2
MUESTRA: GRUPO - 9
PROFUNDIDAD :
 159 + 653

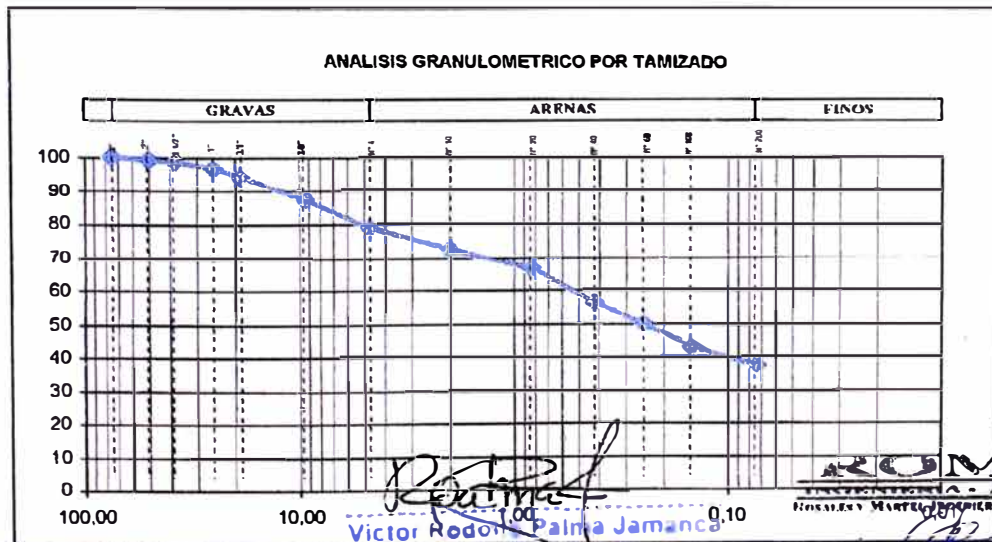
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%): 1.63
 PESO DE LA MUESTRA SECA (gr): 40117.00
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr): 25212.90
 PESOS DE FINOS LAVADOS (gr): 14904.10
 FINOS TOTALES: 31632.00
 FINOS TOMADOS: 215.76

| TAMICES ASTM | DESCRIPCION ABERTURA (m.m.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO | |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------|
| | | | | RETENIDO (%) | PASA(%) |
| 3" | 76,200 | | | | 100,00 |
| 2" | 50,800 | 259,00 | 0,65 | 0,65 | 99,35 |
| 1 1/2" | 38,100 | 210,00 | 0,52 | 1,17 | 98,83 |
| 1" | 25,400 | 863,00 | 2,15 | 3,32 | 96,68 |
| 3/4" | 19,050 | 1009,00 | 2,52 | 5,84 | 94,16 |
| 3/8" | 9,525 | 2808,00 | 7,00 | 12,83 | 87,17 |
| N° 4 | 4,760 | 3336,00 | 8,32 | 21,15 | 78,85 |
| N° 10 | 2,000 | 2577,36 | 6,42 | 27,58 | 72,42 |
| N° 20 | 0,840 | 2391,17 | 5,96 | 33,54 | 66,46 |
| N° 40 | 0,426 | 4216,43 | 10,51 | 44,05 | 55,95 |
| N° 60 | 0,250 | 2477,66 | 6,18 | 50,22 | 49,78 |
| N° 100 | 0,149 | 2949,74 | 7,35 | 57,57 | 42,43 |
| N° 200 | 0,074 | 2078,89 | 5,18 | 62,76 | 37,24 |
| Fondo | - | 36,65 | 0,09 | 62,85 | 37,15 |

| | |
|-----|-------|
| D60 | 0,585 |
| D30 | - |
| D10 | - |
| Cu | - |
| Cc | - |

| | |
|--------|-------|
| Gravas | 21,15 |
| Arenas | 41,61 |
| Finos | 37,24 |

| | |
|--------|-------|
| Gruesa | 5,84 |
| Fina | 15,32 |
| Gruesa | 6,42 |
| Media | 16,47 |
| Fina | 18,71 |



Av. Guzmán Blanco N° 248 Oficina 1107-C - Lima 9
 E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (00-51-1) 332-8421
 Ing. Obed Ysaí Rosales Salazar
 Gerente General

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS
ASTM D - 2937

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA
 SOLICITADO : ING: ALEXANDER BAILON MILLA.
 UBICACION : CAÑETE - LIMA
 FECHA: : SETIEMBRE - 2008

| CALICATA | C - 1 | | C - 2 | | AFIRMADO | |
|--|--------------|--------|-----------|--------|----------|--------|
| | Km. 59 + 480 | | 159 + 653 | | | |
| MUESTRA N° | | | | | | |
| NRO DEL FRASCO | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 1. Peso del frasco + peso suelo seco (gr) | 173,94 | 173,12 | 172,81 | 172,40 | 182,49 | 180,03 |
| 2. Peso del frasco volumétrico | 106,90 | 106,90 | 106,90 | 106,90 | 106,90 | 106,90 |
| 3. Peso del suelo seco (1-2) (gr) | 67,04 | 66,22 | 65,91 | 65,50 | 75,59 | 73,13 |
| 4. Peso del frasco + peso suelo + peso agua (gr) | 397,67 | 397,03 | 397,50 | 397,16 | 404,56 | 402,86 |
| 5. Peso del frasco + peso del agua enrasada (gr) | 356,15 | 356,15 | 356,15 | 356,15 | 356,15 | 356,15 |
| 6. Volumen del suelo (3+5-4) (cm3) | 25,52 | 25,34 | 24,56 | 24,49 | 27,18 | 26,42 |
| 7. Gs (3)/(6) gr/cc | 2,63 | 2,61 | 2,68 | 2,67 | 2,78 | 2,73 |
| 8. Gs Promedio gr/cc | 2,62 | | 2,68 | | 2,77 | |

Victor Rogelio Palma Jamanca
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 44802

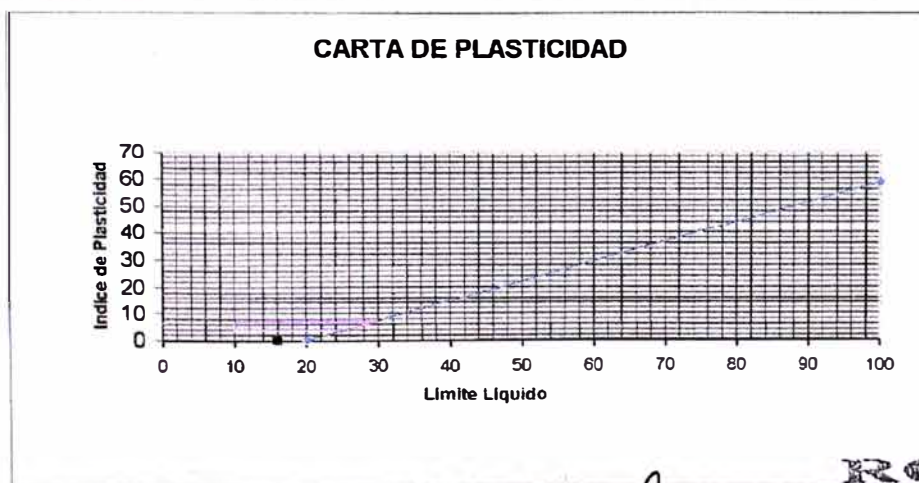
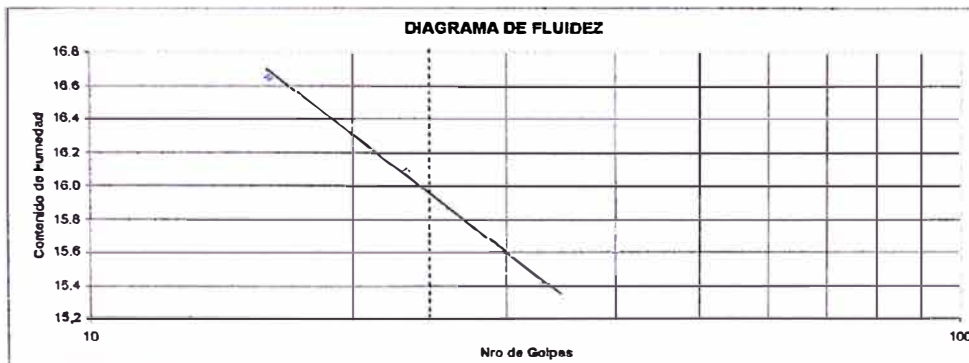
Ysai Rosales Salazar
Gerente General

**LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D-4318**

| | | | |
|--------------------|---|-----------------|--------------------|
| SOLICITANTE | : ING: ALEXANDER BAILON MILLA | FECHA | : SETIEMBRE - 2008 |
| PROYECTO | : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - LIMA | OPERADOR | : J.D.M./Y.P.I |
| UBICACIÓN | : CAÑETE - LIMA | MUESTRA | : AFIRMADO |
| CALICATA | : | PROF. | : |

| | LIMITE PLASTICO | | LIMITE LIQUIDO | | |
|---------------------------------|-----------------|---|----------------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| ENSAYO No | | | 1 | 2 | 3 |
| CAPSULA N. | | | 9 | 51 | 16 |
| NUMERO DE GOLPES | | | 16 | 23 | 33 |
| 1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO | | | 25.064 | 24.962 | 24.756 |
| 2 PESO CAPSULA + SUELO SECO | | | 23.731 | 23.801 | 23.596 |
| 3 PESO CAPSULA | | | 15.725 | 16.582 | 16.070 |
| 4 PESO AGUA (1-2) | | | 1.33 | 1.16 | 1.16 |
| 5 PESO SUELO SECO (2-3) | | | 8.01 | 7.22 | 7.53 |
| 6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100) | | | 16,65 | 16,08 | 15,41 |
| | L.P. = N.T | | LL = 46,07 | | |

I.P. = N.P



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO:

R. Palma
Victor Rodolfo Palma Lamanca
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros No. 45402

ROMA
INGENIERIA - ANDINA
HIMALEY MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.

[Signature]
Ing. Obed Ysaí Rosales Salazar
Gerente General

Av. Guzmán Blanco N° 240 Oficina 1101-C - Lima 01
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (00-51-1) 332-8421

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D 2216**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA
SOLICITANTE : ING. ALEXANDER BAILON MILLA.
UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA **FECHA:** SEPTIEMBRE - 2008
HECHO POR : J.D.M. / Y.P.I

MUESTRAS

| CALICATA | | C - 1 | | C - 2 | | C - 3 |
|-----------------------------------|---------------|---------|--|---------|--|----------|
| MUESTRA N° | | 59+480 | | 159+653 | | AFIRMADO |
| PROFUNDIDAD (m) | | | | | | |
| FRASCO No | | 57 | | 34 | | 21 |
| 1. Peso recipiente + suelo húmedo | grs | 140,160 | | 132,030 | | 179,130 |
| 2. Peso recipiente + suelo seco | grs | 133,540 | | 123,790 | | 176,060 |
| 3. Peso de agua | (1) - (2) grs | 6,620 | | 8,240 | | 3,070 |
| 4. Peso de recipiente | grs | 16,646 | | 16,615 | | 16,718 |
| 5. Peso de suelo seco | (2) - (4) grs | 116,89 | | 107,18 | | 159,34 |
| 6. Contenido de humedad | (3)/(5)*100 % | 5,66 | | 7,69 | | 1,93 |

MUESTRAS

| CALICATA | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|--|--|--|--|--|
| MUESTRA N° | | | | | | |
| PROFUNDIDAD (m) | | | | | | |
| FRASCO No | | | | | | |
| 1. Peso recipiente + suelo húmedo | grs | | | | | |
| 2. Peso recipiente + suelo seco | grs | | | | | |
| 3. Peso de agua | (1) - (2) grs | | | | | |
| 4. Peso de recipiente | grs | | | | | |
| 5. Peso de suelo seco | (2) - (4) grs | | | | | |
| 6. Contenido de humedad | (3)/(5)*100 % | | | | | |

R. Palma

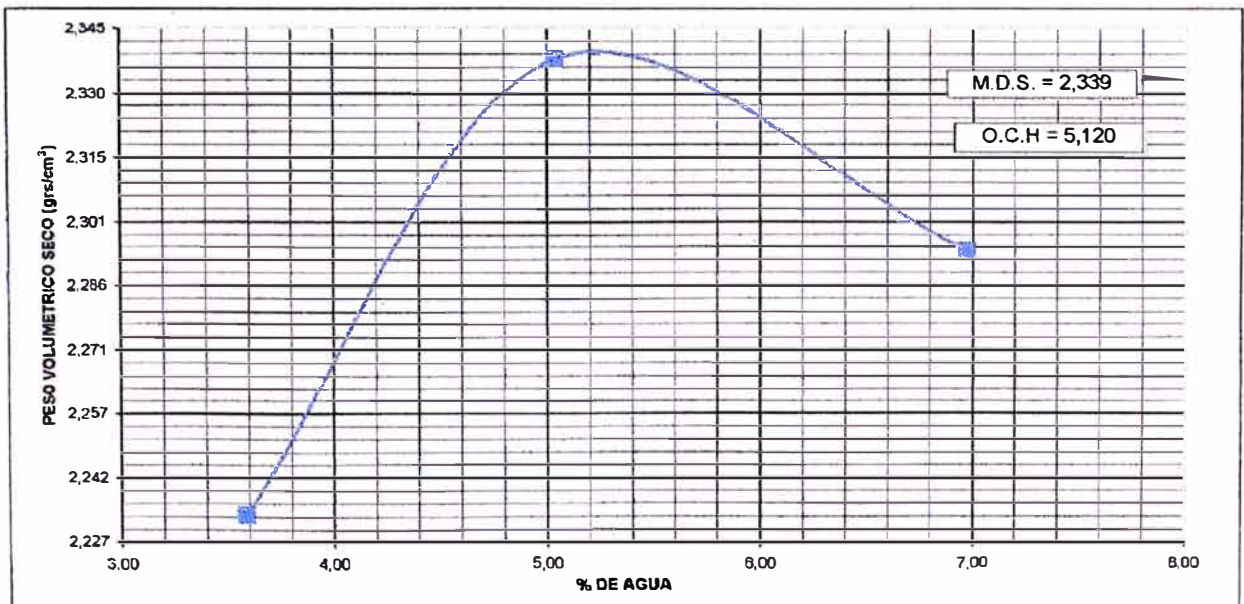
ROMA
INGENIERÍA - ANDINA
ROSALÉN Y MARTÍN ROSALES SALAZAR

Victor Rosales Palma Jarama
Av. Guzmán Blanco N° 240 Oficina 1101-C - Lima 01
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Telefono: (00-51) 01-4261111
Ing. Obelvo Rosales Salazar
Gerente General

**ENSAYO DE COMPACTACION
PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA **CANTERA :** _____
SOLICITADO : ING: ALEXANDER BAILON MILLA **CALICATA :** _____
UBICACION : CAÑETE - LIMA **MUESTRA :** AFIRMADO
FECHA : SETIEMBRE - 2008 **OPERADOR:** J.D.M. / Y.P.I

| MOLDE N° : | 6" | | | | | |
|------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| METODO DE COMPACTACION | C | | | | | |
| | VOLUMEN | | | | | |
| | 2115,8 cc | | | | | |
| Peso suelo + Molde | 8460 | | | | | |
| Peso Molde | 3565 | | | | | |
| Peso suelo húmedo compactado | 4895 | | | | | |
| Peso volumétrico húmedo | 2,314 | | | | | |
| Recipiente N° | 59 | 101 | 62 | 100 | 103 | 54 |
| Peso suelo húmedo + Tara | 152,91 | 158,37 | 142,83 | 148,62 | 137,54 | 130,78 |
| Peso suelo seco + Tara | 148,25 | 153,15 | 136,75 | 142,33 | 129,31 | 123,46 |
| Tara | 12,44 | 13,44 | 16,71 | 16,73 | 13,59 | 16,22 |
| Peso de agua | 4,66 | 5,22 | 6,08 | 6,29 | 8,23 | 7,32 |
| Peso de suelo seco | 135,81 | 139,71 | 120,04 | 125,60 | 115,73 | 107,24 |
| Contenido de agua | 3,43 | 3,74 | 5,06 | 5,01 | 7,11 | 6,83 |
| Humedad promedio | 3,58 | | 5,04 | | 6,97 | |
| Peso volumétrico seco | 2,234 | | 2,338 | | 2,294 | |



OBSERVACIONES

Av. Guzmán Blanco N° 240 Oficina 1101-C - Lima 01
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (00-51-1) 332-8421

ENSAYO DE COMPACTACION Y VALOR RELATIVO DE C.B.R.

COMPACTACION - C.B.R.

| Número de Copias : 3 | | | |
|------------------------------|---------|---------|---------|
| ASTM D - 1585 | | | |
| Verificar según (cc) | 2050.00 | 2010.86 | 2044.80 |
| N° Golpes | 10 | 25 | 56 |
| Módulo | 5 | 6 | 7 |
| Peso Suelo Hum. + Molde (gr) | 6760 | 8080 | 10074 |
| Peso Molde (gr) | 5020 | 8080 | 8080 |
| Peso Suelo Humedo (gr) | 1740 | 4810 | 3224 |
| N° Espalmas | 18 | 15 | 18 |
| P. suelo hum + respo (gr) | 128.80 | 129.84 | 125.22 |
| P. suelo seco + respo (gr) | 123.04 | 124.02 | 120.24 |
| Peso de agua (gr) | 5.76 | 5.82 | 4.98 |
| Humedad (%) | 4.67 | 4.77 | 4.11 |
| Humedad promedio (%) | 4.68 | 4.77 | 4.11 |
| Dens. Humedad (g/cc) | 2.332 | 2.392 | 2.457 |
| Dens. Seca (g/cc) | 2.228 | 2.276 | 2.337 |

| CAP. DEL ANILLO | | FAC. DEL ANILLO | | | | | |
|-----------------|------------|-----------------|------------|---------|------------|---------|--|
| N° Golpes | | 10 | 25 | 56 | | | |
| N° MOLDE | | 5 | 8 | 7 | | | |
| PENET | LECT. DIAL | CARGA 1 | LECT. DIAL | CARGA 2 | LECT. DIAL | CARGA 3 | |
| 0.050 | 11 | 28 | 79 | 26 | 18 | 29 | |
| 0.080 | 80 | 184 | 73 | 180 | 80 | 231 | |
| 0.078 | 110 | 282 | 110 | 334 | 180 | 411 | |
| 0.100 | 180 | 411 | 180 | 458 | 220 | 550 | |
| 0.180 | 290 | 642 | 310 | 770 | 350 | 898 | |
| 0.250 | 390 | 770 | 380 | 1001 | 465 | 1245 | |
| 0.250 | 390 | 824 | 450 | 1165 | 530 | 1614 | |
| 0.300 | 410 | 1062 | 600 | 1283 | 680 | 1894 | |
| 0.400 | 480 | 1232 | 810 | 1699 | 780 | 2002 | |
| 0.600 | 660 | 1412 | 700 | 1797 | 820 | 2361 | |

ABSORCION

| | |
|-------------------------------------|--|
| Peso Suelo Humedo + Molde (gr) | |
| Peso Molde (gr) | |
| Peso Suelo Hum. Envejecido (gr) | |
| Peso Suelo Hum. Sin Envejecido (gr) | |
| Agua Absorbida (cc) | |
| Peso de suelo seco (gr) | |
| Absorción (%) | |

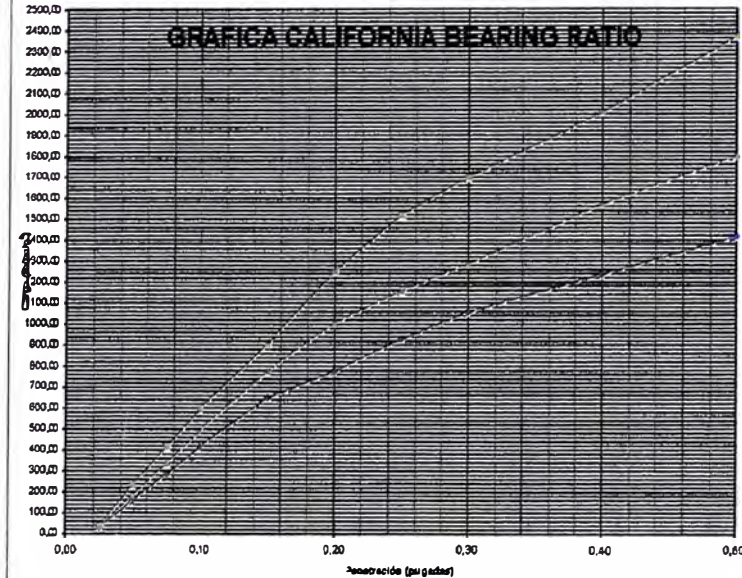
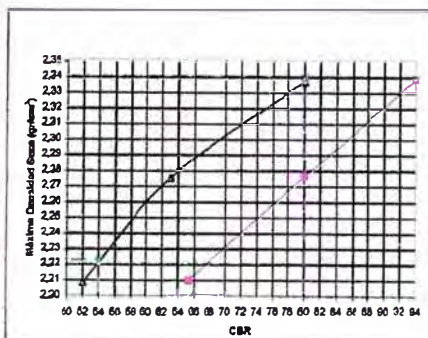
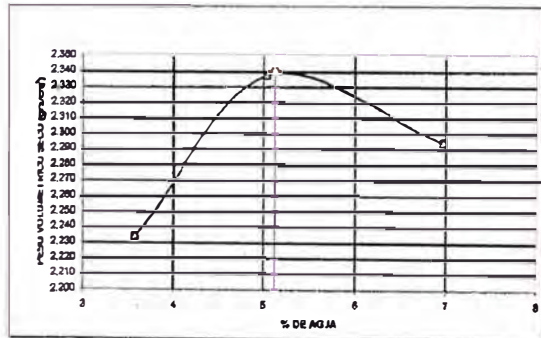
| FECHA | HORA | L.D. | L.O. | L.D. |
|-----------|------|------|------|------|
| % DE EXP. | | | | |

RESULTADOS

| | |
|---------------------------|-----------|
| MAX DENS BECA (g/cc) | 2.338 |
| OPT. CONT. DE HUM. (%) | 5.12 |
| CBR al 100% de la MDS (%) | 80.0 |
| CBR al 95% de la MDS (%) | 84.0 |
| GRASAS (%) | 82.70 |
| ARENAS (%) | 29.69 |
| FINOS (%) | 7.71 |
| CLASIF. SUCS | GM |
| CLASIF. AASTHO | A-1-B (0) |

Proyecto : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CARRETE - CHIPACA
 Solicitado : ING. ALEXANDER BAILON MILLA
 Ubicación : CARRETE - LBA
 Cantón : 0
 Calicte : 0
 Nombre : J.D. M.Y.P.
 Fecha : SETIEMBRE - 2008

| | | | |
|--------|-------|--------|-------|
| Grupos | 52.7C | Grupos | 22.23 |
| Armas | 29.56 | Armas | 8.59 |
| Procs | 17.71 | Procs | 13.34 |
| | | | 6.56 |



Victor Rodolfo Palma
 Victor Rodolfo Palma Jamasca
 Ing. del Colegio de Ingenieros N° 12489

ROMA
 INGENIERIA - ANDINA
 ROSALEY MARTEL INGENIERIA Y CONSULTORIA S.A.
Ing. Obed Ysai Rosales Salazar
 Gerente General

**ENSAYO DE COMPACTACION
PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA

CANTERA :

SOLICITADO : ING. ALEXANDER BAILON MILLA.

CALICATA : C - 2

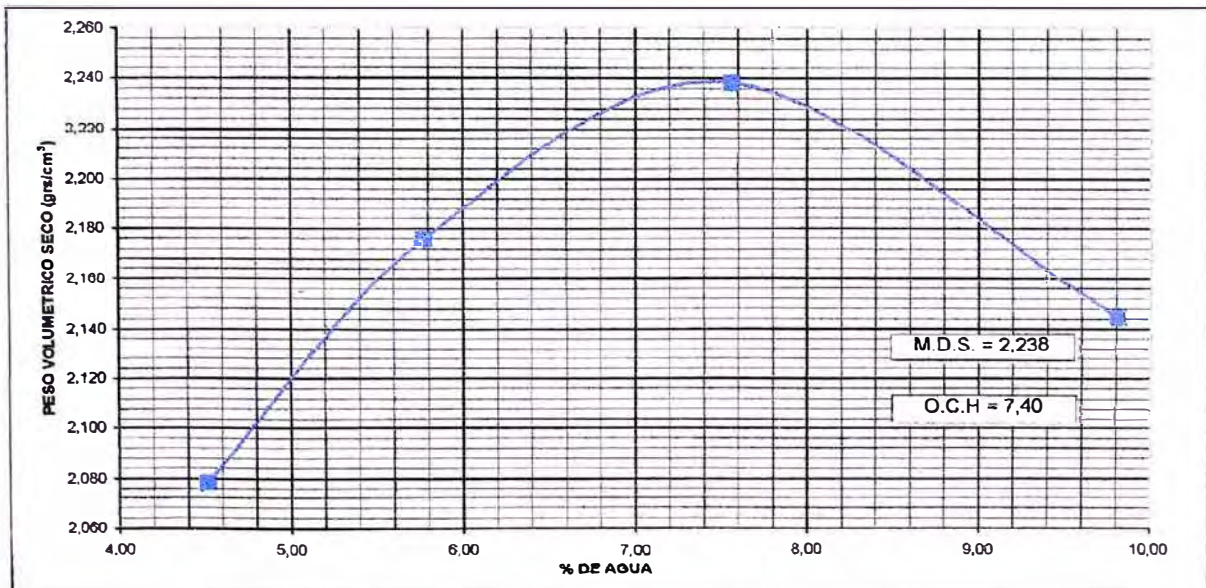
UBICACION : CAÑETE - LIMA

MUESTRA : G - 9

FECHA : SETIEMBRE 2008

OPERADOR: J. D. M.Y.P.I

| MOLDE N° : | 6" | | VOLUMEN | | 2115,8 cc | |
|------------------------------|--------|--------|---------|--------|-----------|--------|
| METODO DE COMPACTACION | C | | VOLUMEN | | 2115,8 cc | |
| Peso suelo + Molde | 8160 | 8434 | 8658 | 8547 | | |
| Peso Molde | 3565 | 3565 | 3565 | 3565 | | |
| Peso suelo húmedo compactado | 4595 | 4869 | 5093 | 4982 | | |
| Peso volumétrico húmedo | 2,172 | 2,301 | 2,407 | 2,355 | | |
| Recipiente N° | 18 | 17 | 7 | 79 | 92 | 43 |
| Peso suelo húmedo + Tara | 136,75 | 141,36 | 141,52 | 143,91 | 141,99 | 132,52 |
| Peso suelo seco + Tara | 131,60 | 135,90 | 134,69 | 136,93 | 133,69 | 123,82 |
| Tara | 16,26 | 15,94 | 16,12 | 16,14 | 16,10 | 15,96 |
| Peso de agua | 5,15 | 5,46 | 6,83 | 6,98 | 8,30 | 8,70 |
| Peso de suelo seco | 115,35 | 119,96 | 118,57 | 120,79 | 117,59 | 107,86 |
| Contenido de agua | 4,46 | 4,55 | 5,76 | 5,78 | 7,06 | 8,07 |
| Humedad promedio | 4,51 | 5,77 | 7,56 | 9,81 | | |
| Peso volumétrico seco | 2,078 | 2,176 | 2,238 | 2,144 | | |



OBSERVACIONES

[Signature]
Victor Rodolfo Paimo Jarama
Av. Guzmán Blanco N° 240 Oficina 1101-C - Lima
E-mail: romaingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (00-51-1) 332...
ROMA
INGENIERIA - ANDINA
Ing. Obed Ysai Rosales Salazar
Gerente General

ENSAJO DE COMPACTACION Y VALOR RELATIVO DE C.B.R.

COMPACTACION - C.B.R.

| Número de Capas : 8 | | | |
|-----------------------------|---------|---------|---------|
| ASTM D 1557 | | | |
| Volúmen molde (cc) | 1800,20 | 1800,80 | 1800,50 |
| Nº golpes | 10 | 25 | 56 |
| Módulo | 11 | 17 | 13 |
| Peso Suelo Humedado (gr) | 6360 | 6269 | 6470 |
| Peso Molde (gr) | 6280 | 6102 | 6150 |
| Peso Suelo Humedo (gr) | 4280 | 4381 | 4320 |
| Nº recipientes | 25 | 64 | 76 |
| Peso Hum + agua (gr) | 125,74 | 126,51 | 126,16 |
| Peso Suelo seco + agua (gr) | 117,88 | 118,25 | 113,05 |
| Peso de recipientes (gr) | 9,22 | 14,98 | 18,80 |
| Peso de agua (gr) | 7,86 | 7,38 | 7,10 |
| Peso suelo seco | 102,88 | 103,23 | 97,55 |
| Humedad (%) | 7,66 | 7,14 | 7,28 |
| Humedad promedio (%) | 7,40 | 7,28 | 7,20 |
| Dens. Humedado (gr/cc) | 2,367 | 2,323 | 2,390 |
| Dens. Seca (gr/cc) | 2,102 | 2,168 | 2,228 |

| CAP. DEL ARILO: | | FAC. DEL ARILO: | | | | |
|-----------------|------------|-----------------|------------|---------|------------|---------|
| Nº Golpes | 10 | 25 | 56 | | | |
| Nº MOLDE | 11 | 12 | 13 | | | |
| PENET. | LECT. DIAL | CARGA 1 | LECT. DIAL | CARGA 2 | LECT. DIAL | CARGA 3 |
| 0,075 | 8 | 18 | 8 | 15 | 7 | 16 |
| 0,075 | 22 | 68 | 35 | 90 | 45 | 116 |
| 0,075 | 38 | 98 | 50 | 154 | 80 | 218 |
| 0,100 | 55 | 141 | 86 | 221 | 140 | 350 |
| 0,150 | 85 | 221 | 138 | 354 | 210 | 520 |
| 0,200 | 126 | 321 | 190 | 481 | 300 | 744 |
| 0,250 | 196 | 488 | 240 | 611 | 370 | 950 |
| 0,300 | 180 | 492 | 285 | 731 | 425 | 1091 |
| 0,400 | 226 | 678 | 380 | 931 | 600 | 1283 |
| 0,600 | 280 | 744 | 445 | 1142 | 580 | 1488 |

ABSORCION

| | |
|---------------------------------|--|
| Peso Suelo Humedado Molde (gr) | |
| Peso Molde (gr) | |
| Peso Suelo Hum. Embudo (gr) | |
| Peso Suelo Hum. Sin Embudo (gr) | |
| Agua Absorbida (cc) | |
| Peso de suelo seco (gr) | |
| Absorción (%) | |

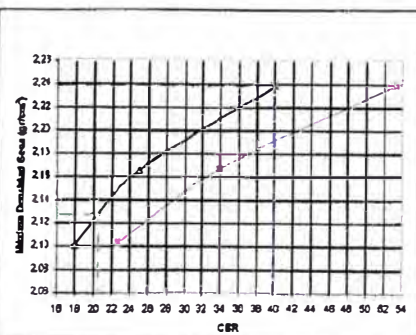
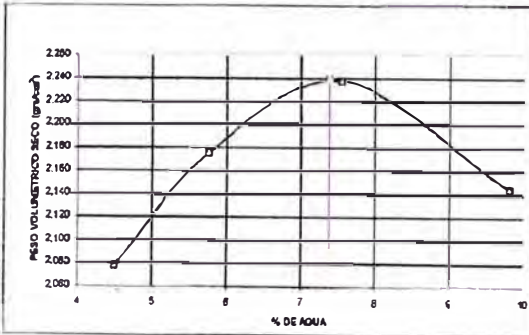
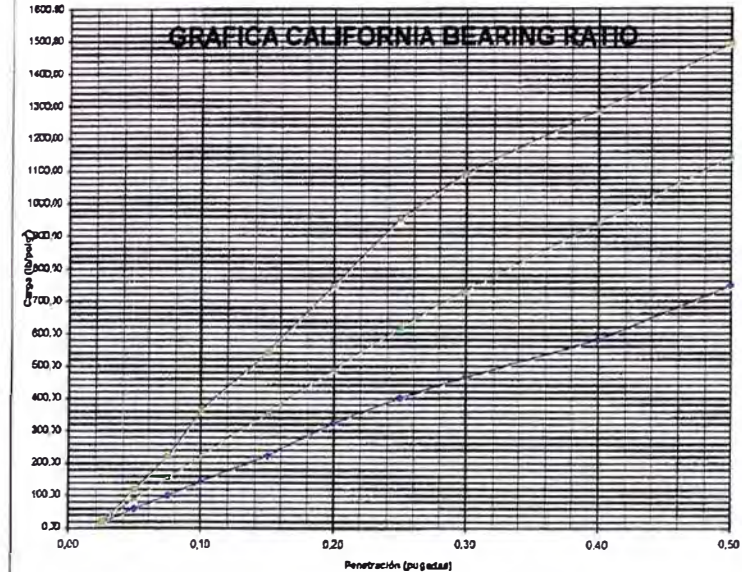
| FECHA | HORA | LD | LD | LD |
|-----------|------|----|----|----|
| % DE EXP. | | | | |

RESULTADOS

| | |
|----------------------------|---------|
| MAX. DENS. SECA (gr/cc) | 2,238 |
| OFT. CONT. DE HUM. (%) | 7,40 |
| CBR. al 100% de la MDE (%) | 40,0 |
| CBR. al 85% de la MDE (%) | 20,6 |
| GRAVAS (%) | 21,8 |
| ARENAS (%) | 41,81 |
| FINOS (%) | 37,24 |
| CLASIF. SUCB | SM |
| CLASIF. AASTHO | A-2 (0) |

Preparado : MEJORAMIENTO DE CARRETERA CAÑETE - CHUPACA
 Solicitado : ING. ALEXANDER BAILON MILLA
 Ubicación : CAÑETE - LIMA
 Cartera : 0
 Calicata : C-2 0-9
 Técnico : J.D.M.J.P.J.
 Fecha : SEPTIEMBRE-2008

| | | | |
|--------|-------|--------|-------|
| Gravil | 21,15 | Gruesa | 5,84 |
| Aerul | 41,61 | Fina | 16,32 |
| | | Gruesa | 8,42 |
| | | Meda | 16,47 |
| | | Fina | 18,71 |
| | | Fina | 37,24 |



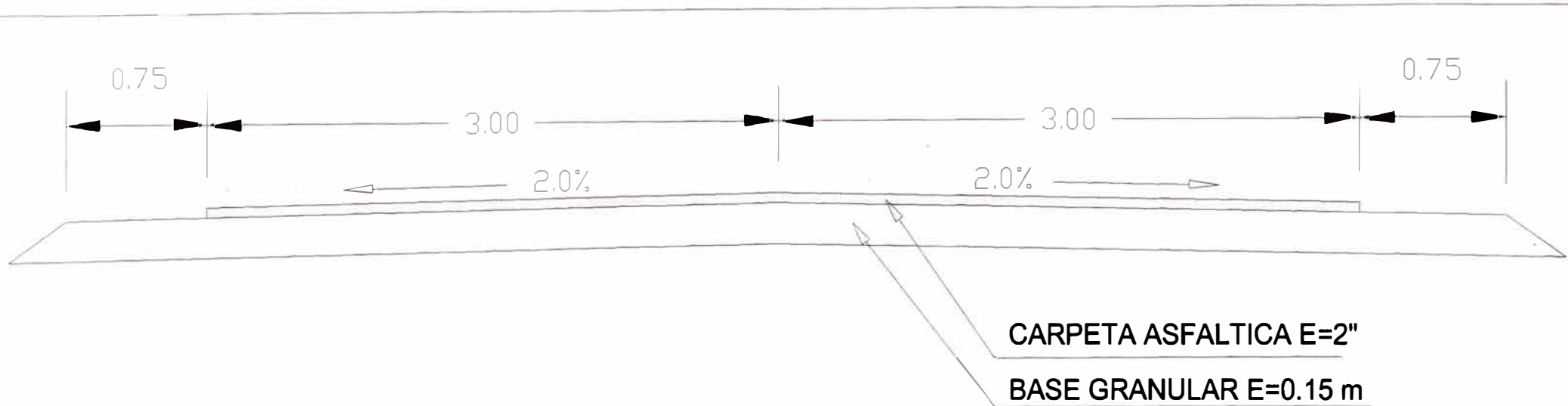
Victor Roldán Palma Jamanca
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N.º 5495

ROMA
 INGENIERIA - ANDINA
 RIMAC Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.

Ing. Obed Ysai Rosales Salazar
 Gerente General

ANEXOS Nº 3 PLANOS

PLANO 01



SECCION TIPICA DEL PAVIMENTO
S/E

| | | |
|--|-------------------------|------------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL | | |
| PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS <small>DEL KM. 59+400 AL 59+700</small> | | |
| PLANO: SECCION TIPICA DEL PAVIMENTO | | LAMINA: ST-02 |
| PROFESIONAL: BACH. ING. JUAN ORIHUELA BASTIDAS | | |
| ESCALA: S/E | DISEÑO: J.M.O.B. | |