

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



**PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA  
CARRETERA COCACHACRA-MATUCANA  
DEL Km. 70 + 859.15 AL 74 + 295.80**

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO CIVIL**

**LUIS FRANCISCO MANCO CESPEDES**

**Lima- Perú**

**2006**

## INDICE

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	2
<b>INTRODUCCION</b>	3
<b>CAPITULO I</b>	
Antecedentes	4
<b>CAPITULO II</b>	
<b>2.1 OBRAS PRELIMINARES</b>	34
2.1.1 Instalaciones Provisionales	34
2.1.2 Movilización y Desmovilización de Equipos	34
2.1.3 Trazo y Replanteo	35
2.1.4 Señalización y Mantenimiento Vial	36
<b>CAPITULO III</b>	
<b>3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	37
3.1.1 Roce y Limpieza	37
3.1.2 Excavación Manual no Clasificada en Taludes	37
3.1.3 Excavación no Clasificada para Explanaciones	41
3.1.4 Remoción de Derrumbes	47
3.1.5 Desquinche de Taludes	49
3.1.6 Remoción de Carpeta Asfáltica Existente	51
3.1.7 Relleno Compactado con Material de Préstamo	53
3.1.8 Perfilado y Compactación de Zonas de Corte	65
3.1.9 Preparación de la Subrasante	67
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>4.1 PAVIMENTOS</b>	71
4.1.1 Base Granular	71
4.1.2 Imprimación Asfáltica	81
4.1.3 Pavimento de Concreto Asfáltico	86
<b>CONCLUSIONES</b>	109
<b>RECOMENDACIONES</b>	110
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	111
<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia se ha desarrollado como consecuencia de una serie de clases teóricas y prácticas dictadas por los diferentes especialistas del Área de Transportes cumpliendo con un proceso elaborado por la Dirección de Escuela de la Facultad de Ingeniería Civil.

En el Capítulo I de este Informe de Suficiencia se desarrolla el Informe Ejecutivo en donde se explica en resumen todas las especialidades que participan para la elaboración del Expediente Técnico del Proyecto "MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA COCACHACRA –MATUCANA"; desde el Km. 70 + 859.15 al Km. 74 + 295.80.

El Capítulo II se refiere a la Logística en lo que incluye el análisis del traslado de personal, equipo, materiales, campamentos y otros que sean necesarios al lugar en que se ejecutará la obra, antes de iniciar y al finalizar los trabajos. Luego, en base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto se procede al replanteo general de la obra en el que, de ser necesario, se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. También se verá lo concerniente al mantenimiento del tránsito y señalización en las áreas en la que se realizarán las construcciones durante el periodo de ejecución de las obras.

El Capítulo III contiene las partidas referentes a Movimientos de Tierras tales como demoliciones, excavaciones, terraplenes y eliminación de material excedente.

El Capítulo IV se refiere a la etapa de construcción del pavimento, incluyendo una capa de mezcla asfáltica, a utilizar como carpeta de rodamiento, construida sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (EG 2000).

## INTRODUCCION

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar los Procedimientos Constructivos más importantes en la realización de la “Obra Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cocachacra – Matucana”, en el tramo Km. 70 + 859.15 al Km. 74 + 295.80.

Dada la importancia de la mencionada Carretera es necesario mostrar algunos de los Procedimientos Constructivos utilizados en la Rehabilitación de la vía con la intención de que quede un precedente de las experiencias de esta obra y los equipos utilizados en la misma.

En los Procedimientos Constructivos se han tomado como base las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción EG 2000.

Para comenzar los trabajos de Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera en primer lugar se ha tenido que evaluar in situ la vía, analizando los aspectos de trazo, de drenaje, medio ambiente, pavimento e inventario vial, a fin de cuantificar los defectos del camino y proponer las soluciones mas adecuadas a cada situación crítica existente y además analizando los costos que se realizara teniendo en cuenta el uso de los recursos de la zona.

Dada la frecuencia de lluvias y por ser una vía de alta transitabilidad de vehículos pesados, los caminos son susceptibles de sufrir daños por erosión en las zonas con pendientes y por inundación en las zona planas o bajas, por tal motivo se ha estudiado con especial interés el sistema de drenaje y la superficie de rodadura, para poder minimizar los daños por las causas descritas.

Debido a que se trata del estudio, Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera, en nuestro caso se ha modificado el trazo ejecutando variantes al tramo actual, lo que genera ejecutar Movimientos de Tierras, ampliaciones a la estructura del pavimento, Obras de Arte y Señalización.



## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

La Escuela Profesional de la Facultad de Ingeniería Civil organizo el curso de Titulación Profesional en la modalidad de Actualización de Conocimientos. Se implemento un curso Taller del Área de Transportes para la elaboración del Expediente Técnico cuyo título fue el siguiente: “MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA COCACHACRA – MATUCANA” desde el Km. 52 + 948.61 al 74 + 295.48 con una longitud total 21.35 Km.

La Carretera Cocachacra - Matucana es una vía importante de comunicación de la zona central del país y constituye el principal ingreso permanente de vehículos de pasajeros y carga entre Lima y los departamentos del centro del país.

Al evaluar la vía en mención se encontró que esta en buenas condiciones en la parte estructural en el tramo que corresponde a nuestro grupo del Km. 70 + 000 al Km. 74 + 295.48, pero con respecto al diseño geométrico consideramos que podría hacerse algunas variantes; al variar la velocidad directriz de 50 Km. /hora a 60 Km. /hora va a implicar utilizar curvas de transición.

### OBJETIVOS DEL PROYECTO

El proyecto de inversión para la rehabilitación de la Carretera Cocachacra-Matucana, tiene por objetivo restituir las condiciones de servicio de la carretera a través de la rehabilitación y mejoramiento de la superficie de rodamiento, estructuras de drenaje, obras de arte y de los dispositivos de señalización y seguridad vial.

Para este efecto, manteniendo en lo posible las características geométricas de la actual vía, el proyecto deberá comprender los siguientes trabajos:

- Diseñar un pavimento de acuerdo a las exigencias de las cargas del tráfico circulante y proyectado, para una vida útil especificada.

- Mejorar las condiciones geométricas de las curvas.
- Adicionar bermas donde la topografía lo permita.
- Ampliación, reparación y mejoramiento del sistema de drenaje y obras de arte.
- Mejoramiento de los dispositivos de señalización y seguridad vial.
- Tratamiento de las zonas críticas con problemas de estabilidad de taludes.

## **BENEFICIOS**

Como consecuencia de la Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera se espera obtener los beneficios siguientes:

### **Beneficios directos**

- Reducción de fletes debido a la utilización de vehículos de mayor tonelaje.
- Disminución de tiempos de recorrido de los vehículos.
- Menores costos de operación de los vehículos.
- Facilitar el turismo interno y receptivo.
- Integrar las diferentes zonas por donde cruza la ruta.

### **Beneficios indirectos**

- Mejorar la competitividad de productos de las zonas que hoy no pueden acceder a determinados mercados, debido a los elevados costos de transporte.
- Favorecer la productividad del área de influencia de la vía.

## **UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto general tiene 21.3 Km., forma parte de la Carretera Héroes de la Breña y se encuentra ubicado en el departamento de Lima, provincia de

Huarocharí, distrito de Matucana. La longitud a estudiar en nuestro caso es de 3.40 Km.

Los datos precisos de longitud son los siguientes:

Inicio: Km. 70+859.15 de la Carretera Central.  
Final: Km. 74+295.80  
Longitud: 3 Km. + 436.65 m.

Ver Anexo Planos (Plano N° 01)

## **DISEÑO GEOMETRICO**

### **ASPECTOS GENERALES**

Los principales aspectos del diseño geométrico se resumen en lo que sigue:

El eje del trazo actual de la Carretera Central de la cual es parte el Tramo Cocachacra - Matucana, es el resultado de rehabilitaciones hechas anteriormente, en las que se hizo rectificaciones y mejoras del eje, para mejorar el paso por zonas críticas que constituían riesgo en época lluviosa.

En el presente estudio al variar la velocidad directriz se ha realizado variantes en el trazo en 08 tramos, por la aplicación de curvas de transición.

Como información se ha trabajado con los siguientes documentos:

- Planos con el trazo de la vía actual.
- Fotografía Aérea de la zona
- Levantamiento topográfico por métodos fotogramétricos (Escala 1/15000)

Ver Anexo Planos (Plano N° 02, Fotografía Aérea)

## **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

En el siguiente cuadro se resume las características Geométricas del Tramo:

### CARACTERISTICAS TECNICAS

- Inicio	Km. 70+859.15
- Final	Km. 74+295.80
- Longitud real (campo)	Km. 3+436.65
- Categoría	Primera (Tipo 3)
- Velocidad Directriz	60 Km./hr. con restricción en zonas de desarrollo
- Ancho Rodamiento	7.20m
- Bermas	En general sin bermas salvo en sectores con viviendas y en lavaderos de carros.
- Radio	Mínimo 125m
- Bombeo	2 %
- Peralte	Máximo 8 %
- Longitud de transición de Peralte	Máximo 60 m. Mínimo 36 m.
- Sobreebancho	Máx. 1.00 m; Min. 0.30 m.
- Pendiente máxima	La pendiente máxima permisible para altitudes menores que 3,000 m es $P = 7 \%$
- Cuneta triangular revestida	1.00m. x 0.40m

### TRAZO Y DISEÑO VIAL

Los trabajos fueron ejecutados siguiendo el procedimiento general establecido en las Normas Peruanas para Diseño de Carreteras (Normas DG 2001) y las exigencias de los Términos de Referencia.

Según lo anteriormente expuesto el trazo definitivo de la carretera, se ha realizado algunas variantes, dado que ésta ha sido objeto de mejoramientos y rectificaciones hechas en zonas críticas para dotar a la vía una mayor Velocidad Directriz.

### SECCIONES TIPICAS

La actual vía tiene pavimento flexible con un ancho de rodamiento de 7.20 metros y consta de dos carriles de 3.60 metros cada uno, uno en cada sentido, conservándose esta dimensión en todo el tramo.

La carpeta asfáltica registra espesores variables predominando los valores de 15 y 20 cm., debido a los recapeos realizados en rehabilitaciones anteriores y la base varía de 20 a 30 cm. no cuenta con Bermas.

Las cunetas triangulares existentes tienen 1.00m. de ancho en la base del triángulo y 0.40m. de profundidad.

Las secciones típicas de la vía existente y de diseño son comunes en todo el tramo en corte cerrado y corte a media ladera.

Ver Anexo Planos (Plano N° 03)

## **ESTUDIO DE TRÁFICO**

Este estudio tiene por finalidad proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico y repeticiones de ejes equivalentes para la evaluación económica y el diseño del pavimento, para lo cual ha sido necesario realizar trabajos de campo y gabinete.

Los valores obtenidos en el estudio en lo referente a los parámetros para el diseño del pavimento, se resume en lo siguiente:

### **- Índice Medio Diario Anual.-**

El IMDA en este tramo es de 3,322, compuesto por 35% de vehículos ligeros, 12% de ómnibus y 53% de vehículos de transporte de carga.

### **- Tasa de Crecimiento**

Las tasas de crecimiento para el periodo 2006 al 2011 y 2012 al 2021 es el siguiente:

## **TASAS DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO**

PERIODOS	VEHÍCULOS LIGEROS	ÓMNIBUS	CAMIONES
2006-2011	5.8%	5.1%	6.1%
2012-2021	3.6%	3.1%	3.9%

\* Fuente: Estudio de Rehabilitación de la Carretera Cocachacra Matucana (MTC)

Del estudio partiendo del año 2006 y proyectándonos a 20 años de vida útil el IMD sería de 8,697.

### - Ejes Equivalentes

Con los factores destructivos del pavimento corregido por presión de inflado de llantas, el IMDA, y las tasas de crecimiento del tráfico, se ha calculado la cantidad acumulada de ejes equivalentes a 8.2 toneladas.

El cálculo se ha efectuado para dos periodos:

. El primer periodo comprende el año de puesta en marcha del proyecto (2008) hasta el año 10 de vida útil (2017). El segundo periodo abarca el año 11 (2018) al año 20 (2027)

## ESTUDIO DE SUELOS

El objetivo del estudio de suelos es conocer las características y condiciones de las capas constituyentes del pavimento existente y de los suelos de subrasante (cimentación). Para tal fin, se llevó a cabo un trabajo previo de recopilación de información de estudios realizados anteriormente y la implementación de un programa de exploración de campo, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete que permitan obtener resultados y conclusiones para el diseño del pavimento.

## TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo realizados fueron los siguientes:

- Reconocimiento del área de proyecto e identificación de los lugares donde se harán la exploración y los muestreos.
- Excavaciones a cielo abierto (calicatas) de acuerdo a las necesidades y requerimientos del proyecto.
- Extracción de muestras de los diferentes estratos en cada una de las excavaciones, para realizar los ensayos de laboratorio programados para cada tipo de muestra.

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Los ensayos estándar realizados fueron:

**Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM C-136**

**Límite Líquido y Límite Plástico ASTM D-4318**

**Contenido de Humedad ASTM D-2216**

Con los resultados de estos ensayos se hizo la clasificación de los suelos según el sistema SUCS (ASTM D-2487) y el sistema AASHTO.

Se hizo los siguientes ensayos de compactación:

**Próctor Modificado ASTM D-1557**

**Relación de Soporte de California (C.B.R.) ASTM D-1883**

Se tomaron valores porcentuales de C.B.R. para 100% y 95% de la máxima densidad seca para cada material, determinándose además, de la misma curva densidad-CBR, el valor de soporte correspondiente a la densidad de campo.

## **PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Con la información y los resultados de los ensayos de laboratorio se elaboró el perfil estratigráfico a lo largo del tramo, en el que figuran:

- Los espesores y tipo de las capas constituyentes del pavimento existente.
- La clasificación y las constantes físicas de los suelos de la subrasante que constituye la cimentación del pavimento.



- La capacidad portante CBR de los suelos de subrasante.

## **ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA**

En el tramo Cocachacra - Matucana se hizo el estudio de canteras y fuentes de agua con la finalidad de proporcionar la información para el sustento técnico de la calidad y volumen de los materiales que serán utilizados en las capas granulares del pavimento, en la fabricación del concreto asfáltico y concreto hidráulico y en los rellenos de explanaciones.

- **Cantera Huariquiña:** Se ubica a la derecha de la progresiva 71+640. Lecho de río. Uso para base y rellenos.

Para determinar las características y el uso de los materiales de cada cantera, se realizaron ensayos de laboratorio de las muestras representativas.

Con respecto a la Fuentes de agua se evaluó las características químicas de las muestras de agua para poder ser utilizadas en la rehabilitación de la carretera.

Se tomo muestra del lecho de río en el Km. 72 + 680 cerca al poblado Huariquiña.

## **DISEÑO DE PAVIMENTOS**

El diseño del pavimento está basado en los estudios de suelos y la evaluación de pavimentos; ha sido efectuada siguiendo los lineamientos establecidos por el método AASHTO y supletoriamente por el método del Instituto del Asfalto.

## **EVALUACION DEL PAVIMENTO**

Los trabajos de campo y gabinete efectuados, relacionados con el estudio de suelos y evaluación de pavimento, permitieron conocer las características de los elementos que integran el pavimento y la condición superficial y estructural del



mismo, indispensables para la realización del diseño y proposición de las alternativas de construcción del pavimento en las variantes propuestas.

De la inspección visual de la superficie de rodamiento se puede observar que esta en buenas condiciones, por estar recientemente rehabilitada (2001-2002). Se tiene conocimiento que las fallas que predominaron en todo el tramo fueron fisuras abiertas (severas) del tipo longitudinal, transversal y en bloque en grado moderado a extensivo.

## **EVALUACION DE SUELOS**

Los suelos que forman la estructura del pavimento están constituidos básicamente por carpeta y base, sin que se haya detectado capa de sub-base.

La carpeta asfáltica presenta espesores considerables, hasta de 20 cm., debido a los trabajos de rehabilitación que principalmente han consistido en la colocación de recapeos de 5 a 8 cm. de espesor.

Los suelos que forman la base granular están formados principalmente por gravas bien y mal graduadas con pocos finos limosos y arcillosos, apoyados sobre una subrasante formada igualmente por material granular de características similares al de base, pero con contenido de finos y plasticidad ligeramente mayor. El espesor de la capa de base es variable predominando los valores entre 20 y 30 cm.

El CBR determinado a la densidad in situ es variable, tomamos una muestra y nos arrojó 49% este valor se considerará representativo de una subrasante de buena calidad, proporcionando un soporte adecuado al pavimento.

De acuerdo a las características de los suelos que integran la estructura del camino se delimitaron zonas según el tipo de material existente y del espesor de las capas del pavimento, debiendo señalar que las propiedades de los suelos son muy similares, registrando en general un contenido de finos y plasticidad bajos.

**Base granular:**

Km.	al	Km.	
68+500		72+000	Grava limosa bien graduada, (GW-GM).
72+000		74+300	Grava arcillosa mal graduada, (GP-GC).

**Subrasante:**

Km.	al	Km.	
68+000		74+300	Gravas y arenas arcillosas, (GC y SC).

La zonificación de acuerdo al espesor de las capas de pavimento está regida principalmente por la variación en el espesor de la carpeta y secciones predominantes. Esta zonificación se complementa con los valores promedio de CBR determinados a la densidad de campo.

PROGRESIVA			LONGITUD	ESPESORES, cm		
Km	al	Km	Km	Carpeta	Base	CBR, SR(%)
67+700		74+200	6.5	15	20	49

**EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**

De la inspección visual de la superficie de rodamiento se observó que no se presentan fallas; ya que la carretera ha sido rehabilitada recientemente en el 2002, con respecto a los espesores varían de 15 a 20 cm. de espesor.

Con respecto a la base se estima que se encuentra en buen estado, ya que ha sido rehabilitada en los tramos donde fallaron, con respecto a los espesores varían de 20 a 30 cm.

**METODOS DE DISEÑO**

El proyecto de la carretera al haber sido modificado en el trazo geométrico necesita un nuevo diseño de pavimento, para lo cual se utilizara los datos de los estudios de mecánica de suelos existentes.

Los métodos de diseño para pavimentos utilizados son:

- 1) Método AASHTO
- 2) Método del Instituto del Asfalto de Estados Unidos, los cuales se reseñan a continuación.

### **(1) Reseña del Método de Diseño AASHTO**

El método de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993, establece que la estructura de un pavimento debe satisfacer un determinado Número Estructural, el cuál se calcula en función de:

- a) El tráfico que transcurrirá por la vía, durante un determinado número de años (período de diseño);
- b) La resistencia del suelo que soportará al pavimento; y,
- c) Los niveles de serviciabilidad deseados para la vía, tanto al inicio como al final de su vida de servicio.

Adicionalmente, deben considerarse determinados parámetros estadísticos, que funcionan como factores de seguridad que garantizan que la solución obtenida cumpla con un determinado nivel de confianza.

Para diseñar el refuerzo, para cada uno de los tres casos a desarrollar: 10 años, 20 años y refuerzo a los 10 años para un periodo adicional de 10 años, en primer lugar se debe encontrar el Número Estructural efectivo del pavimento existente. La diferencia entre el Número Estructural Total requerido (SN req) y el Número Estructural efectivo (SN ef), será el Número Estructural del refuerzo (SN ref).

De acuerdo a la metodología AASHTO, se ha utilizado tres métodos para calcular el Número Estructural del Pavimento:

- Utilizando resultados de ensayos no-destructivos
- Utilizando análisis por componentes
- Estimando la vida remanente del pavimento

## **(2) Reseña del Método del Instituto del Asfalto**

El método del Instituto del Asfalto para el diseño de recapados, versión 1983 (Manual Series Nº 17, Asphalt Institute), está basado en conceptos desarrollados experimentalmente relacionando deformación elástica, tráfico y estado de falla. El criterio básico para el dimensionamiento de la sobre capa de refuerzo, establece que la deformación elástica que experimenta un pavimento por efecto de la aplicación de las cargas de tráfico, no debe exceder ciertos límites. Los valores críticos para las deformaciones elásticas, se han establecido a su vez para garantizar que el pavimento desarrollará un comportamiento adecuado durante un determinado período de servicio. Si las deformaciones elásticas exceden los valores admisibles, será necesario colocar una capa de refuerzo asfáltico a fin de abatir dichas deformaciones por debajo de lo permisible.

El método presenta un procedimiento para la determinación del espesor de recapado, que consistirá de una capa de concreto asfáltico de óptima calidad. Este procedimiento se desarrolla mediante el uso de un nomograma o del programa de cómputo denominado HWY.

En general, el cálculo del pavimento se realiza en función de un tráfico de diseño en Número de Ejes Equivalentes (EAL) y la Deflexión Elástica Representativa (RRD) del pavimento.

## **HIDROLOGIA y DRENAJE**

El estudio hidrológico tiene por objeto determinar el régimen pluvial en la zona de emplazamiento de la carretera y las características físicas e hidrológicas de las

cuencas que inciden en ella para la estimación de las descargas máximas y los parámetros de diseño de las obras de arte.

Esta especialidad en el presente proyecto está dirigida al estudio hidrológico de la cuenca del Río Rimac y de tributarios vecinos de la cuenca alta del Río Mantaro, que son los que rigen el comportamiento hidrológico del área de influencia del tramo en estudio.

La Carretera Héroes de la Breña (antes Central) de la cual es parte el tramo objeto de este estudio, a partir de Chosica se sitúa en el valle del río Rimac hasta llegar al punto más alto de su desarrollo, que es el abra de Anticono o Ticlio; luego cruza la divisoria de aguas para continuar hasta su progresiva final en la localidad de la Oroya.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- Selección de las estaciones pluviométricas
- Recopilación de la información cartográfica y pluviométrica
- Análisis de consistencia de la información.
- Determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno.
- Trazo de mapas de Isoyetas.
- Cálculo de las descargas máximas en los lugares requeridos.

## **DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC**

La cuenca del río Rimac está localizada entre los 11°32' y 12°15' de latitud sur y entre los 76°08' y 77°10' de longitud oeste. Está ubicada en las provincias de Lima y Huarochiri del departamento de Lima.

El río Rimac está formado por dos subcuencas el río Santa Eulalia y el río San Mateo, que al unirse a la altura de la ciudad de Chosica forman el río del mismo nombre.

El área de cuenca asciende a 3583 km<sup>2</sup> de la cual el 61.7% o sea 2211 km<sup>2</sup> corresponde a la cuenca húmeda sobre los 2500 m.s.n.m. Altitudinalmente se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 5000 m.s.n.m que corresponde a las cumbres nevadas.

## CLIMATOLOGÍA

El promedio anual de temperatura de las estaciones que se ubican en el tramo en estudio es de 18.8 °C. Estas temperaturas promedio presentan dos épocas bien marcadas durante el año: son mayores en verano, siendo su calor más alto en el mes de febrero y menores en invierno, con su valor más bajo en los meses de Julio y Agosto.

Con respecto a la evaporación los valores estadísticos son muy irregulares estimándose una evaporación anual de 814 mm.

En relación a la precipitación media en el tramo estudiado, se estima un valor de 150 mm. anuales.

## ANÁLISIS HIDROLÓGICO

### Información Pluviométrica

Los registros de precipitación requeridos para la elaboración del estudio son los de precipitación máxima en 24 horas. Las estaciones consideradas en la cuenca del río Rímac, en el río Mantaro y vecinas se muestran en la cuadro siguiente:

**CUADRO ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS**

Estación	Cuenca	Altitud msnm	Latitud	Longitud
Santa Eulalia	Rímac	1050	11°54'	76°40'
Matucana	Rímac	2378	11°50'	76°23'
Autisha	Rímac	2250	11°44'	76°37'

Carampoma	Rimac	3272	11°39'	76°31'
San José de Parac	Rimac	3800	11°48'	76°15'
Chalilla	Lurin	4050	11°56'	76°20'
Mina Colque	Rimac	4600	11°35'	76°29'
Milloc	Rimac	4400	11°34'	76°21'
Casapalca	Rimac	4191	11°37'	76°13'
San Cristóbal	Mantaro	4695	11°44'	76°03'
Morococha	Mantaro	4600	11°25'	76°20'
Pomacocha	Mantaro	4266	11°44°	76°08'
Marcapomacocha	Mantaro	4413	11°24'	76°20'

## PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

La información de precipitaciones máximas en 24 horas se muestra en la Cuadro siguiente:

**CUADRO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)  
CUENCA RIO RIMAC (\*)**

Año	Matucana	Carampoma	Autisha	Casapalca	San José de Parac	Mina Colque	Marcapomacocha	Chalilla	Milloc
1964	15.9								
1965	14.9	19.5					23.4		25.0
1966	17.1	10.6		35.2	12.5		30.5		23.0
1967	16.7	22.2		29.2	24.0		28.0		36.0
1968	12.8	15.5		19.2	10.0	13.6			26.0
1969	12.0	21.3		26.7	17.0	21.6	17.8	20.4	30.0
1970	31.7	30.2		46.1		24.9	26.2	24.1	17.5
1971	23.3	30.4				32.5	33.1	22.6	18.0
1972	18.1	27.5		23.0		13.8	20.2	39.1	21.0
1973	25.2	32.6		20.1			25.6	50.2	27.0
1974	11.9	28.2		20.1			22.6	23.3	26.7
1975	10.8	17.0		18.7		18.4	33.8	25.3	30.0
1976	15.8	24.5		24.1		14.4	27.2	37.8	21.8
1977	35.2	23.8		31.1		12.0	40.5	25.5	22.0



Año	Matucana	Caram-poma	Autisha	Casapalca	San José de Parac	Mina Colque	Marcapomacocha	Chaililla	Milloc
1978	7.8	14.8		17.8		16.0	35.0	31.3	22.4
1979	12.3	20.3		24.4		18.2	27.8	31.6	24.6
1980	8.8	20.6	7.5	18.8	17.4	17.4	28.8	11.3	23.0
1981	12.5	30.3	13.7	25.4	42.0	18.2	24.8	29.4	22.4
1982	9.5	15.5	11.2	35.6	28.5	16.4	45.6	38.6	24.6
1983	25.0	26.2		16.8	27.7	16.4	27.0	7.9	31.2
1984	21.5	20.8	14.0	23.6	29.1	18.4	24.4		23.4
1985	19.8	21.4	6.4	44.5	24.3	18.6	21.2		20.8
1986	27.2	33.3	4.3	38.1	21.8	12.8	19.6		22.8
1987	20.9	22.7	11.6	17.8		9.6	43.2		14.8
1988	13.2	31.5	9.8	28.2		13.8	23.2		32.4
1989	10.7	19.6	20.3	16.8		13.5	20.8		33.1
1990	20.6	25.6	14.7	22.4	14.6	10.7	29.2		46.2
1991	17.6	23.3	29.7	47.0	18.2	9.6			24.1
1992	30.5	19.2	6.3	19.8	12.4	7.1			44.4
1993	30.3	22.4	23.3	33.9	19.7	13.0			37.6
1994	15.5	17.9	11.2	40.3	25.4				49.2
1995	22.3	15.1	9.3	36.8	28.8				41.5
1996	13.6	17.2	18.4	20.2	17.8				54.4
1997	9.5	15.7		15.7	18.1				18.3
1998	21.9	24.1			18.8				27.5
1999					28.4				

(\*) Información disponible a la fecha de elaboración del Estudio.

## ESTUDIO DE SUBCUENCA

En base a la información cartográfica dentro del tramo se ha delimitado la principal cuenca de la quebrada Collana que desfogon a través de la carretera. Se efectuó un inventario de la misma y se determinó los parámetros físicos e hidrológicos para la estimación de su aporte hídrico en aquellas que constituyen riesgo para la vía.

### Identificación de la Subcuenca



A continuación se presenta cuadro de la subcuenca con su ubicación, lado de incidencia en la carretera o río y la obra de arte en el cruce de la vía.

### SUBCUENCA

Cuenca N°	Nombre	Ubicación (km)	Incidencia		Obra de arte en cruce
			Carretera	Río	
01	Qda. Collana	71+521	IZQ	DER	PUENTE

La quebrada indicada se activa durante la época de avenidas ocurriendo flujo de huaycos. Como solución se ha construido un puente curvo de concreto de 150 m de longitud.

### PRECIPITACIÓN MÁXIMA

La precipitación máxima caída sobre la subcuenca se determina con los planos de isoyetas trazadas para períodos de retorno de 20, 50 y 100 años.

La superposición de las isoyetas sobre el plano de subcuencas permite calcular en forma ponderada la lluvia promedio en el área drenante. Véase Cuadro:

### Cuadro

Cuenca N°	Nombre	Ubicación (km)	Período de retorno (años)	Precipitación (mm)
01	Qda. Collana	71+521	100	43.80

### ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS

### MÉTODOS DE CÁLCULO

Para la estimación del caudal de diseño se dispone de dos (02) métodos muy utilizados en el país.

## Método Racional

Aplicable a cuencas pequeñas menores de 10 km<sup>2</sup>. El caudal máximo está dado por la expresión:

$Q = 0.278 CIA$ , donde:

Q= Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

C= Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la lluvia en mm/h

A= Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

## Método del US Soil Conservation Service (SCS)

Para la determinación del caudal máximo se usa la precipitación dada por las isoyetas empleando el Programa HEC-1 con la opción del Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS).

Como información de ingreso se debe contar con el valor de:

- El área de la cuenca A
- Precipitación máxima en 24 horas (para determinado período de retorno)
- El tiempo de concentración  $T_c$
- El número hidrológico (CN) o curva número.

## Determinación de caudales máximos

En la Subcuenca de la quebrada Collana, el caudal máximo es:

### Cuadro Caudales Máximos

Cuenca N°	Nombre	Ubicación	Área cuenca (km <sup>2</sup> )	Precipitación (mm)	CN	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
01	Qda. Collana	71+521	28.79	43.80	84	110.3

## GEOLOGIA

El presente estudio tiene por objeto evaluar los problemas geodinámicos existentes en la carretera Cocachacra – Matucana y recomendar las medidas correctivas así como identificar los problemas de estabilidad de taludes y fenómenos de geodinámica externa averiguando su causa para diseñar las correspondientes soluciones.

Para el desarrollo del estudio se ha seguido el siguiente esquema metodológico:

- a) Revisión de la información existente en los cuadrángulos geológicos a escala 1:100,000 editados por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (hoja 24j Chosica); en Carta Nacional a escala 1:100,000 del Instituto Geográfico Nacional, y en otros estudios anteriores
- b) Trabajos de campo durante los cuales se realizaron análisis y observaciones relativas a los aspectos geológicos, geomorfológicos, estratigráficos y de geodinámica externa.
- c) Síntesis sobre las recomendaciones a tener en cuenta para los diseños de ingeniería.

### **(1) Geomorfología**

El Tramo se caracteriza por estar ubicado en la parte media del valle, conformada por terrazas fluvio-aluviales y pendientes abruptas de rocas intrusivas. El río en este tramo, presenta sectores sinuosos y los taludes disectados por quebradas.

### **(2) Geodinámica externa**

#### **Huaycos**

Fenómeno que se origina a causa de las precipitaciones intensas que caen sobre los materiales sueltos de las laderas, produciendo el arrastre de éstos hacia el cauce principal a gran velocidad, acumulando energía dinámica

considerable que socava las paredes y el fondo del cauce, cualquiera sea el material que los constituye, arrancando trozos de roca incluidos en los depósitos.

La quebrada donde se produce huaycos en el Tramo es la denominada Palpacancha (Collana), que se describen a continuación

Quebrada	Longitud (m)	Area (km <sup>2</sup> )	Elevación inicial (m.s.n.m)	Elevación final (m.s.n.m)
Palpacancha	4,000	29.3	4,900	2,200

### Taludes Inestables

Los principales fenómenos registrados son: caída de rocas, flujos de escombros y derrumbes. En nuestro tramo se ha ubicado la presencia de talud inestable en la progresiva 74 + 050

### OBRAS DE ARTE

Como parte del procedimiento se llevó a cabo los trabajos siguientes:

- Identificación en el terreno, de quebradas y cauces importantes registrados en la cartografía 1: 25,000 y observación del cruce con la vía y sus características.
- Evaluación del estado de las obras de arte: puentes, alcantarillas, cunetas, obras complementarias.
- Inventario de alcantarillas
- Inventario de puentes

### PROBLEMAS PARTICULARES

Los casos que presentan algún tipo de problema para el correcto funcionamiento de la carretera son los siguientes:

- Alcantarillas anuladas irresponsablemente por lavadores de vehículos. Para subsanar esta anomalía se ha proyectado el alargamiento de las alcantarillas en dichas zonas
- Déficit de cunetas en zonas que se requieren tales como corte a media ladera e inclusive en cortes cerrados.
- Estructuras con daños menores por colisión u otras causas

## TRABAJOS POR REALIZAR

### Alcantarillas

En total se tienen 14 alcantarillas del tipo de marco de concreto cuyo trabajo será el de alargamiento.

### Cunetas

Se ejecutaran los siguientes trabajos:

- Total actual de Cunetas Triangulares : 4,288 ml.
- Total de Cunetas a demoler : 3,880 ml.
- Total de cunetas a construir : 5,255 ml.

## EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica se efectúa para determinar la factibilidad, en términos sociales, de llevarse a cabo el proyecto, lo que se define en razón a los beneficios estimados frente al costo de las obras a realizar y los costos recurrentes de mantenimiento rutinario y las políticas de mantenimiento periódicas consideradas.

El presente estudio corresponde como se ha mencionado, al tramo Cocachacra – Matucana, de 21.3 Km. de longitud, perteneciente a la Carretera Central, entre el Km. 52+949 y 74+295.8

Cabe mencionar que la vía se encuentra en condiciones aceptables; siendo objeto del presente proyecto mejorar las condiciones de servicio de la carretera

aumentando la velocidad directriz de 50 Km/h a 60 Km/h a través del mejoramiento del diseño geométrico.

En la evaluación económica del Proyecto, se aplicará el Método del Excedente Social, analizando los ahorros en costos de operación de los vehículos que utilizan la carretera y en el tiempo de viaje de los usuarios, evaluación que se fundamenta en el alto tránsito normal que soporta la vía; no se ha considerado tránsito generado ni tránsito desviado atraído hacia la carretera del proyecto, por no existir una vía alterna en mejores condiciones.

Para establecer el Flujo de Costos y Beneficios del Proyecto se calcularon los costos de inversión y mantenimiento, seguidamente se calcularon los beneficios por costos de operación vehicular, restando los costos de operación de los vehículos en la situación "con proyecto" de los costos de operación de los vehículos "sin proyecto". Los costos y beneficios serán incrementales

Los indicadores económicos que nos indiquen la rentabilidad del proyecto son el Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación B/C.

La tasa social de descuento social es utilizada en la actualización de flujos económicos del proyecto y refleja el costo social del capital invertido por el Gobierno. Para fines de aplicación del presente estudio se utilizará una tasa del 14% que es la que representa en la actualidad el costo de oportunidad de los fondos de inversión pública, según señala el Manual de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana.

Para fines de evaluación, los costos de construcción y mantenimiento están expresados a precios privados o de mercado, que luego son corregidos a costos económicos o sociales, mediante factores de corrección estimados por la Dirección General de Programación Mundial del MEF. Estos costos son analizados y considerados en la cuantificación de los beneficios económicos para realizar la evaluación social del proyecto.

Los factores de corrección son:

Para costos de Inversión	: 0.79
Para costos de Mantenimiento	: 0.75
Para costos de Operación Vehicular	: 0.74
Periodo de evaluación	: 20 años
Periodo de ejecución	: 2007
Año de inicio de operación	: 2008
Precios	: Precios Sociales
Tasa de descuento	: 14 %
Indicadores de rentabilidad	: VAN, TIR, B/C
Valor residual	: 20% de Costos Directos.

### EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES

AÑO	COSTO DE INVERSIÓN	COSTO DE MANTENIMIENTO	BENEFICIO POR AHORRO EN COV	FLUJO NETO
2007	47060051.98			-47060051.98
2008		85976.09	10131997.05	10046020.96
2009		254938.17	10741827.39	10486889.21
2010		247848.49	11388422.29	11140573.81
2011		279143.38	12074001.3	11794857.92
2012		400719.49	12800918.11	12400198.61
2013		404479.44	13571668.68	13167189.24
2014		183958.68	14388899.88	14204941.20
2015		309781.73	15255418.59	14945636.86
2016		307698.96	16174201.38	15866502.43
2017		1589063.66	17148404.82	15559341.16
2018		85976.09	17805978.48	17720002.39
2019		254938.17	18488831.15	18233892.98
2020		247848.49	19197936.68	18950088.19
2021		279143.38	19934306.49	19655163.10
2022		400719.49	20698991.05	20298271.56
2023		404479.44	21493081.39	21088601.95
2024		183958.68	22317710.62	22133751.94
2025		309781.73	23174055.6	22864273.87
2026		307698.96	24063338.62	23755639.66
2027		1589063.66	24063338.62	22474274.96
VR			6394723.651	

T= 14.00%

VAN = 44,911,973.05

TIR = 26.18%

B/C = 2.69



Finalmente se aplica un análisis de sensibilidad que permita examinar hasta que punto el proyecto es viable de realizar, aplicándose algunos supuestos como incremento en los costos de inversión y de mantenimiento y/o reducción en los beneficios.

Con un aumento de costo de Inversión del 20% nos da como resultado un Valor Actual Neto de S/. 35,499,962.65, una Tasa Interna de Retorno del 22.27% y un Beneficio/Costo del 1.99, sin embargo con un aumento de 10% en el Costo de Inversión se obtiene un Valor Actual Neto Mayor cuyo monto asciende a S/. 40,205,967.85, con una Tasa Interna de Retorno del 24.07% y un Beneficio/Costo de 2.29.

La evaluación económica y el análisis de sensibilidad, nos muestran que el proyecto de mejoramiento de trazo y rehabilitación del tramo Cocachacra - Matucana, es altamente rentable, en todas las alternativas propuestas.

## **IMPACTO AMBIENTAL**

El presente estudio tiene como propósito el analizar y proponer alternativas viables que permitan evitar o minimizar los impactos negativos que las labores de construcción en la rehabilitación del tramo: Cocachacra – Matucana; puedan causar en el medio ambiente, dentro de un marco legal que sustenta este tipo de estudios a nivel general e institucional.

## **IMPACTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE LA REHABILITACION**

Por tratarse de obras de rehabilitación de una carretera existente, se ha tenido la oportunidad de observar directamente los puntos en que existen problemas de inestabilidad de taludes, deficiencias de drenaje, quebradas activas durante el periodo de lluvias etc.

Durante esta etapa se presentarán algunos impactos negativos, siendo estos entre otros los siguientes:



- La calidad del aire se verá afectada por el aumento de niveles de inmisión, residuos de combustión incompleta de hidrocarburos debido al constante tránsito de vehículos, maquinaria pesada, compresoras y otros, además de partículas en suspensión debido a movimientos de tierra, explotación de canteras, etc.

Perdida de suelos debido a la construcción de trochas y vías de acceso, explotación de canteras, implementación de botaderos, aumento de erosión en áreas de corte de talud por pérdida de cobertura vegetal.

- Perdida de calidad de agua por agentes contaminantes como, combustible, lubricantes y finos de cobertura vegetal.
- Efecto barrera de la escorrentia superficial natural del área por la construcción de cunetas y alcantarillas que conducirán el agua hacia lugares señalados por el estudio, que influirá en la recarga de acuíferos.
- Cambios en los procesos migratorios, alteraciones en la accesibilidad y modificación y sistema de vida tradicional de las comunidades.

## **IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA DE LA VIDA UTIL DE LA VIA**

En la segunda etapa de operación y vida útil de la vía se deberá concretar las mejoras en el servicio tales como una mayor comodidad y seguridad para el usuario, prolongación de la vida útil de la flota vehicular como consecuencia directa de las considerables reducciones en el consumo de combustible y el tiempo de viaje y una adecuada señalización vial, lo que conllevaría a un incremento del turismo respectivo. En general un desarrollo regional con la consecuente elevación de la calidad de vida del poblador de la región.

## **MEDIDAS DE MITIGACION EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO**

Las medidas de mitigación de los impactos negativos en la etapa de construcción que se deberán implementar, se presentan a continuación:

- Apoyo de los Organismos del Estado. Protección de las laderas contra la erosión mediante un plan de reforestación e impedir la caza furtiva.

Construcción y manejo de campamento. Racionalizar el uso de espacios destinados a las construcciones provisionales

- Manejo de lubricantes y aceites. Se han hecho recomendaciones con la finalidad de evitar el vertido de aceites y grasas durante la limpieza de motores.
- Mantenimiento de Canteras.
- Guardar la capa superficial de material orgánico retirado de las canteras, para que al final de la obra, pueda volver a cubrirse la cantera con dicho material para facilitar la regeneración de la vegetación, en las canteras que tengan cubierta vegetal.
- En las canteras de playa de río, la explotación deberá ser controlada, evitando abrir nuevos cauces, respetando la morfología original.
- Ubicación de planta de asfalto según requisitos especificados. La instalación de la planta de asfalto deberá cumplir con los requisitos especificados en el estudio de Impacto Ambiental.
- Plan de cierre de canteras, botaderos, talleres, campamentos y Plantas de asfalto y concreto.

## **MEDIDAS DE MITIGACION EN LA ETAPA DE LA VIDA UTIL DE LA VIA**

Las medidas de carácter técnico y normativo a implementarse son:

Ejecutar tareas de mantenimiento rutinario y de emergencia, al término de los cuales llevar a botaderos el material excedente del mantenimiento y hacer limpieza protegiendo la flora y fauna.

- Se deberá realizar campañas de educación vial con los usuarios y pobladores.

## ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

La señalización y los dispositivos de control del tránsito constituyen una parte importante dentro del Estudio de Ingeniería, más aún cuando se trata de carreteras con gran volumen de tráfico, como en el caso de la Carretera Central, de la cual es parte integrante el tramo: Puente Cocachacra - Matucana, objeto del presente Estudio.

En este tramo la señalización resulta necesaria pues se trata de una carretera que discurre en terreno accidentado, en que hay una diversidad de factores tales como presencia de puentes, curvas reversas, desarrollos con curvas de volteo, zonas con acantilados y farallones. Si a ello se agrega que la carretera tiene un tránsito pesado intenso con gran volumen de autobuses y furgones con remolque, se verá que el riesgo es grande, si no se cuenta con una señalización adecuada y elementos de seguridad suficientes.

## CRITERIOS DE DISEÑO UTILIZADOS EN EL PROYECTO

### SEÑALIZACION VERTICAL

Se utilizan para prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular donde se apliquen determinadas regulaciones. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos y dificultades existentes en la carretera.

Las señales que requiere el proyecto son:

- **Señales de reglamentación**, para notificar a los usuarios de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito.
- **Señales de prevención**, para advertir a los usuarios de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de éste.
- **Señales de información**, para guiar al usuario a través de la carretera central, proporcionándole la información que pueda necesitar.

## SEÑALIZACION HORIZONTAL

Las marcas en el pavimento se utilizan para demarcar el centro de la calzada de dos carriles de circulación que soporta el tránsito en ambas direcciones, así como los bordes que delimitan la superficie de rodadura con las bermas.

En el presente caso se utilizará pintura de color amarillo para el eje de calzada y pintura de color blanco en línea continua para los bordes de carril.

Para el eje de la carretera se utilizará una línea discontinua, cuyos segmentos serán de 4.50 m de longitud espaciados cada 7.50 m; en las zonas urbanas, será de 3 m y 5 m de espaciamiento.

La doble línea amarilla demarcadora del eje de la calzada, significa el establecer una barrera imaginaria que separa el tránsito vehicular en ambos sentidos, y se colocará en las curvas críticas y zonas no aptas para sobrepasar. El eje de la calzada coincidirá con el eje del espaciamiento entre las dos líneas continuas y paralelas. La distancia adoptada para la zona de preaviso en zonas rurales será de 75 metros, con segmentos de 4.50 metros de longitud espaciados cada 1.50 metros; en el caso de zonas urbanas la zona de preaviso constará de segmentos de urbanas, segmentos de 3.00 metros espaciados cada 1.00 metro.

El ancho de las líneas será de 10 cm., para las líneas longitudinales central y de borde.

## PRESUPUESTO DE OBRA

El presupuesto de obra con precios unitarios referidos al mes de Marzo del 2006, asciende a la suma de S/. 10<sup>1</sup>155,230.85, incluido el Impuesto General a las Ventas (IGV) y cuyo detalle por partida genérica son las que se indican a continuación:

Presupuesto					Page 1
Presupuesto	MEJORAMIENTO DEL TRAZO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA				
Subpresupuesto	001 GENERAL				
Cliente	Ministerio de Transportes y Comunicaciones			Costo a:	15/03/2006
Lugar	LIMA - HUARDOCHIRI - MATUCANA				
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio SI.	Parcial SI.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>242.500.02</b>
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	grt	1.00	121.577.26	121.577.26
01.02	MANTENIMIENTO VIAL Y DE TRÁNSITO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	grt	1.00	120.922.76	120.922.76
02	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>				<b>1.854.219.19</b>
02.01	ROCE Y LIMPIEZA	ha	3.15	3.02	9.51
02.02	EXCAVACIÓN MANUAL NO CLASIFICADA EN TALUDES	m <sup>3</sup>	645.00	32.13	20.849.99
02.03	EXCAVACIÓN MECANIZADA PARA EXPLANACIONES	m <sup>3</sup>	121.836.00	14.87	1.787.378.13
02.04	REMOCIÓN DE DEBRIS (M <sup>3</sup> = 533 m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>	1.200.00	4.66	5.592.00
02.05	DESOLQUE DE TALUDES	m <sup>2</sup>	24.799.00	0.87	21.673.36
02.06	REPOSICIÓN DE CARPETAS ASFÁLTICAS EXISTENTES	m <sup>2</sup>	510.00	4.97	2.534.70
02.07	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	m <sup>3</sup>	833.00	9.15	8.134.35
02.08	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	m <sup>2</sup>	6.307.00	1.36	8.577.52
03	<b>BASE</b>				<b>69.402.33</b>
03.01	BASE GRANULAR E=0.20 m H = 2340 m <sup>2</sup> LA FACTOR COMPACTACION = 1.20	m <sup>2</sup>	1.555.06	44.63	69.402.33
04	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>795.724.91</b>
04.01	IMPACTACIÓN ASFÁLTICA	m <sup>2</sup>	7.775.28	0.52	4.043.15
04.02	RIEGO DE LIGA	m <sup>2</sup>	25.156.80	0.48	12.350.72
04.03	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO (e=0.25m)	m <sup>2</sup>	2.032.82	84.47	171.712.31
04.04	CEMENTO ASFÁLTICO (PREMIO)	grt	85.191.47	5.43	554.211.15
04.05	ASFALTO LÍQUIDO (C/3)	grt	3.113.11	7.23	22.485.10
04.06	ASFALTO LÍQUIDO (C/2)	grt	3.012.70	6.00	18.076.20
04.07	FILLER O RELENDO MINERAL	kg	57.634.77	0.15	13.145.22
05	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>1.535.581.81</b>
05.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	1.203.00	5.37	6.444.30
05.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS BERRA	m <sup>2</sup>	1.856.00	6.35	12.414.25
05.03	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	400.00	21.25	8.500.00
05.04	CONCRETO (e=0.10) (e=0.10)	m <sup>3</sup>	35.20	172.41	6.051.24
05.05	CONCRETO (e=0.15) (e=0.15) PARA OBRAS DE ARTE (e=0.15)	m <sup>3</sup>	295.40	229.68	67.585.11
05.06	CONCRETO (e=0.20) (e=0.20)	m <sup>3</sup>	249.10	255.47	63.537.58
05.07	ENDOSADO Y DESENDOSADO EN SECO	m <sup>2</sup>	1.175.00	56.30	66.377.50
05.08	ACERÓ (e=0.10) (e=0.10) (e=0.10)	kg	113.760.00	4.81	547.125.30
05.09	CUNETAS REVESTIDAS TRIANGULARES 0.40X0.60 m	m	3.844.88	49.42	194.953.90
05.10	CUNETAS REVESTIDAS RECTANGULARES 0.40X0.40 m	m	123.00	70.92	8.610.40
05.11	EMBOLLADO DE PIEDRA (e=0.15 m)	m <sup>2</sup>	102.00	56.42	5.758.84
05.12	URDUPA DE CAUCE PARA ALCANTARILLAS	m <sup>2</sup>	44.10	4.85	213.35
05.13	DEVOLUCIÓN DE ESTRUCTURA EXISTENTE	m <sup>3</sup>	4.008.33	134.26	546.256.90
05.14	APLICACIÓN DE RESINAS ADHESIVAS EPOXICA	m <sup>2</sup>	21.00	34.00	714.00
05.15	JUNTAS ASFÁLTICAS PARA CUNETAS REVESTIDAS Y CUNETAS BERRA	m	652.00	3.61	2.355.25
06	<b>TRANSPORTE PAGADO</b>				<b>1.084.755.46</b>
06.01	MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA PARA D<= 7.6m	m <sup>3</sup>	1.806.06	6.82	12.310.51
06.02	MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA PARA D> 7.6m	m <sup>3</sup>	791.00	1.92	1.518.72
06.03	MEZCLA ASFÁLTICA PARA D<= 1.8m	m <sup>3</sup>	2.032.82	3.12	6.342.40
06.04	MEZCLA ASFÁLTICA PARA D> 1.8m	m <sup>3</sup>	780.00	0.80	624.00
06.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL A BOTADEROS PARA D<= 1.8m	m <sup>3</sup>	124.553.00	8.10	1.009.629.30
06.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL A BOTADEROS PARA D> 1.8m	m <sup>3</sup>	27.000.00	2.01	54.270.00
07	<b>SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>733.400.60</b>
07.01	SEÑALES PREVENTIVAS COMPLETAS	u	5.00	465.46	2.327.30
07.02	SEÑALES PREVENTIVAS COMPLETAS	u	8.00	467.35	3.738.80
07.03	SEÑALES INFORMATIVAS	m <sup>2</sup>	4.00	505.46	2.021.84
07.04	SEÑALES DE SERVICIOS AUXILIARES	u	1.00	425.95	425.95
07.05	POSTES DELINEADORES	u	65.00	90.04	5.867.60
07.06	PLACAS PERMANENTES EN EL PAVIMENTO	m <sup>2</sup>	892.00	3.64	3.244.48
07.07	TACHAS BIDIRECCIONALES RETROREFLECTANTES	u	43.560.00	15.27	665.161.20
07.08	GUARDARILLOS	m	265.00	167.16	44.278.80
07.09	POSTES DE ALICATE TRAJE	u	5.00	135.25	676.25
07.10	REPOSICIÓN DE SEÑALES EXISTENTES EN TRANSPORTE	u	11.00	19.29	212.19
07.11	PROTECCIÓN DE PARAPETOS EN MUROS Y ALCANTARILLAS	m <sup>2</sup>	60.00	15.86	951.00
08	<b>PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>				<b>795.921.86</b>
08.01	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTE EN ZONAS DE BOTADERO	m <sup>3</sup>	161.827.00	4.89	790.968.33
08.02	RECUPERACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN DE CANTERAS Y ZONAS DE P	m <sup>2</sup>	42.475.00	0.87	36.953.25
	<b>Costo Directo</b>				<b>7.111.506.20</b>
	<b>Utilidad 10%</b>				<b>711.150.62</b>
	<b>Gastos Generales 10%</b>				<b>711.150.62</b>
	<b>Subtotal</b>				<b>8.533.807.44</b>
	<b>Impuesto (IGV) 19%</b>				<b>1.621.423.41</b>
	<b>Total Presupuesto</b>				<b>10.155.230.85</b>
<b>SOMI : DIEZ MILLONES CINCO CIENTO CINCUENTA MIL DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO NUEVE SOLES</b>					



## FORMULA POLINOMICA

SIC		FORMULA POLINOMICA				Página: 1
Presupuesto	0403003	MEJORAMIENTO DEL TRAZO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA				
		TRAMO: KM. 70+259.15 - KM. 74+285.80				
Subpresupuesto	001	GENERAL				
Fecha Presupuesto	15/03/2006					
Moneda	NUEVOS SOLES					
Ubicación Geográfica	150701	LIMA - HUAROCHIRI - MATUCANA				
$K = 0.333'(Mr / Mo) + 0.156'(Ir / Io) + 0.123'(Mr / Mo) + 0.101'(Mr / Mo) + 0.070'(Cr / Co) + 0.053'(Ar / Ao) + 0.051'(Pr / Po) + 0.050'(Cr / Co)$						
Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripcion	
	0.001	100.000	M	48	MADERA TERCADADA PARA CARPINTERIA	
	0.006	100.000	H	37	HERRAMIENTA MANUAL	
	0.008	100.000	P	69	PETROLEO DIESEL	
	0.037	100.000	L	30	DOLAR MAS INFLACION DEL MERCADO USA	
1	0.333	100.000	M	49	MAGN. VARI. EQUIPO IMPORTADO	
2	0.738	100.000	V	49	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	
3	0.729	100.000	M	47	TRAMO DE CERA	
4	0.121	100.000	M	46	MAGN. VARI. Y EQUIPOS ADICIONALES	
5	0.070	100.000	C	20	CEMENTO ASFALTICO	
6	0.052	100.000	A	65	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	
7	0.051	100.000	P	64	FN. URALATEX	
8	0.050	100.000	C	60	CONCRETO PREMEZCLADO	

## DISTRIBUCION DEL PRESUPUESTO

SIC		DISTRIBUCION DEL PRESUPUESTO		Página: 1
Presupuesto	0403003	MEJORAMIENTO DEL TRAZO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA		
		TRAMO: KM. 70+259.15 - KM. 74+285.80		
Subpresupuesto	001	GENERAL		
Fecha Presupuesto	15/03/2006			
Moneda	NUEVOS SOLES			
Ubicación Geográfica	150701	LIMA - HUAROCHIRI - MATUCANA		
ITEM	DESCRIPCION	Parcial S/.	%	
1	COSTO DE MANO DE OBRA	968 672 19	13.62%	
2	COSTO DE MATERIALES	2 407 527 20	33.85%	
3	COSTO DE EQUIPOS	3 735 306 81	52.52%	
Costo Directo		7 111 506 20	100.00%	
Utilidad	10%	711 150 62		
Gastos Generales	10%	711 150 62		
SubTotal		8 533 807 44		
Impuesto (IGV)	12%	1 621 423 41		
Total Presupuesto		10 155 230 85		
SON: DIEZ MILLONES CIENTO CINCUENTITRINO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO NUEVOS SOLES				

## **CAPITULO II**

### **2.1 OBRAS PRELIMINARES**

#### **2.1.1 INSTALACIONES PROVISIONALES**

Esta partida se refiere a la instalación de oficinas, comedor y servicios básicos (agua, luz, etc.) para el personal administrativo, técnico y profesional. Es necesaria la contratación de servicio de guardianía diurna y nocturna. Además se debe instalar una oficina para la Supervisión con escritorio, sillas y porta planos.

En esta partida se considera los gastos por guardianía, almacenes de materiales y herramientas menores, instalaciones básicas, oficinas, asimismo, los gastos que ocasionan el retiro, demolición o desarme de las instalaciones mencionadas que se realizan al terminar al obra y la eliminación de desmonte o materiales inservibles que se acumulen.

El pago de esta partida se puede realizar en un 80% cuando las instalaciones estén completas y el 20% restante, como mantenimiento de las mismas durante el desarrollo de la obra.

#### **2.1.2 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO**

Esta partida se refiere al trabajo de suministrar, reunir, transportar y administrar su organización constructiva completa al lugar de la obra, incluyendo personal, apoyo mecánico, materiales y todo lo necesario para instalar e iniciar el proceso constructivo. La movilización incluye también el retiro de los campamentos y equipos al término de la obra.

La movilización y desmovilización de equipo debe ser tal, que no cause daño a los pavimentos ni a las propiedades de terceros.

El traslado por vía terrestre del equipo pesado se realizara mediante camiones de cama baja (Plataforma 4x2 Pot. 178 – 210 HP, cap. 12 TN). El equipo liviano (Volquete, cisterna, etc.) se realizara por propios medios. En el equipo liviano serán trasportadas las herramientas y equipos como martillo, vibrador, etc. que no sea autotransportado.

El pago por esta partida se hará de la siguiente manera:

50% para movilización del equipo

50% para la desmovilización del equipo.

### **2.1.3 TRAZO Y REPLANTEO**

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

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

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

#### **Equipo a utilizar**

Se utilizarán equipos topográficos como:

Nivel de ingeniero

Teodolitos ópticos mecánicos

Estaciones Totales

Miras, prismas, jalones, etc.



Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento de datos y dibujo.

Ver Foto N° 01

#### **2.1.4 SEÑALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL**

Para el mantenimiento del tránsito se debe tener en cuenta que las obras a ejecutarse deberán causar el mínimo de molestias al tráfico, para lo cual durante todo el proceso de construcción se debe dar el libre y seguro tránsito a través de la obra o ejecutar desvíos debidamente habilitados y señalizados durante las 24 horas del día, sin interrupciones ni molestias al tránsito de peatones y de vehículos.

##### **Personal**

Se requiere de personal en número suficiente dedicado exclusivamente para alertar a los conductores en las zonas de trabajo, éstos deberán contar con elementos de alerta como banderolas, linternas, silbatos y vestimenta de seguridad como chalecos y cascos con cintas reflectantes.

Durante la noche deberá existir guardiana permanente a fin de controlar y mantener los dispositivos de seguridad que se coloquen.

##### **Equipo y material**

Se deberá de proporcionar los elementos de seguridad que permitan desviar, detener y controlar el tráfico. Se deberán de usar tranqueras, banderolas, señales, linternas, mecheros, señales intermitentes y todo material que se considere adecuado y necesario.

Todo el material a utilizar será de dimensiones y colores reglamentarios según lo que especifica el Manual de Señalización Urbano del MTC.

Ver Foto N° 02

## **CAPITULO III**

### **3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **3.1.1 ROCE Y LIMPIEZA**

Esta partida se refiere al desbroce y limpieza del terreno en las áreas que ocuparan las obras de rehabilitación de tal manera que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie quede apta para iniciar los trabajos.

El trabajo incluye la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto de todos los materiales provenientes de las operaciones de desbroce y limpieza, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

Los trabajos de desbroce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias. Se emplearan equipos menores como: lampas de cuchara, picos, barretas, etc. Ver Foto N° 03

#### **3.1.2 EXCAVACIÓN MANUAL NO CLASIFICADA EN TALUDES**

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones.

#### **Excavación en el Talud**

Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza.

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación en las zonas dentro de los taludes de corte donde ha de iniciarse los trabajos de excavación que no podrá realizarse con equipo mecánico por la topografía de la zona, por las alturas y anchos de corte lo que obliga a que se realice manualmente.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

### **Materiales**

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para usarlos en la rehabilitación de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, en los depósitos de desechos destinados para este fin.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegido contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particular causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

## **Equipo**

Los equipos manuales serán los adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

## **Requerimientos de Construcción**

### **Excavación**

Antes de iniciar las excavaciones se requiere tener aprobados los trabajos de topografía, remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Las obras de excavación manual deberán iniciarse antes de cualquier trabajo en las zonas inferiores y/o plataforma existente.

Las obras de excavación manual deberán realizarse de la parte extrema superior (hombro de talud) hasta un nivel tal que se pueda ejecutar los saldos con equipos mecánicos. Además se debe garantizar y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto.

La excavación de los taludes se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto.

Si los suelos encontrados están constituidos por suelos inestables, se deberá realizar las modificaciones que corresponden en este caso, con el fin de asegurar la estabilidad de los taludes.

Para las excavaciones en roca, el contratista podrá utilizar voladura controlada, los procedimientos, tipos, cantidades de explosivos y equipos, así como la secuencia y disposición de las voladuras, se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados y con toda la seguridad y permisos aprobados pertinentes por su ente regulador. Se garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca así como la de no desestabilizar los taludes existentes.

Los procedimientos que se utilicen deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento y los materiales excavados deberán cargarse y transportarse hasta los sitios de utilización o los botaderos.

Así mismo, se deberá garantizar el tránsito de la vía pudiendo cerrar un carril en forma continua y los dos carriles por periodos no mayores a 4 horas con una hora de tránsito y en horarios de baja demanda de tránsito, así como de conservar la superficie de rodadura existente en las zonas que no se ejecuten trabajo alguno.

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

### **Manejo de Agua Superficial**

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos y acordonamientos de material que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

## Referencias Topográficas

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones, el Contratista deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas y marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

## Aceptación de los trabajos

El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto y las especificaciones del proyecto.

## Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

## Pago

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto.

Deberá cubrir, además los costos de limpieza final, el carguío y la disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, precortes, explosivos y voladuras; la excavación de acequias, zanjas, obras similares y el mejoramiento de esas mismas obras o de cauces naturales.

El transporte de los materiales provenientes de excedentes de la excavación se medirá y pagará de acuerdo con la partida correspondiente.

Ver Foto N° 04.

### 3.1.3 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

### **Excavación para la Explanación**

Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza.

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

En las excavaciones sin clasificar, se debe tener presente las mediciones previas de los niveles de la napa freática o tener registros específicos, para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales.

### **Materiales**

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.



Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o en los botaderos del proyecto.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegido contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particular causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Supervisor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

## **Equipo**

Se utilizarán los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabajen cerca a zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales, mercados y otros aunado a los especificados en el Estudio de Impacto Ambiental los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Se puede utilizar en este caso el siguiente equipo mecánico:

**Tractor S/O Pot. 300-330 HP**

**Cargador Frontal S/LL Pot. 200-250 HP, Cap. 4.0-4.1 YD3**

**Volquete 6x4 Pot. 330 HP, cap. 10 m<sup>3</sup>**

## **Requerimientos de Construcción**

### **Excavación**

Antes de iniciar las excavaciones se requiere tener aprobados los trabajos de topografía, remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, demolición y excavación de cunetas. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto.

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos.

Para las excavaciones en roca, el contratista podrá utilizar voladura controlada, los procedimientos, tipos, cantidades de explosivos y equipos, así como la secuencia y disposición de las voladuras, se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados y con toda la seguridad y permisos aprobados pertinentes por su ente regulador. Se garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca.

Toda excavación en roca se deberá profundizar ciento cincuenta milímetros (150mm.) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar, conformar y compactar con material seleccionado proveniente de las excavaciones o con material de sub base granular.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

Los procedimientos que se utilicen deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento, evitando la contaminación del afirmado con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales. Los materiales excavados deberán cargarse y transportarse hasta los sitios de utilización o los botaderos.

Así mismo, se deberá garantizar el tránsito de la vía pudiendo cerrar un carril en forma continua y los dos carriles por periodos no mayores a 4 horas con una hora de tránsito y en horarios de baja demanda de tránsito, así como de conservar la superficie de rodadura existente en las zonas que no se ejecuten trabajo alguno.

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando los taludes excavados tiene más de cinco (7) metros, y se presentan síntomas de inestabilidad, se deben de hacer terrazas o banquetas de corte de cuatro (4m.) de ancho dándole un peralte de 1% hacia el talud y realizar labores de sembrado de vegetación típica en la zona afectada, para evitar la erosión, ocurrencia de derrumbes o deslizamientos que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa aumentando los costos de mantenimiento.

### **Manejo del Agua Superficial**

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos y acordonamientos de material que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

### **Referencias Topográficas**

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones, se deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas y marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

### **Aceptación de los Trabajos**

El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto y las especificaciones del proyecto.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de treinta milímetros (30mm.) con respecto a la cota proyectada.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de treinta milímetros (30mm.) de las proyectadas.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

### **Pago**

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto.

Deberá cubrir, además los costos de conformación de la subrasante, su compactación en todo tipo de terreno, la limpieza final, el carguío y la disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, precortes, explosivos y voladuras; la excavación de acequias, zanjas, obras similares y el mejoramiento de esas mismas obras o de cauces naturales.

El transporte de los materiales provenientes de excedentes de la excavación se medirá y pagará de acuerdo con la partida correspondiente.

Ver Foto N° 05.

### **3.1.4 REMOCIÓN DE DERRUMBES**

Este trabajo consiste en la remoción, desecho y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, y que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras.

El derrumbe puede producirse durante la construcción de los cortes proyectados y dentro de sus límites, antes o después de ejecutarse los trabajos de excavación.

#### **Materiales**

Los materiales por remover serán los provenientes del derrumbe.

#### **Equipo**

Los equipos empleados deben de cumplir con las exigencias técnicas ambientales en lo que respecta a emisión de contaminantes y ruidos, los cuales antes de ser empleados deben tener la aprobación del supervisor.

Se puede utilizar en este caso:

Tractor S/O Pot. 300-330 HP

Cargador Frontal S/LL Pot. 200-250 HP, Cap. 4.0-4.1 YD3

Volquete 6x4 Pot. 330 HP, cap. 10 m<sup>3</sup>

### **Requerimientos de Construcción**

Cuando ocurra un derrumbe, se deberá colocar inmediatamente señales que indiquen, durante el día y la noche, la presencia del obstáculo, a fin de que no ocurran accidentes en perjuicio de los trabajadores, a los usuarios de la vía ni tampoco retrasen las obras con estos imprevistos.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegido contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particular causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas, ajustándose a las disposiciones legales vigentes. El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Si el material de derrumbe cae sobre cauces naturales en la zona de la vía, obras de drenaje, subrasante, sub base, base y pavimentos terminados, deberá extraerse con las precauciones necesarias, sin causar daños a las obras, las cuales deberán limpiarse totalmente.

Los materiales provenientes de los derrumbes deberán disponerse de la misma manera que el material excedente de las excavaciones.

Si el material de derrumbe cae sobre la vía que se halla disponible para el tránsito vehicular, la remoción del material deberá hacerse inmediatamente.

### **Aceptación de los Trabajos**

La remoción del derrumbe se considerará completa cuando la vía quede limpia y libre de obstáculos y las obras de drenaje funcionen normalmente.

### **Medición**

La unidad de medida para la remoción de derrumbes será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) aproximado al metro cúbico completo.

El volumen de material removido, desechado y dispuesto se medirá en banco con secciones topográficas antes y después de la eliminación del material, este volumen eliminado no será cuantificado en la partida de excavación en la zona afectada, evitando así la doble valorización para un mismo metrado.

### **Pago**

La remoción de derrumbes se pagará al precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de remoción, carga, transporte hasta la distancia de transporte libre de 120 m, descarga, desecho y disposición de cualquier material; deberá incluir, también, los costos por mano de obra, señalización preventiva de la vía, control del tránsito automotor, limpieza y restablecimiento del funcionamiento de las obras de drenaje obstruidas por los materiales de derrumbe.

El transporte de material de derrumbe a una distancia mayor de 120 m de transporte libre, se medirá y pagará de acuerdo a la partida correspondiente.

Ver Foto N° 06.

### **3.1.5 DESQUINCHE DE TALUDES**

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de desprender, cortar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales sueltos y peligrosos que se pueden caer de los taludes excavados requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, además pueden causar daños en la plataforma de la carretera o accidentes a los usuarios de esta.



## **Materiales**

Los materiales provenientes del desquinche podrán ser utilizados, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto.

Los materiales provenientes del desquinche que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de desquinche que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o en los botaderos.

## **Equipo**

Los equipos manuales y/o herramientas serán los más adecuados para las operaciones por realizar y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

## **Requerimientos de Construcción**

### **Desquinche**

La actividad de desquinche se ejecutara una vez terminado y aprobado la excavación de la zona y deberán iniciarse antes de cualquier trabajo en las zonas inferiores y/o plataforma existente.

La secuencia de todas las operaciones de desquinche debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto.

Se deberá garantizar el tránsito de la vía pudiendo cerrar imo un carril en forma continua y los dos carriles por periodos no mayores a 4 horas con una hora de

transito y en horarios de baja demanda de transito, así como de conservar la superficie de rodadura existente en las zonas que no se ejecuten trabajo alguno cuyo daño a este será evaluado por el Supervisor y correrá por cuenta del contratista su reparación de acuerdo a estas especificaciones.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al metro cuadrado completo, de material excavado en su posición original.

Todos los desquiches serán medidos por metro cuadrado ejecutado, con base en las longitudes inclinadas de los taludes de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación. Se considera un espesor promedio del material para calcular el volumen a eliminar, en coordinación con el Supervisor.

### **Pago**

El trabajo del desquinche se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto.

Deberá cubrir, además los costos de limpieza final, el carguío y la disposición de sobrantes.

El transporte de los materiales provenientes de excedentes del desquinche se medirá y pagará de acuerdo con la partida correspondiente.

Ver Foto N° 07.

### **3.1.6 REMOCION DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE**

Este trabajo consiste en el levantamiento, remoción y el retiro de la carpeta asfáltica existente, conforme con las dimensiones y alineamientos señalados en los planos del proyecto para la ampliación de la estructura del pavimento.

### **Requerimientos de Construcción**

Los trabajos de remoción deberán efectuarse según procedimientos adecuados para este fin. Su avance físico deberá ajustarse al programa de trabajo.

Si los trabajos de remoción afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, se deberá tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

En los lugares señalados en los planos del proyecto donde se indica la remoción total de la carpeta asfáltica existente, ésta se efectuará en el espesor previsto en los planos de tal forma de solamente retirar la capa del asfalto existente mas el espesor de penetración de la imprimación, los anchos a remover será tal que por ningún motivo el ancho a conformar de la ampliación de la nueva carpeta sea menor a 3.00m a nivel de subrasante para que sea conformado con una moto niveladora con facilidad y buena maniobrabilidad.

La remoción deberá de ejecutarse de tal forma de no contaminar el material de base para que pueda ser recuperado y reutilizado como material de mejoramiento así como también de no contaminar los suelos aledaños con este material de tal forma de ser eliminado o dispuesto en zonas aprobadas por el Supervisor.

Los materiales que se reúnan, almacenen, acopien temporalmente o definitivamente deben de estar protegidos contra las lluvias, debido a que pueden lavarse y afectar el medio en donde fueron ubicados.

### **Equipo**

Los equipos empleados deben de cumplir con las exigencias técnicas ambientales en lo que respecta a emisión de contaminantes y ruidos, los cuales antes de ser empleados deben tener la aprobación del supervisor.

Se puede utilizar en este caso:

**Cargador Frontal S/LL Pot. 125-155 HP, Cap. 3 YD3**

**Motoniveladora con uña (Pot. 85-120 HP)**

## **Limitaciones en la Ejecución**

Los trabajos remoción sólo se efectuarán cuando no haya lluvia. Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre la zona en demolición hasta que se haya completado su completa eliminación. Se utilizarán para el tránsito vehicular vías alternas construidas por el contratista; para ello se deberán instalar señales y otros dispositivos que indiquen y conduzcan claramente al usuario a través de ellos.

## **Medición**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al entero, de rasante de carpeta asfáltica removida. En este caso, el área se determinará con base a la semisuma de los anchos de las secciones transversales del proyecto localizado por su longitud removida.

## **Pago**

El trabajo de demolición de la carpeta asfáltica existente se pagará al precio unitario pactado en el contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación.

El precio unitario deberá cubrir los costos de demolición, remoción, carguío, disposición del material removido, y en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El transporte de los materiales removidos se pagará de acuerdo a la partida correspondiente.

Ver Foto N° 08.

### **3.1.7 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO**

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución

de las obras de desbroce y limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

**Base** parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido **variada** por el retiro de material inadecuado.

**Cuerpo**, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.

**Corona**, (capa subrasante), formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm), salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente. Esta última capa, será conformada, perfilada y compactada con el plantillado topográfico de las cotas de subrasante, con las tolerancias respectivas para este caso.

**Nota:** En el caso en el cual el terreno de fundación se considere adecuado, la parte del terraplén denominado base no se tendrá en cuenta.

### **Requisitos de los Materiales**

Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Supervisor, quien de ninguna manera permitirá la construcción de terraplenes con materiales de características expansivas.

Si por algún motivo sólo existen en la zona materiales expansivos, se deberá proceder a estabilizarlos antes de colocarlos en la obra. Las estabilizaciones serán definidas previamente en el Expediente Técnico.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados en la Tabla N° 01, a menos que por Especificaciones Especiales (EE) se indique lo contrario.

**TABLA N° 01 Requisitos de los Materiales**

Condiciones	Parte del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% pasa malla 75 $\mu$ m (N° 200)	< 35% en peso	< 50% en peso	< 25% en peso
Límite líquido	< 40%	< 40%	< 30%

En la Tabla N° 02 se especifican las normas y frecuencias de los ensayos a ejecutar para cada una de las condiciones establecidas en la Tabla N° 01.

### Equipo

El equipo empleado para la construcción de terraplenes debe ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Para la ejecución de estos trabajos, se puede utilizar el siguiente equipo mecánico:

- Cargador Frontal S/LL Pot. 200-250 HP, cap. 4.0-4.1 YD3.
- Motoniveladora Pot. 85-120 HP
- Rodillo Liso Vibratorio Pot. 101-135 HP, cap. 10-12 TN
- Volquete 6x4 Pot. 330 HP, cap. 10 m3.
- Camión Cisterna Pot. 178-210 HP, cap. 3000 GLN

### Requerimientos de Construcción

#### Preparación del Terreno

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base de éste deberá estar desbrozado y limpio, según se especifica en la partida “Roce y Limpieza” y ejecutadas las demoliciones de estructuras que se requieran. El Supervisor determinará los eventuales trabajos de remoción de capa vegetal y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área bases necesarias para garantizar la estabilidad del terraplén.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad de veinte centímetros (20 cm.).

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada, de acuerdo con los planos, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo.

Cuando lo señale el proyecto, la capa superficial de suelo existente que cumpla con lo señalado en Requisitos de los Materiales de la presente especificación, deberá mezclarse con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiere de construirse sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales, su tratamiento previo o la utilización de cualquier otro medio propuesto, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado.

### **Base y Cuerpo del Terraplén**

Sólo se autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado.

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el



grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas.

Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí. Será responsabilidad del Constructor asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista, el Constructor propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Supervisor, cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación.

Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En las bases y cuerpos de terraplenes, las densidades que alcancen no serán inferiores a las que den lugar a los correspondientes porcentajes de compactación exigidos, de acuerdo con la Aceptación de los trabajos.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén masivo que se esté compactando.

El espesor de las capas de terraplén será de 0.20 m. En sectores previstos para la instalación de elementos de seguridad como guardavías, se deberá ensanchar el terraplén de acuerdo a lo indicado en los planos.

### **Corona del Terraplén**

La corona deberá tener un espesor compacto mínimo de treinta centímetros (30 cm) **construidos** en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán **utilizando suelos**, según lo **establecido** en la Requisitos de los Materiales, se **humedecerán** o **airearán** según sea necesario, y se compactarán **mecánicamente** hasta obtener los niveles señalados.

Los terraplenes se deberán **construir** con la cota superior indicada en los planos, más los **bombes** o **peraltes** **correspondientes** según sea el caso (tangentes o curvas), en la **dimensión** **suficiente** para **compensar** los asentamientos **producidos** por efecto de la **consolidación** y **obtener** la rasante final a la cota **proyectada**, con las **tolerancias** **establecidas**.

Si por **causa** de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las **proyectadas** **incluidas** las **tolerancias** **indicadas** en esta especificación, se **deberá** **escarificar** la capa superior del terraplén en el espesor adecuado y **adicionar** del mismo material **utilizado** para conformar la corona, efectuando la **homogeneización**, **humedecimiento** o **secamiento** y **compactación** **requeridos** hasta **cumplir** con la cota de subrasante.

Si las **cotas**  **finales** de subrasante resultan superiores a las **proyectadas**, **teniendo** en **cuenta** las **tolerancias** de esta **especificación**, se **deberá** **retirar**, el **espesor** en **exceso**.

### **Acabado**

Al **terminar** cada **jornada**, las **capas** o **superficie** del terraplén **deberá** estar **compactada** y **bien** **nivelada**, con **declive** **suficiente** que **permita** el **escurrimiento** de **aguas** **lluvias** sin **peligro** de **erosión**.

### **Limitaciones en la Ejecución**

La **construcción** de **terraplenes** **sólo** se **llevará** a **cabo** cuando no haya **lluvia**. **Deberá** **prohibirse** la **acción** de **todo** tipo de **tránsito** sobre las **capas** en **ejecución**, hasta que se **haya** **completado** su **compactación**. Si ello no resulta **posible**, el

tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadura en la superficie.

### **Estabilidad**

Se debe considerar la revegetación en las laderas adyacentes para evitar la erosión pluvial, y verificar el estado de los taludes a fin de que no existan desprendimiento de materiales y/o rocas, que puedan afectar al personal de obra y maquinarias con retrasos de las labores.

Si el trabajo ha sido hecho adecuadamente conforme a las especificaciones, planos del proyecto y resultaren daños causados exclusivamente por lluvias copiosas que excedan cualquier máximo de lluvias de registros anteriores, derrumbes inevitables, terremotos, inundaciones que excedan la máxima cota de elevación de agua registrada o señalada en los planos, se reconocerán los costos por las medidas correctoras, excavaciones necesarias y la reconstrucción del terraplén, salvo cuando los derrumbes, hundimientos o inundaciones se deban a mala construcción de las obras de drenaje, falta de retiro oportuno de encofrado u obstrucciones derivadas de operaciones deficientes de construcción.

### **Aceptación de los Trabajos**

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

#### **Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se efectuará los siguientes controles principales:

**Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado.**

**Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.**

**Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.**

**Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.**

Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.

Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.

Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

### **Calidad de los Materiales**

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

La Granulometría

El límite líquido.

El contenido de materia orgánica del suelo.

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Sección Requisitos de los Materiales, según el nivel del terraplén, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, se examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, efectuará verificaciones periódicas de la calidad del material que se establecen en la Tabla N° 02.

### **Calidad del Producto Terminado**

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la subrasante y pendientes establecidas.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista, los mismos que serán "peinados" manual o mecánicamente hasta conseguir su estabilidad de reposo de acuerdo a las inclinaciones indicadas en el proyecto.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos.

La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada, perfilada y compactada, no deberá variar en más de veinte milímetros (20 mm) de la cota proyectada.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, se deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

#### - Compactación

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán según se establece en la Tabla N° 02 y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

La densidad media del tramo ( $D_m$ ) deberá ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima obtenida en el ensayo próctor modificado de referencia ( $D_e$ ) para la base y cuerpo del terraplén y el noventa y cinco por ciento (95%) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

**$D_m \geq 0.90 D_e$  (base y cuerpo) y  $D_m \geq 0.95 D_e$  (corona)**

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

A su vez, la densidad obtenida en cada ensayo individual ( $D_i$ ), deberá ser igual o superior al noventa y ocho por ciento (98%) del valor medio del tramo ( $D_m$ ),

admitiéndose un (1) sólo resultado por debajo de dicho límite, so pena del rechazo del tramo que se verifique.

**Di  $\geq$  0.98 Dm**

#### **- Irregularidades**

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas.

#### **Protección de la corona del terraplén – subrasante terminada**

El Contratista deberá responder por la conservación de la subrasante terminada hasta que se coloque el pavimento o capa superior y corregirá, a su costo, cualquier daño que ocurra en ella después de terminada.

El trabajo de terraplenes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación.

#### **Ensayo de Deflectometría sobre la subrasante terminada**

Una vez terminada la explanación se hará Deflectometría cada 40 metros alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de viga Benkelman, el FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la sub-base o con la base granular. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres mediciones por punto.

Los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se efectúen al nivel de carpeta.

Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de los equipos, procedimientos constructivos y en general de todos los elementos

involucrados en la puesta en obra de la subrasante. De dicho control forman parte la medición de las deflexiones que se menciona en el primer párrafo. Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante, es la determinación de problemas puntuales de baja resistencia que puedan presentarse durante el proceso constructivo, su análisis y la oportuna aplicación de los correctivos a que hubiere lugar.

Se deberá tomar las medidas de protección del equipo de trabajo y el control de tránsito. Para el caso de la viga Benkelman se proveerá un volquete operado con las siguientes características:

Clasificación del vehículo	: C2 (camión Volquete 6 m3)
Peso con carga en el eje posterior	: 8200 Kilogramos
Llantas del eje posterior	: Dimensión 10 x 20, doce lonas. Presión de inflado: 552 Kpa (5.6 Kg f/cm2 o 80 psi). Excelente estado.

El vehículo estará a disposición hasta que sean concluidas todas las evaluaciones de Deflectometría.

Se garantizará que el radio de curvatura de la deformada de la Subrasante que determine en obra sea preciso, para lo cual hará la provisión del equipo idóneo para la medición de las deflexiones. Así mismo, para la ejecución de los ensayos deflectométricos, se hará la provisión del personal técnico, papelería, equipo de viga Benkelman doble o simples, equipo FWD y en general, de todos los elementos que sean requeridos para llevar a efecto satisfactoriamente los trabajos antes descritos.

De cada tramo que el Contratista entregue a la Supervisión completamente terminado para su aprobación, deberá enviar un documento técnico con la información de Deflectometría, procesada y analizada. La Supervisión tendrá veinticuatro (24) horas hábiles para responder, informando las medidas correctivas que sean necesarias. Se requiere realizar el procedimiento indicado, para colocar la capa estructural siguiente.



## Medición

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico ( $m^3$ ), de material compactado, en su posición final y utilizando el método de las áreas medias.

Todos los terraplenes serán medidos por los volúmenes verificados por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos de terraplenes. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago:

Las líneas del terreno (terreno natural, con capa vegetal removida, afirmado existente, cunetas y taludes existentes).

Las líneas del proyecto (nivel de subrasante, cunetas y taludes proyectados).

## Pago

El trabajo de terraplenes se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación.

El precio unitario deberá cubrir los costos de roce y limpieza, escarificación, nivelación, conformación, compactación y demás trabajos preparatorios de las áreas en donde se haya de construir un terraplén nuevo; deberá cubrir, además, la colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de terraplenes; y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los terraplenes, de acuerdo con esta especificación y los planos.

Ver Foto N° 09.

TABLA N° 02

## Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia	Lugar del muestreo
Material para terraplenes	Granulometría	ASTM D – 422	1 cada 1500 m3	Cantera
	L.L.	ASTM D – 423	1 cada 1500 m3	Cantera
	Materia Orgánica	ASTM D – 1889	1 cada 10,000 m3	Cantera
	Densidad	ASTM D – 1557 ASTM D – 1556	1 por cada 250 m2 (en cada capa)	Tramo 1,500 m2

## 3.1.8 PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE ZONAS DE CORTE

El trabajo comprende el conjunto de actividades de escarificación, conformación y compactación de la subrasante en corte.

## Equipo

Los equipos empleados deben de cumplir con las exigencias técnicas ambientales en lo que respecta a emisión de contaminantes y ruidos, los cuales antes de ser empleados deben tener la aprobación del supervisor.

Se puede utilizar en este caso:

- Motoniveladora (Pot. 85-120 HP)
- Rodillo Liso Vibratorio (Pot. 101-135 HP, Cap. 10-12 TN)
- Camión Cisterna (Pot. 178-210 HP, cap. 3000 GLN)

## Requerimientos de Construcción

Al alcanzar el nivel de subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad de cincuenta a cien milímetros (50mm – 100mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las

exigencias de compactación definidas mas adelante en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150mm).

Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, se deberá realizar las modificaciones que corresponden, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

### **Aceptación de los Trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, se deberá efectuar los siguientes controles principales:

**Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado.**

**Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.**

**Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.**

**Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas perfiladas y compactadas.**

**Verificar la compactación de la subrasante.**

**Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.**

El trabajo de perfilado y compactación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto y estas especificaciones.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de treinta milímetros (30mm.) con respecto a la cota proyectada.

## **Compactación de la Subrasante en Zonas de Excavación**

La compactación de la subrasante, se verificará con una prueba cada 100m<sup>3</sup> de plataforma terminada.

Los lugares para las mediciones se elegirán al azar.

El grado de compactación logrado no debe ser menor de 95% de la máxima densidad determinada por el Proctor Modificado.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al metro cuadrado completo, de superficie perfilada y compactada.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material colocado, perfilado, nivelado y compactado sobre plataforma excavada en roca.

### **Pago**

El trabajo de perfilado y compactación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto.

Deberá cubrir, los costos de conformación de la subrasante, su compactación en todo tipo de terreno, la limpieza final, conformación de las zonas laterales y las de préstamo y disposición de sobrantes.

El precio cubre todos los costos de personal, equipos y materias primas necesarios para la ejecución de los ensayos de calidad.

Ver Foto N° 10

### **3.1.9 PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE**

La subrasante está compuesta por los últimos 35 cm. (nivel superior) del suelo, proveniente del acabado del movimiento de tierras (cortes o terraplenes), como una superficie conformada y estabilizada de acuerdo a las secciones transversales típicas del proyecto.

### **Materiales**

Los materiales de la subrasante están formados comúnmente por suelos naturales provenientes de cortes, utilizados también en algunos casos en áreas de relleno por compensación de volúmenes, siempre y cuando sean aprobados por la supervisión. Así mismo cuando la subrasante es preparada con material de préstamo, los materiales son seleccionados y provienen de canteras.

### **Equipo**

El equipo empleado para la preparación de la subrasante deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos.

En la ejecución de estos trabajos, se utilizó los siguientes recursos:

- Motoniveladora Pot. 85-120 HP.
- Rodillo Liso Vibratorio Pot. 101-135 HP, Cap. 10-12 TN.
- Camión Cisterna Pot. 178-210 HP, Cap. 3000 GLN.

### **Requerimientos de Construcción**

Terminadas las obras preliminares de movimiento de tierras y otros, y estando a nivel de la futura subrasante del proyecto, se procede a su escarificación mediante motoniveladoras, en una profundidad no menor de 25 cm. O en su

defecto, de acuerdo al tipo de suelo que sirve de subrasante, debiendo eliminarse las partículas mayores de 2 ½”.

Terminada la escarificación, se procede a la distribución del agua mediante sistemas dotadas de dispositivos adecuados para riegos uniformes, para alcanzar una cantidad de agua lo más próxima a la humedad óptima obtenida por el ensayo de Proctor Modificado, obtenido en el laboratorio para muestras representativas del suelo subrasante.

La compactación se efectúa con equipos que permitan alcanzar grados de compactación satisfactorios de acuerdo al tipo de suelo de la subrasante. En suelos cohesivos se utilizan rodillos pata de cabra, cilíndricos y neumáticos: en suelos granulares no cohesivos cilindros lisos y vibratorios.

La compactación se empieza en los bordes hacia el centro y se efectúa hasta alcanzar igual al 95 % de la Densidad Máxima seca teórica, obtenida en el laboratorio por el método de Proctor Modificado (ASTM – D – 698), AASHTO T – 180.

### **Controles**

Para verificar la calidad del suelo de la subrasante, se efectúan los siguientes controles:

**Granulometría (ASTM D-422)**

**Límite de consistencia (ASTM D-423-424, AASHTO T-89-90)**

**Proctor modificado (ASTM D-698, AASHTO T-180)**

**Densidad de campo (ASTM 1556)**

El número y frecuencia de los controles como mínimo debe ser la siguiente:

**Límite de consistencia y análisis granulométrico del suelo cada 600 m<sup>2</sup>.**

**Compactación Dinámica, Proctor Modificado cada 1,200 m<sup>2</sup> de subrasante.**

Densidades de campo y control de humedad cada 120 m<sup>2</sup>., dispuestos en tres bolillos.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al metro cuadrado completo, de superficie perfilada y compactada.

### **Pago**

El trabajo de perfilado y compactación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto.

Deberá cubrir, los costos por escarificar, nivelar y compactar la subrasante y por todos los costos de personal, equipos, transporte y todo concepto necesario para completar este trabajo, incluyendo además las pruebas de laboratorio.



## **CAPITULO IV**

### **4.1 PAVIMENTOS**

#### **4.1.1 BASE GRANULAR**

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

Se colocará material de base granular en la conformación de calzada, de bermas y de ser necesario, en la regularización de base granular existente, donde se haya levantado la carpeta asfáltica.

#### **Materiales**

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

El material para la base de piedra triturada, consistirá de partículas compactas y durables, y un rellenedor de arena u otro material partido en partículas finas. La porción de material retenido en el Tamiz No. 4, será llamado agregado grueso y aquella porción que pasa por el mismo, será llamado agregado fino, la grava deberá ser aprobada por el Supervisor antes de ser tamizada y triturada.

El material compuesto para la base debe estar libre de material vegetal y terrones de tierra de calidad indeseable. Deberá presentar una granulometría continua uniforme, bien graduada, de acuerdo a la fórmula de trabajo y dosificación aprobada por la Supervisión.

## Características

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

### Agregado Fino:

Limite Líquido (AASHTO T-89)	Máximo 25%
Índice Plástico (AASHTO T- 90)	N. P.
Equivalente de Arena (ASSHTO-T176)	Mínimo 35%
Sales Solubles Totales	Máximo 0.5%
Durabilidad (ASTM C-88) con Sulfato de Sodio	Máximo 12%
Índice de Durabilidad (AASHTO T-210)	Mínimo 35%

### Agregado Grueso:

Abrasión (ASTM C-131 / AASHTO T-96)	Máximo 40%
Partículas con por lo menos 2 caras de fractura (ASTM D-693)	100%
Partículas chatas y alargadas (ASTM D-693)	Máximo 20%
Valor Relativo de Soporte, C.B.R. (4 días de inmersión en agua) (AASHTO T-193) de la M.D.S.	Mínimo 100% al 100%
Porcentaje de Compactación del Próctor Modificado (AASHTO T- 180)	Mínimo 100%
Variación en el contenido óptimo de humedad del Próctor Modificado	+/- 1.0%
La fracción de material que pasa el tamiz N° 200 no excederá los 2/3 de la fracción que pasa la malla N° 40 y deberá en lo posible tender a cero. El tamaño máximo será de 2".	
Índice de Durabilidad (AASHTO T-210)	Mínimo 35%

## Granulometría

La composición final de la mezcla de agregado presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según la formula de trabajo y

dosificación aprobada por el Supervisor de acuerdo a alguno de los requisitos granulométricos que se indican a continuación:

MALLA (Tamiz)	% EN PESO SECO QUE PASA		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
2"	100	100	—
1"	—	75-95	100
3/8"	30-65	40-75	50-85
Nº 4	25-55	30-60	35-65
Nº 10	15-40	20-45	25-50
Nº 40	8-20	15-30	15-30
Nº 200	2-8	5-15	5-15

### Equipo

El equipo empleado para la construcción de la base granular deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos.

En la ejecución de estos trabajos, se puede utilizar en este caso:

- Cargador Frontal S/LL Pot. 200-250 HP, Cap. 4.0-4.1 YD3
- Volquete 6x4 Pot. 330 HP, Cap. 10 m<sup>3</sup>
- Motoniveladora Pot. 85-120 HP
- Rodillo Liso Vibratorio Pot. 101-135 HP. Cap. 10-12 TN
- Camión Cisterna Pot. 178-210 HP. Cap. 3000 GLN.

### Requisitos de Construcción

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de la correspondiente partida de trabajo.

El equipo será el más adecuado y apropiado para la explotación de los materiales de clasificación, trituración, equipo de carga, descarga, transporte, así como herramientas menores.

La planta de trituración, debe contar con unidades primarias y secundarias como mínimo.

### **Explotación de Materiales y Elaboración de Agregados**

Los materiales de base serán en planta, utilizando para ello dosificadoras de planta; no se permitirá la combinación, en patio ni en vía mediante cargadores y otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deber estar dentro del rango dado por las tolerancias mostradas en el huso granulométrico, si la granulometría sale de la banda de trabajo, no se permitirá su colocación en la obra.

### **Colocación y Extendido**

El material de la capa de base será colocado en una superficie debidamente preparada, perfilada y compactada, en capas de máximo 15 cm. de espesor final compactado, de acuerdo a los alineamientos y rasantes indicadas en los planos.

El material será colocado y esparcido en una capa uniforme y sin segregación de tamaño, con un espesor suelto tal, 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 en hileras, si el equipo así lo requiere. Cuando se necesite

más de una capa, se aplicará para cada una de ellas el procedimiento de construcción que a continuación se describe.

## **Mezcla**

Después de que el material de base ha sido esparcido, será mezclado por medio de una cuchilla de motoniveladora en toda la profundidad de la capa, llevándolo alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada. Una motoniveladora 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 será usada para la mezcla. Se regará el material durante la mezcla cuando sea necesario o así lo ordene 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.

En caso que sea necesaria la adición de agua, para lograr la humedad de compactación en pista, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado por el Supervisor, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.

## **Compactación**

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

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 el mismo, hasta que la superficie resulte pareja y uniforme. A lo largo de las curvas, colectores, muros y en todos los sitios no accesibles al rodillo, el material de base deberá compactarse íntegramente mediante el empleo de apisonadores mecánicos.

El material será tratado con motoniveladora 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 la operación, el Supervisor deberá efectuar ensayos de control de densidad-humedad de acuerdo con el método AASHTO T-238 y T-239, efectuando un ensayo por cada 75 m<sup>3</sup> de material colocado en pista, y si el mismo comprueba que la densidad resulta inferior al 100% de la densidad máxima determinada en el Laboratorio en el ensayo método D AASHTO T-180, el Contratista deberá completar con el rodillado o apisonado adicional, en la cantidad que fuese necesario para obtener la densidad señalada.

Se podrán utilizar otros tipos de ensayos para determinar la densidad en Obra, a los efectos de un control adicional, después de obtener los valores de densidad, determinados por el método AASHTO T-238 – T-239.

El Supervisor podrá autorizar la compactación mediante el empleo de equipos diferentes a los especificados, siempre que se asegure que el empleo de tales equipos alternativos producirá densidades de no menos del 100% de las especificadas. El permiso del Supervisor para usar un equipo de compactación diferente, deberá otorgarse por escrito indicando las condiciones bajo las cuales el equipo podrá ser utilizado.

## **Aceptación de los Trabajos**

### **Controles**

Se aplica lo indicado en esta especificación técnica

### **Calidad de los Agregados**

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en esta especificación técnica.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en esta especificación.

No se permitirá que a simple vista el material presente restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

### **Calidad del Producto Terminado**

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

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

#### **a. Compactación**

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una (1) vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que el promedio de ellas (Dm) sea igual o mayor al cien por ciento (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor modificado (norma de ensayo AASHTO T-180) de referencia (De).

$$Dm \geq De$$

A su vez, la densidad obtenida en cada medida individual (Di) deberá ser mayor al noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad del tramo.

$$Di \geq 0.98 \cdot Dm.$$



**Admitiéndose sólo un valor debajo de esta exigencia. En caso de no cumplirse estos requisitos, se rechazará el tramo. La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en esta especificación técnica.**

#### **b. Espesor**

**El espesor de la base terminada no deberá diferir en +/- 1 cm. de lo indicado en los planos y secciones transversales típicas. 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 de ensayos, u otros métodos aprobados. Se tendrá en cuenta que luego de ejecutada la Base, se imprimirá y colocará una carpeta asfáltica.**

**Los puntos para la medición serán seleccionados por el 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 entre los ensayos podrá alargarse a criterio del 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, mayor que la admitida por la tolerancia, se harán mediciones adicionales a distancias aproximadas a 10 m hasta que se compruebe que el espesor se encuentra dentro de los límites autorizados. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la base granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo y satisfacción del Supervisor. 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 de la base y la operación de su relleno con materiales adecuadamente compactados, deberá efectuarse por parte del contratista, bajo el control del Supervisor.**

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

$$em \geq ed \pm 10 \text{ mm}$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$ei \geq 0.9 \text{ ed}$$

### c. Lisura

A fin de asegurar que la superficie de la capa de base tenga un acabado tal que, luego de colocada la carpeta asfáltica, no se sobrepase los límites máximos de rugosidad especificada, se deberá proceder a verificar la regularidad superficial, ya sea utilizando equipos topográficos, equipos tipo perfilometro o del tipo respuesta o cualquier otro equipo aprobado por el Supervisor. La rugosidad medida en la superficie de la capa de base terminada no deberá ser mayor de 2.5 IRI característico.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a quince milímetros (15 mm) para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligado escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

## Control de Calidad y Frecuencias

Se efectuaron los siguientes controles:

CARACTERISTICA	METODO	FRECUENCIA	LUGAR DE MUESTREO
Granulometría	AASHTO T-27	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera y Pista
Índice de Plasticidad	AASHTO T – 90	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera y Pista
Equivalente de Arena	ASTM D – 2419	2 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera
Abrasión	AASHTO T – 96	1 cada 4,500 m <sup>3</sup> (mínimo 2)	Cantera
Durabilidad con Sulfato de Sodio	AASHTO T – 104	1 cada 4,500 m <sup>3</sup> (mínimo 2)	Cantera
Densidad / Humedad (Próctor Modificado)	AASHTO T – 180	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Pista
Densidad de Campo	AASHTO T – 191	1 cada 75 m <sup>3</sup>	Pista
CBR	ASTM D – 1883	1 cada 4,500 m <sup>3</sup> (mínimo 2)	Cantera
Partículas Fracturadas	ASTM D – 5821	1 cada 4,500 m <sup>3</sup> (mínimo 2)	Cantera y Pista
Sales Solubles		1 cada 4,500 m <sup>3</sup> (mínimo 2)	Cantera
Partículas chatas y alargadas	ASTM D – 693	1 cada 4,500 m <sup>3</sup> (mínimo 2)	Cantera y Pista

### Ensayo de Deflectometría

El ensayo ha sido expuesto en la partida Relleno Compactado con Material de Préstamo.

### Método de Medición

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

## **Pago**

La base granular ejecutada por el Contratista, y aprobadas por el Supervisor y medida según se ha establecido, será pagada en la partida correspondiente y al precio unitario del contrato por metro cúbico compactado según lo indicado en los planos; dicho precio y pago constituirá compensación completa por la extracción, carguío, chancado y zarandeado, colocación del mismo, riego, mano de obra, leyes sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

Ver Foto N° 11.

### **4.1.2 IMPRIMACIÓN ASFALTICA**

Esta partida se refiere a la aplicación, mediante riego, de asfalto líquido del tipo "Cut-back" sobre la superficie de una base o superficie del camino, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos, o como indique el Supervisor.

La calidad y cantidad de asfalto será la necesaria para cumplir los siguientes fines:

- a) Impermeabilizar a superficie de la base.
- b) Recubrir y unir las partículas sueltas de la superficie.
- c) Mantener la compactación de la base.
- d) Propiciar la adherencia entre la superficie de la base y la nueva capa a construirse.

## **Materiales**

El material asfáltico líquido puede ser:

Asfalto Cut-back, grado MC-30 o MC-70, de acuerdo a los requisitos de calidad especificados por la ASTM D-2027 (AASHTO M-82) (tipo curado medio).

## **Equipo**

El equipo para la colocación de la capa de imprimación debe incluir una **barredora giratoria sopladora u otro tipo de barredora mecánica**, una **unidad calentadora para el material asfáltico** y un **distribuidor asfáltico a presión**.

El equipo señalado será el **mínimo requerido para este tipo de trabajo**; el Contratista deberá proveer **maquinaria adicional**, si en opinión del Supervisor, la **misma resulta necesaria para la culminación exitosa del trabajo de acuerdo a la presente especificación**.

**Todo el equipo necesario para realizar apropiadamente este trabajo deberá encontrarse en la zona del trabajo en condiciones óptimas y contar con la aprobación del Supervisor, antes del inicio de los trabajos.**

Los equipos empleados **deben de cumplir con las exigencias técnicas ambientales en lo que respecta a emisión de contaminantes y ruidos**, los cuales antes de ser empleados deben tener la **aprobación del supervisor**.

Se puede utilizar en este caso:

**Camión Imprimador (6x2, Pot. 178-200 HP, Cap. 1800 GLN)**

**Compresora Neumática (Pot. 93 HP, Cap. 335-375 PCM)**

**Volquete 6x4 Pot. 330 HP, cap. 10 m<sup>3</sup>**

El **diseño, equipamiento, mantenimiento y operación del distribuidor deberá garantizar la aplicación en forma uniforme del material asfáltico uniformemente calentado**, en anchos variables de la superficie de hasta 4.50 m., en regímenes **determinables y controlables en galones por metro cuadrado y a una presión uniforme que varía entre 25 a 75 libras por pulgada cuadrada (25 a 75 lb/pulg<sup>2</sup> – 1.8 a 5.4 kg/cm<sup>2</sup>) con una tolerancia de variación de cualquier proporción especificada mayor del 5%**.

### **Dosificación y Aceptación de los Trabajos**

La **totalidad del distribuidor debe ser de construido con garantía de que asegure la distribución del material asfáltico, con una precisión de 0.02 galones por metro cuadrado, dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.6 – 1.2 lt /**

por metro cuadrado (0.16 a 0.32 galones por metro cuadrado) para superficies nuevas y 1.2 a 1.51 lt /metro cuadrado (0.32 a 0.40 galones por metro cuadrado) según las condiciones de trabajo en parchados. la dosificación de material bituminoso deberá ser establecida previamente a la ejecución de los trabajos y aprobada por el supervisor, quien no aprobará áreas imprimadas donde la dosificación varíe de la aprobada en más del 10%.

### **Requisitos de Clima**

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra sea 13 °C en ascenso y cuando las condiciones climáticas, en opinión del Supervisor, sean favorables, es decir, no esté brumoso ni lluvioso.

La temperatura de la superficie del pavimento deberá ser superior a 20 °C. No se podrá colocar material asfáltico que no pueda curar durante las horas del día.

### **Preparación de la Superficie**

La superficie de la base que debe ser imprimada, debe estar en conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas al pavimento, aprobados por la Supervisión.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser retirado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino deben ser removidas ya sea por medio de una cuchilla niveladora o mediante una ligera escarificación, completando con una reconformación y compactación antes de la aplicación del material asfáltico. Cuando lo ordene el Supervisor, la superficie preparada debe ser ligeramente humedecida, por medio de rociado con agua, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.



## **Aplicación de la Capa de Imprimación**

El material asfáltico de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, mediante un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente.

Dependiendo del mantenimiento de tránsito previsto, el ancho de aplicación podrá ser en toda la plataforma o solamente en la mitad, queda a criterio de la Supervisión la metodología por emplear.

El material debe ser aplicado uniformemente, a la temperatura y velocidad de régimen especificadas por el Supervisor. La temperatura de aplicación del riego será aquella para la cual la viscosidad del asfalto se encuentre entre 60 y 100 SSF; el rango de variación aproximada de la temperatura resulta ser:

MC - 30	21°C – 62°C
MC - 70	41°C – 85°C

Estos límites de temperatura deberán ser aplicables; a no ser que los límites sean proporcionados por el fabricante para el lote específico.

En todos los casos, se tomará la temperatura del asfalto antes y después de ser aplicado, para el control respectivo.

Una penetración mínima de 05 mm en la base granular es indicativo de una adecuada penetración.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado, para mantener una línea recta de aplicación, debiéndose colocar papel al comienzo y al final de cada tramo de imprimación construida, de manera de evitar juntas transversales negras y antiestéticas.

Cualquier área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada, usando una manguera de esparcidor conectada al distribuidor. Debe



tenerse cuidado de utilizar la cantidad correcta de material asfáltico 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 el período de curado (4 días aproximadamente). Después que se haya aplicado el asfalto deberán transcurrir un mínimo de 4 horas, antes que se aplique la arena de recubrimiento, cuando esta se necesite para absorber posibles excesos en el riego asfáltico.

### **Protección de las Estructuras Adyacentes**

Las superficies de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de tal manera que se eviten salpicaduras o manchas. En caso de que esas salpicaduras o manchas ocurran, el Contratista deberá, por cuenta propia, retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

### **Apertura al Tráfico y Mantenimiento**

El área imprimada debe airearse sin ser arenada, por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío, o el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, podrá ser necesario un período más largo de tiempo.

Deberá evitarse que la superficie imprimada quede expuesta por más de 07 días de aplicado el riego de imprimación, siendo conveniente la colocación de la superficie de rodadura tan pronto como sea posible.

El Contratista deberá conservar la superficie imprimada hasta que la capa superficial sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado, parchar todas las roturas de la superficie imprimada con material asfáltico adicional.

### **Medición**

El método de medición se hará en dos formas y por separado:

La Superficie imprimada y aceptada por el Supervisor en metros cuadrados, teniendo en cuenta los anchos indicados en los planos y la longitud realmente regada.

Los galones de asfalto líquido MC-30 empleados en la imprimación, se obtendrán por la diferencia de volúmenes inicial y final, medidos antes y después de efectuar la aplicación del riego, utilizando una varilla graduada, se tomarán medidas de las alturas del líquido en el tanque espaciador.

## **Pago**

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se pagará con la partida imprimación los metros cuadrados de superficie imprimada y aceptada por el Supervisor. Este precio incluirá compensación total por todo el trabajo especificado en esta partida, humedecimiento de la base, aplicación de material de secado, mano de obra, herramientas, equipos, transporte del asfalto líquido, del material de secado, del agua eventualmente e imprevistos necesarios para completar el trabajo a entera satisfacción del Supervisor.

Los galones de asfalto líquido empleado en la imprimación, se pagarán en la Partida correspondiente, al precio contractual establecido.

El precio incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.

Ver Foto N° 12.

### **4.1.3 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO**

Este trabajo consistirá en la colocación de una o más capas de mezcla asfáltica fabricada en caliente y construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con las presentes Especificaciones.

### **Exigencias Generales**

Este trabajo deberá cumplir las exigencias generales aplicadas a todos los tipos de pavimento de mezcla asfáltica, sin consideración de graduación de los agregados minerales, tipo y cantidad del material asfáltico o de su uso. Las variaciones de dichas exigencias generales, se indican en los requisitos específicos que se establecen en las secciones correspondientes a cada tipo.

La obra a ejecutar, se compondrá de una o más capas construidas sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo con las presentes especificaciones.

### **Composición General de las Mezclas**

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

### **Materiales**

#### **Agregados Minerales Gruesos**

La proporción de los agregados, retenida en la Malla # 4, se designará 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.

No se utilizara agregados con tendencia a pulimentarse por acción del tráfico.

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

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

Los agregados gruesos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos:

ENSAYOS	(CAPA DE SUPERFICIE)
Abrasión (AASHTO T-96 ó ASTM C-131)	Máx 40%
Partículas chatas y alargadas (ASTM D-693)	Máx 15%
Durabilidad (AASHTO T-104 ó ASTM C-88) sulfato de sodio	Máx. 12%

### Agregados Minerales Finos

La proporción de los agregados que pasan la Malla # 4, se designará 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 ambos.

Dichos materiales se compondrán de partículas limpias, compactas, de superficies rugosas y moderadamente angulares, carentes de grumos de arcilla u otros aglomerados de material fino.

No se utilizarán en capas de superficie agregados con tendencia a pulimentarse por el tráfico.

Cuando sea necesario mezclar dos o más agregados finos, deberá hacerse a través de tolvas separadas y en los alimentadores en frío y no en el acopio.

Los Agregados finos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

ENSAYOS	(CAPA DE SUPERFICIE)
Durabilidad (AASHTO –T104 ó ASTM C-88) Sulfato de Sodio	Máx. 10%
Equivalente de arena (AASHTO – 176)	Min. 50%
Índice plástico del material que pasa malla N° 200	Máx. 4%

### Relleno Mineral ("Filler")

El material de relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o de ser el caso, como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, se compondrá de materiales tales como polvo calcáreo, polvo de roca y/o cal hidratada no plástica, debidamente aprobados por el Supervisor.

Estos materiales deberán carecer de materias extrañas y objetables; estarán perfectamente secos para poder fluir libremente y no contendrán grumos.

Su granulometría cumplirá con las siguientes exigencias:

Malla	% que pasa (En peso seco)
N° 30	100
N° 100	95 - 100
N° 200	80 - 100

### Cemento Asfáltico

La selección del cemento asfáltico será del grado de penetración que corresponda, de acuerdo a lo que se indica en el siguiente cuadro que se utiliza como referencia. El Supervisor tiene la facultad de aprobar un cemento asfáltico de grado de penetración diferente al recomendado si el diseño Marshall cumple con las exigencias indicadas en esta especificación y el Contratista presenta el debido sustento.

### Mezcla en Caliente

#### Tipo de Cemento Asfáltico Clasificado según Penetración

Ejes equivalentes 80 Kn	Temperatura Media Anual		
	24° C ó más	15-24° C	15° C ó menos
5 x 10 <sup>5</sup> ó más	40 – 50 ó 60 – 70	60 – 70	85 – 100 ó 120 - 150

El cemento asfáltico será homogéneo, carecerá de agua y no formará espuma cuando sea calentado a 175 °C. Se deberá tener en cuenta las temperaturas máximas de calentamiento recomendadas por el proveedor.

El cemento asfáltico deberá satisfacer los siguientes requerimientos:

#### CEMENTO ASFALTICO CLASIFICADO POR PENETRACIÓN

CARACTERÍSTICAS	PEN 40 – 50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN120-150	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Penetración a 25° C, 100 gr. 5 seg. 0.1 mm (AASHTO-T49) (ASTM-D5)	40	50	60	70	85	100	120	150
Punto de Inflamación, COC. ° C (AASHTO-T48) (ASTM-D92)	232	-	232	-	232	-	218	-
Ductibilidad a 25 °C, 5 cm/min, (AASHTO-T51) (ASTM-D113)	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa (AASHTO-T44) (ASTM-D2042)	99	-	99	-	99	-	99	-



CARACTERÍSTICAS	PEN 40 – 50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN120-150	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Susceptibilidad Térmica (AASHTO-T240) (ASTM-D2872) Ensayo de Película delgada en Horno, 3.2 mm 163° C, 5 hrs. ➤ Pérdida de masa % ➤ Penetración del residuo, % de la penetración original ➤ Dureza del residuo 25°C, 5 cm/min, cm.	-	0.8	-	0.8	-	1.0	-	1.5
Índice de Susceptibilidad Térmica	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0
Ensayo de la Mancha con solvente Heptano – Xileno (opcional)	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

### Fuentes de Provisión o Canteras

El Supervisor efectuará ensayos de laboratorio como medida de verificación y control de calidad de las canteras establecidas en el proyecto para la producción de mezcla asfáltica en caliente, así como del material de relleno mineral y cemento asfáltico, antes de iniciar el proceso de producción de mezcla asfáltica. Las muestras de cada uno de estos componentes, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

### Formula para la Mezcla en Obra

Antes de iniciar la obra, se presenta al Ing. Supervisor, por escrito, la "FORMULA DE MEZCLA" en obra, que se propone utilizar para la obra a ejecutarse. Esta fórmula se presenta estipulando para la mezcla el porcentaje definido y único, de agregados que pasan por cada uno de los tamices especificados; un porcentaje definido y único de bitumen a adicionarse a los agregados, una temperatura definida y única con la cual la mezcla ha de salir de la mezcladora y para el caso de mezclas que deben aplicarse en caliente, una temperatura definida y única a la cual la mezcla es colocada en la carretera.



La aprobación definitiva de la fórmula de trabajo por parte del Supervisor no exime al Contratista de su plena responsabilidad de alcanzar, con base a ella, la calidad exigida por la respectiva especificación.

Las tolerancias que se admiten en los trabajos específicos se aplican a la Fórmula de Trabajo que es única para toda la ejecución de la obra.

La fórmula aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si se produce cambios en los materiales, canteras o si las circunstancias lo aconsejan y previo visto bueno del Supervisor.

### **Aplicación de la Fórmula de Mezcla en Obra y Tolerancias**

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

Cada día el Supervisor extraerá tantas muestras en un mínimo de una de los materiales y los de la mezcla, para verificar la uniformidad requerida de dicha mezcla. Cuando por resultados desfavorables o una variación de sus condiciones lo hagan necesario, el Supervisor podrá fijar una nueva fórmula para ejecutar la mezcla para la obra.

Cuando se compruebe la existencia de un cambio en el material o se deba cambiar el lugar de su procedencia, se deberá preparar una nueva fórmula para la mezcla en obra, que será presentada por el Contratista y aprobada por el Supervisor antes de que se entregue la mezcla que contenga el material nuevo. Los materiales para la obra serán rechazados cuando se compruebe que tienen porosidades u otras características indeseables, para obtener una mezcla equilibrada, un régimen mayor o menor del contenido de asfalto que el que se ha fijado en la presente especificación.

### **Composición de la Mezcla de Agregados**

La mezcla se compondrá básicamente de agregados minerales gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en proporciones tales que se produzca

una curva continua aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado y elegido. La fórmula de la mezcla de obra será determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica.

La mezcla de agregados debe cumplir con la siguiente tabla:

### Porcentaje en Peso que Pasa

TAMIZ	Capas de Base		Capas de Superficie		Tolerancia (%)
	1°	¾"	½"	3/8"	
Tamaño Nominal Máximo					
1 ½"	100	-	-	-	+/- 5
1"	90 - 100	100	-	-	+ / - 5
¾"	-	90-100	100		+/- 5
½"	56 - 80	-	90-100	100	+/- 5
3/8"	-	56 - 80	-	90-100	+ / - 5
Nº 4	29 - 59	35 - 65	44-74	55-85	+ / - 5
Nº 8	19 - 45	23 - 49	28-58	32-67	+/- 4
Nº 30	-	-	-	-	-
Nº 50	5 - 17	5 - 19	5-21	7-23	+/- 3
Nº 100	-	-	-	-	-
Nº 200	1 - 7	2 - 8	2-10	2-10	+/- 1
I.P. Material que pasa la malla Nº 200 Máx 4%. No aplicable en el caso de la cal hidratada					
Variación del contenido de cemento asfáltico en la mezcla de diseño +/- 0.3 %					

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

### Características de la Mezcla Asfáltica en Caliente

Las características físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para tráfico pesado, empleando el método ASTM D-1559 "Resistencia al flujo plástico de mezclas bituminosas" y usando el método MARSHALL, serán las señaladas a continuación.

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO MARSHALL</b>	<b>Capa de Base</b>	<b>Capa de Superficie</b>
Número de Golpes en cada lado	75	75
Estabilidad (kg)	680 min	750 min
Flujo (mm)	2 – 4	2 – 4
Porcentaje Vacíos de aire en el agregado mineral	3 – 8	3 – 5
Índice de Compactibilidad	Min. 5 (***)	Min. 5 (***)
Índice de Rigidez		1700 – 3000
Estabilidad retenida, 24 a 60° C en agua	Min 50%	Min 75%
Contenido de Cemento Asfáltico	(****)	(****)

(\*\*\*) El índice de compactibilidad se define como: 1 siendo  
**GEB50 - GEB5**

GEB50 y GEB5 las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

(\*\*\*\*) El contenido de cemento asfáltico se determinará con los ensayos Marshall.

Las mezclas con valores de estabilidad anormalmente altos y valores de flujo anormalmente bajos, no son adecuadas, por lo tanto no serán aceptadas bajo ninguna circunstancia.

#### **Vacios Mínimos en el Agregado Mineral (VMA)**

<b>TAMIZ</b>	<b>VMA MARSHALL</b>
2.36 mm (Nº 8)	21
4.75 mm (Nº 4)	18
9.5 mm (3/8")	16
12.5 mm (1/2")	15
19.0 mm (3/4")	14
25.0 mm (1")	13
37.5 mm (1 1/2")	12
50.0 mm(2")	11.5

**Nota:** Los valores de la tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de la mezcla.

Asimismo, el agregado fino, al ser ensayado por el método de Riedel-Weber de la Norma Peruana (E220-1999) deberá tener un índice de adhesividad mayor de 4. De no cumplirse con estos requisitos, deberá mejorarse la afinidad agregado-asfalto, mediante el uso de un mejorador de adherencia, debiéndose verificar el cumplimiento del requisito de estabilidad retenida.

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

La tolerancia admitida en la mezcla para el contenido de cemento asfáltico será  $\pm 0.3\%$ :

### **Construcción**

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

### **Limitaciones de Clima**

Las mezclas se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C y el tiempo no esté nebuloso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

### **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 de producción de la planta mezcladora.

## **Planta y Equipos**

Todas las plantas utilizadas por el Contratista para la preparación de mezclas asfálticas, deberán concordar con los requisitos establecidos para las mezcladoras del tipo continuo, excepto, las exigencias con respecto a las balanzas, que se aplicarán únicamente cuando se hagan las proporciones de peso.

### **Exigencias para las Plantas de Asfalto**

#### **Uniformidad**

Las plantas serán diseñadas, coordinadas y accionadas de tal manera, que puedan producir una mezcla que concuerde con las tolerancias fijadas para la fórmula de mezcla en obra.

#### **Equipo para Preparación de Material Asfáltico**

Los tanques para el almacenamiento de material asfáltico, están equipados para permitir un calentamiento del material, bajo un control efectivo y positivo en todo momento, hasta obtener la temperatura del régimen especificado. El calentamiento es fijado por serpentines a vapor, electricidad u otros medios que impidan la posibilidad de que las llamas puedan tomar contacto con el tanque de calentamiento. El sistema circulatorio para el material asfáltico es del tamaño adecuado, para asegurar una circulación continua durante todo el periodo de funcionamiento. Los tanques poseen materiales adecuados para aislamiento, para mantener la temperatura especificada del material asfáltico en las cañerías, medidores, vertederos de pesaje, barras de riego y otros recipientes o cañerías, para por lo menos una jornada de trabajo. Con autorización escrita del Supervisor, el material asfáltico puede calentarse parcialmente en los tanques y ser llevado a la temperatura especificada, por medio de un equipo auxiliar de calentamiento, entre los tanques y la mezcladora.

#### **Alimentación de la Secadora**

La planta debe estar provista de medios mecánicos exactos, para conducir los agregados minerales a la secadora, de modo que se pueda obtener un nivel de producción y temperatura uniformes.

### **Secadora**

Se proveerá de una secadora rotativa, para secar y calentar los agregados y minerales a las temperaturas especificadas.

### **Cribas**

Se proveerá cribas en condiciones de tamizar todos los agregados, de acuerdo con los tamaños y proporciones especificados, debiendo tener una capacidad normal que exceda en algo de la mezcladora. Su eficiencia de funcionamiento deberá ser tal, que los agregados depositados en cualquier tolva no contengan más de un 10% de material mayor o menor al tamaño especificado.

### **Tolvas de Almacenamiento**

Las plantas incluirán tolvas de almacenamiento de suficiente capacidad, para almacenar la cantidad necesaria para alimentar la mezcladora cuando funcione a pleno régimen. Dichas tolvas serán divididas en por lo menos tres compartimientos y se dispondrán de modo que se asegure un almacenamiento individual y adecuado de las fracciones apropiadas de agregados, sin incluir el relleno mineral.

Cada compartimiento deberá tener un caño de descarga, que será de un tamaño y ubicación tales, que se evite la entrada de material en cualquiera de los otros cajones de almacenamiento. Los cajones estarán contruidos de manera que permitan una fácil extracción de muestras.

### **Dispositivos para el Control del Material Asfáltico**



Se proveerán medios satisfactorios, consistentes en dispositivos de pesaje o registradores, para lograr la obtención de la cantidad apropiada del material asfáltico en la mezcla, dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula para la mezcla en obra.

Un dispositivo registrador para el material asfáltico, lo puede constituir una bomba registradora de asfalto rotativa a desplazamientos, provista de un adecuado conjunto de boquillas regadoras en la mezcladora.

En plantas mezcladoras continuas, la velocidad de trabajo de la bomba estará sincronizada con la entrada de los agregados a la mezcladora, poseyendo un control de frenado automático, y este dispositivo deberá resultar fácilmente ajustable con exactitud. Se proveerán medios para verificar la cantidad, o el régimen de entrada de material asfáltico a la mezcladora.

### **Equipo Termométrico**

Se deberá fijar un termómetro blindado, con lecturas de 100 °F (37.8 °C) a 400 °F (204.4 °C), a la cañería de alimentación de material asfáltico, colocándolo convenientemente cerca a la válvula de descarga en el equipo mezclador.

Además, la planta deberá estar equipada con un termómetro de mercurio, con escala aprobada, un pirómetro eléctrico u otro instrumento termométrico aprobado, colocado de tal manera en la canaleta de descarga de la secadora, que indique y/o registre automáticamente la temperatura de los agregados pétreos calentados.

Para una mejor regulación de los agregados, el Supervisor, podrá exigir la sustitución de cualquier termómetro por otro aparato aprobado de registro de temperatura, así como el llenado de formularios diarios de registros de temperaturas.

### **Captador de Polvo**



La planta deberá estar equipada con un captador de polvo, construido de tal manera que pueda rechazar o devolver uniformemente al elevador, todo o parte del material colectado, según lo disponga el Supervisor.

### **Control del Tiempo de Mezclado**

La planta estará equipada con medios positivos para controlar el tiempo de mezclado y mantenerlo constante, a menos que el Supervisor ordene un cambio.

### **Laboratorio de Campaña**

Dentro de las instalaciones de la planta, el Contratista proveerá un local para un laboratorio de campaña, el cual deberá tener dimensiones externas mínimas de 8 pies (2.44 m) por 20 pies (6.1 m), y una altura del cielo raso de 8 pies (2.44 m), debiendo contar con por lo menos dos ventanas que puedan ser abiertas y una puerta con cerradura. Contará con una mesa de trabajo de un ancho de por lo menos 2 y 1/2 pies (0.76 m) por 8 pies (2.44 m) de longitud. La mesa estará provista de un lavadero y una cañería para aprovisionamiento de agua con su correspondiente grifo.

El aprovisionamiento de agua podrá efectuarse por medio de un tanque de alimentación a gravedad, de una capacidad mínima de 35 galones (132.475 lt.), el contratista esta obligado a proveer agua en cantidad suficiente para los ensayos a realizar.

Cuando exista energía eléctrica cerca del lugar, se instalará en el laboratorio cables eléctricos, debiendo contar con un aprovisionamiento adecuado de comiente para iluminación y accionamiento del equipo de ensayo. El local deberá encontrarse listo en la obra, en condiciones de efectuar ensayos, antes que las operaciones del Contratista exijan la realización de los mismos en campaña.

El laboratorio se destinará al uso exclusivo del Supervisor, y se ubicará de modo tal que los detalles de la planta sean claramente visibles desde una de sus ventanas.

## **Medidas de Seguridad**

Se instalan escaleras adecuadas y seguras para el acceso a la plataforma de la mezcladora y se dispondrá otras escaleras de mano, protegidas para llegar a cualquier parte de la planta y en lugares donde sea necesario. El acceso a las tolvas de los camiones se facilitará por medio de una plataforma u otro dispositivo conveniente, para permitir al Supervisor obtener muestras y controles de la temperatura de la mezcla; también debe permitir el movimiento del equipo de calibración de las balanzas, el de extracción de muestras, etc. Se proveerá un sistema de aparejo o poleas para levantar el equipo desde el suelo hasta la plataforma o para bajarlo a ésta.

Todos los engranajes, poleas, cadenas, ruedas dentadas y otras piezas móviles peligrosas, deberán blindarse o protegerse debidamente.

## **Equipo para Transportes y Colocación**

### **Camiones**

Los camiones para el transporte de mezclas asfálticas deberán contar con tolvas herméticas, limpias y lisas de metal, que hayan sido cubiertas con una pequeña cantidad de agua jabonosa o solución de lechada de cal, para evitar que la mezcla se adhiera a las tolvas. Cada carga de mezcla se cubrirá con lonas u otro material adecuado, de tamaño suficiente para proteger la mezcla contra las inclemencias del tiempo. 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 asfalto en cantidades perjudiciales; o que produzcan demoras indebidas, será retirado del trabajo cuando el Supervisor lo ordene, hasta que haya sido corregido el defecto señalado.

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

## **Equipo de Distribución y Terminación**

El equipo para la distribución y terminación, se compone de pavimentadoras o distribuidoras previamente aprobadas por la Supervisión, capaces de distribuir y terminar la mezcla, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y perfil tipo de obra.

Las pavimentadoras están 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 están equipadas también con dispositivos de manejo y nivelación, rápidos y eficientes, y dispondrán de velocidades en marchas atrás y adelante.

Las pavimentadoras emplean dispositivos mecánicos tales como enrasadoras de emparejamiento a regla metálica, brazos de emparejamiento u otros dispositivos compensatorios, para mantener la exactitud de las pendientes y confinar los bordes del pavimento dentro de sus líneas, sin uso de moldes laterales fijos.

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

Las pavimentadoras estarán equipadas con sistemas de nivelación electrónicos (sensores), a fin de lograr un acabado superficial que cumpla con los límites de rugosidad especificada.

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 usado, deja en el pavimento fisuras, 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.

### **Rodillos de Compactación**

El equipo de compactación comprende como mínimo un rodillo en tandem y una del tipo neumático autopulsado. También podrán utilizarse de tres ruedas lisas, vibradores y compactadores y otro equipo similar que resulte satisfactorio para el Supervisor. El equipo en funcionamiento debe ser suficiente para compactar la mezcla rápidamente, mientras se encuentre aún en condiciones de ser trabajada. No se permite el uso de un equipo que produzca trituración de los agregados.

### **Herramientas Menores**

El Contratista debe proveer medios para todas las herramientas menores, limpias y libres de acumulaciones de material asfáltico. En todo momento deberá tener preparados y listos la suficiente cantidad de lienzos encerados o cobertores para poder ser utilizados por orden del Supervisor, en emergencia tales como lluvias, o demoras inevitables, para cubrir o proteger todo material que haya sido descargado sin ser distribuido.

### **Preparación del Material Asfáltico**

El material asfáltico será calentado a la temperatura especificada, en calderas o tanques, diseñados de tal manera que se evite un calentamiento local excesivo, y se obtenga un aprovisionamiento continuo del material asfáltico para la mezcladora, a temperatura uniforme en todo momento.

El cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad óptima establecida según Carta Viscosidad - Temperatura, Método

ASTM D-2493, a fin de obtener un aprovisionamiento continuo del material asfáltico que sea aplicable uniformemente a los agregados.

### **Control de Producción en Planta**

Los controles a efectuarse durante los días de producción de la mezcla asfáltica en caliente son los siguientes:

- a) Granulometría de los agregados, debe de controlarse el caudal de agregados para conseguir la mezcla de agregados deseados.
- b) Control permanente de la temperatura de los agregados, del cemento asfáltico y de la mezcla asfáltica en caliente.
- c) Proporción de cemento asfáltico, así como, la granulometría de la mezcla asfáltica elaborada.

### **Tramos de Prueba**

Al iniciarse los trabajos, el Contratista de las obras construirá en un tramo seleccionado dentro de la obra y aprobado por la Supervisión, una o varias secciones de 100 m de longitud y 3.60 m de ancho de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ellas se probará el equipo y el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la mezcla y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría, contenido de asfalto y demás requisitos. En el caso de que los ensayos indicasen que la mezcla no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la instalación de fabricación y sistemas de extensión y compactación o, si ello es necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiendo la ejecución de las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

### **Transportes y Entrega de la Mezcla**

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente

con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche, si a juicio del Supervisor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

### **Distribución y Terminación**

La temperatura de colocación de la mezcla asfáltica, sobre la superficie preparada, será de 130°C mínimo, la mezcla se extenderá con la máquina **pavimentadora**, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con secciones bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la **pavimentadora** y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la **pavimentadora** deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quedo sin extender en la tolva o bajo la **pavimentadora** no baje de la especificada; de lo contrario deberá ejecutarse una junta transversal. Tras la **pavimentadora** se deberá disponer un número suficiente de obreros calificados; agregando mezcla en caliente y enrasándola, según se precie, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación. En tales superficies la mezcla será vertida desde toboganes de acero, distribuida y cribada para conservar el espesor correspondiente del material requerido.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.



**No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra la temperatura ambiente a la sombra sea inferiores a diez grados Celsius (10° C).**

### **Compactación**

**Inmediatamente después que la mezcla ha sido repartida y emparejada, la superficie es verificada, nivelando todas las irregularidades comprobadas la misma y compactándola uniformemente por medio de un rodillo.**

**La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.**

**El trabajo inicial de compactación, será efectuado en el caso de un recubrimiento completo, con un rodillo tándem tipo estático o vibratorio, que trabaje siguiendo al distribuidor de material y cuyo peso será tal que no produzca hundimiento o desplazamiento de la mezcla. El rodillo sera accionado mediante un cilindro de mando ubicado lo más cerca posible del distribuidor de material a menos que el Supervisor indique otra cosa.**

**De usarse rodillo vibratorio deberá graduarse adecuadamente la amplitud y frecuencia de vibración, a fin de evitar la deformación de la superficie y la alteración de la regularidad superficial (rugosidad).**

**Inmediatamente después del rodillado inicial, la mezcla será compactada íntegramente mediante el uso de un rodillo neumático autopropulsado. Las pasadas finales de compactación se harán como un rodillo tándem, de un peso de por lo menos 10 toneladas, de dos o tres ejes.**



Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios, y si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuará mientras las mezclas se encuentren en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores procedentes.

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.

## **Junta**

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará una capa uniforme y ligera de asfalto antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Supervisor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales y de quince centímetros (15 cm.) en el caso de las longitudinales.

### **Apertura al Tránsito**

Alcanzado la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

### **Reparación**

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamientos y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista, a su costo de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. El Contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

### **Aceptación de los Trabajos**

#### **a. Controles**

El control de calidad y las frecuencias de ensayo están en las Normas EG 2000.

### **Medición**

El método de medición se hará en tres formas y por separado:

- **Superficie con carpeta asfáltica en caliente colocada en pista, compactada y aceptada por el Supervisor, en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).**

**Galones americanos (g) de cemento asfáltico que se pagará con la partida correspondiente a Cemento asfáltico**

**En caso de requerirse relleno mineral.**

**Kilogramos de Filler utilizado en la mezcla, que se pagará con la partida Filler.**

**En caso de requerirse, de Mejorador de Adherencia se pagará con la partida correspondiente a Mejorador de Adherencia.**

### **Pago**

**Solo recibirá pago aquel trabajo que cumpla con las especificaciones, cuyo control de densidades haya sido efectuado y sus resultados cumplan con los requisitos planteados en la presente especificación.**

**De acuerdo a lo indicado anteriormente, se pagará con la Partida Pavimento de Concreto Asfáltico, los metros cúbicos aceptados por el Supervisor, y este precio incluirá compensación total por todo el trabajo especificado en esta partida, mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos, combustibles (secado de agregados, funcionamiento de equipos, etc.), todos los materiales (excluyendo el cemento asfáltico, el filler y el aditivo mejorador de adherencia) e imprevistos necesarios para completar el trabajo, a entera satisfacción del Supervisor.**

## CONCLUSIONES.

El Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cocachacra - Matucana, permitirá mejorar las condiciones de tránsito de vehículos, favoreciendo a las actividades comerciales y turísticas, integrando las regiones de la costa, sierra y selva sin atentar con la Conservación del Medio Ambiente.

En los Procedimientos Constructivos de la carretera se mencionan las diferentes maquinarias que se emplean en las partidas respectivas. Se debe tener presente que para obtener un óptimo rendimiento en estas es necesario programar bien todas las secuencias de trabajo.

La carpeta asfáltica registra espesores variables predominando los valores de 15 y 20 cm. debido a Rehabilitaciones anteriores donde se han realizado recapeos.

Los materiales que integran las capas del pavimento y subrasante son granulares y de forma angular (gravas arcillosas y limosas)

La subrasante registra CBR 49%, por lo que se considera que tiene buena capacidad de soporte no siendo necesario mejorar la subrasante ni colocar una capa de sub-base.

Al hacer la inspección de campo no se observó daños en la superficie de rodadura.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda tener especial cuidado de seleccionar la maquinaria adecuada en la obra, para poder conseguir una adecuada eficiencia en los trabajos y un buen avance de obra.

Durante los trabajos de Mantenimiento y Rehabilitación se mantendrá la fluidez del tránsito de vehículos de tal manera que no se perjudique a las personas que utilizan la vía.

Se deberá tomar precauciones, con respecto a las emisiones de gases de asfalto, con el personal de la Planta de Asfalto; asimismo evitar derrames de material asfáltico en el suelo.

En la etapa de construcción es necesario que el Supervisor de Obra sea responsable que se ejecuten las partidas de acuerdo con las Especificaciones Técnicas del Expediente Técnico y en el caso existiesen partidas adicionales no contemplados en el Expediente se resuelva cumpliendo con las Especificaciones Técnicas que se indican para estos casos.

## BIBLIOGRAFIA

**Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción.**

**Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000)**

**Estructuración de Vías Terrestres, Compañía Editorial Continental S.A., 2002.**

**Céspedes Abanto, José, Carreteras Diseño Moderno, Primera Edición, Cajamarca – Perú, 2001.**

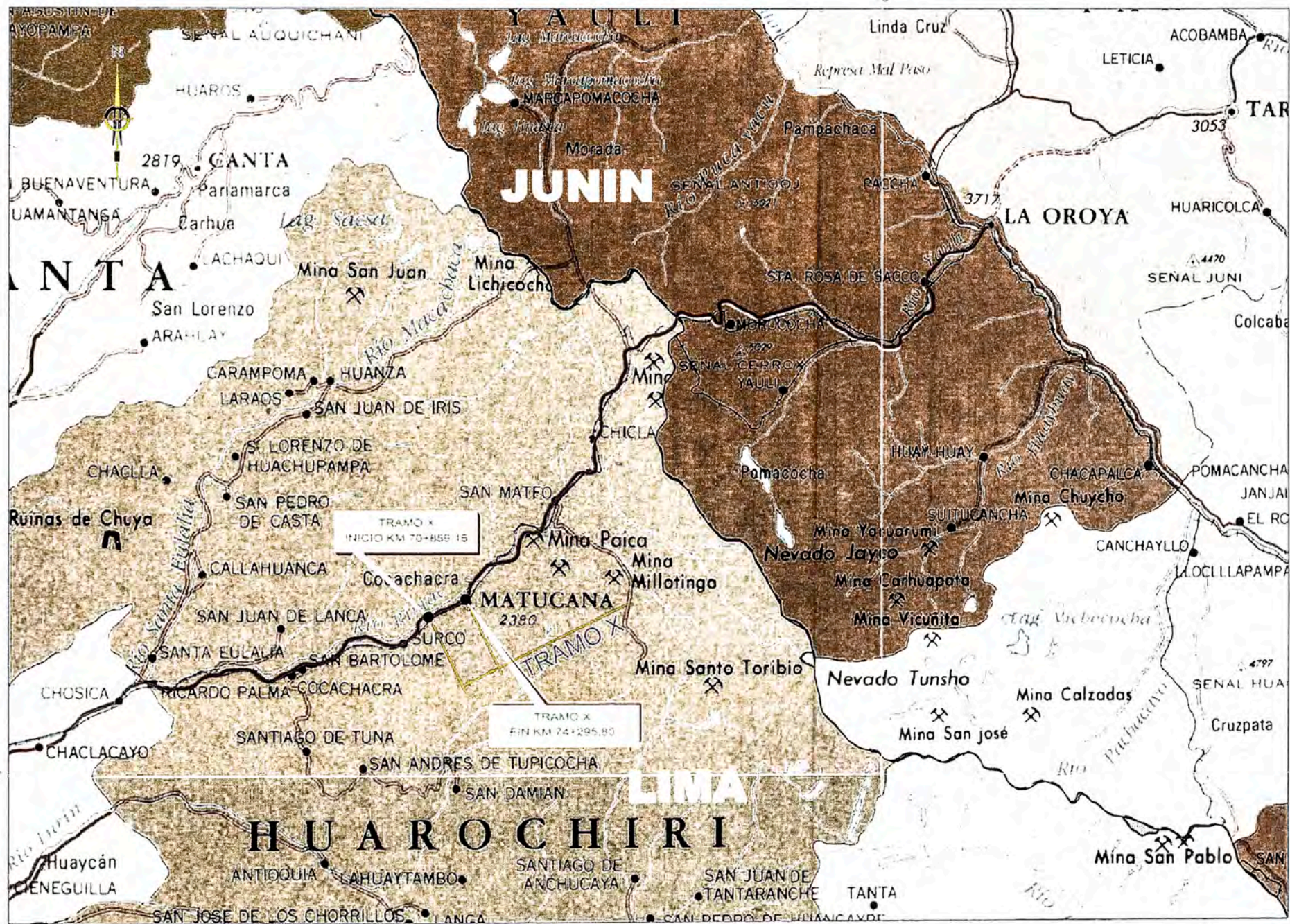
**José Paraud, Apuntes del Curso de Caminos, Perú, 1960.**

**ANEXOS**

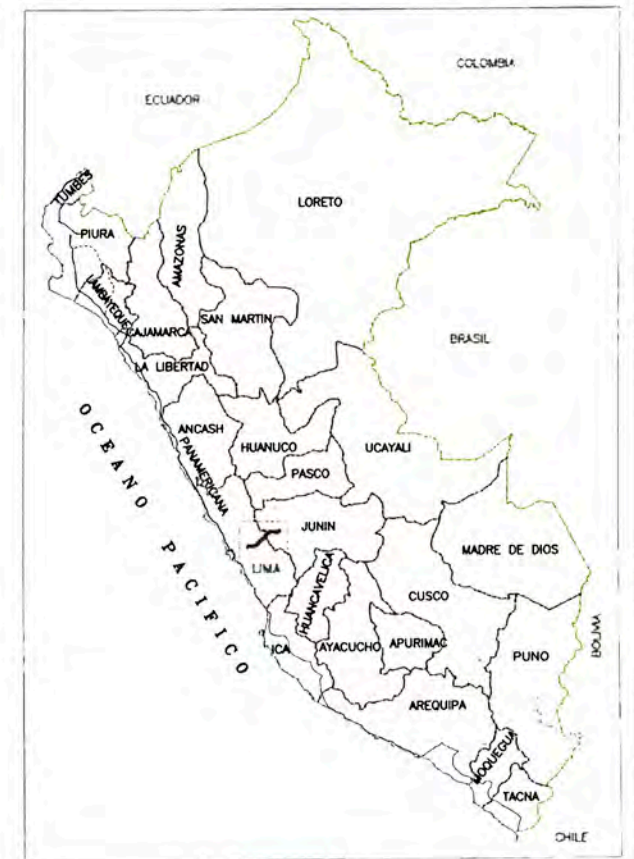


**PLANOS**

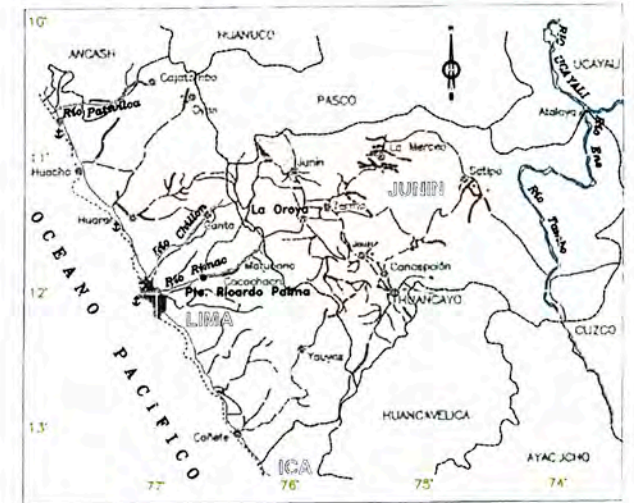




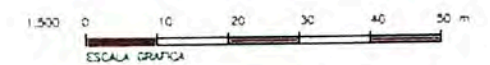
PLANTA GENERAL



UBICACION



LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULACION PROFESIONAL 2005  
MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS  
PROYECTO DE VIABILIDAD

PROYECTO DE REHABILITACION DE CARRETERAS  
ZONA 1 - PTE RICARDO PALMA - LA OROYA  
TRAMO X - COCACHACRA - MATUCANA - KM 70 + 859.15 AL 74 + 295.80

PLANO DE UBICACION

MANCO DESPEDES LUIS FRANCISCO	INDICADA	FEBRERO
PLANO N°	U-01	MARZO 2008





CUADRO DE DISTANCIAS

	LIMA	RICARDO PALMA	COCHACACRA	MATUCANA	SAN MATEO	LA OROYA
LIMA	--	38.5	53.0	74.0	96.0	178.0
RICARDO PALMA	38.5	--	14.5	35.5	57.5	137.5
COCHACACRA	53.0	14.5	--	21.0	43.0	123.0
MATUCANA	74.0	35.5	21.0	--	22.0	102.0
SAN MATEO	96.0	57.5	43.0	22.0	--	80.0
LA OROYA	178.0	137.5	123.0	102.0	80.0	--

ALTITUDES

LUGAR	COTA (msnm)
COCHACACRA	1,401.25
MATUCANA	2,378.50



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULACION PROFESIONAL 2005  
MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS  
PROYECTO DE VIALIDAD

PROYECTO DE REHABILITACION DE CARRETERAS  
ZONA 1 PTE RICARDO PALMA - LA OROYA  
TRAMO X - COCHACACRA - MATUCANA KM 70 + 859.15 AL 74 + 295.80

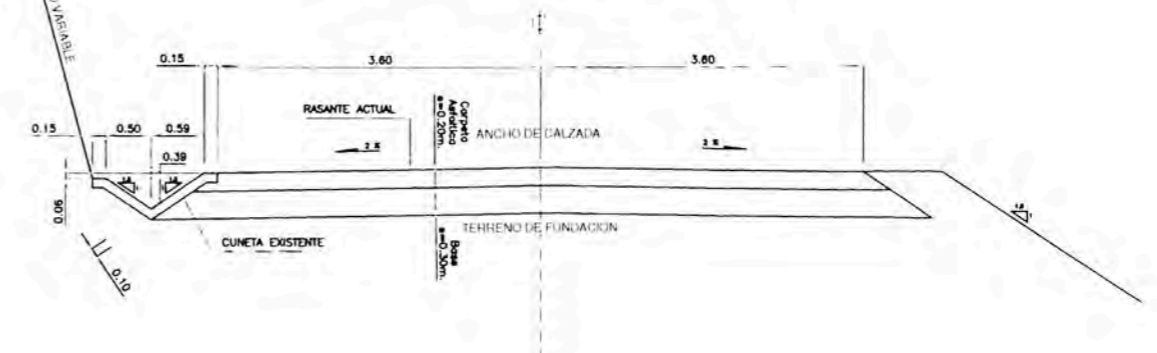
PLANO  
PLANO CLAVE  
Km 70+859.15 AL KM 74+295.80

APROBADO POR JEFE DE PROYECTO	REVISADO POR JEFE DE ZONA	ESCALA	FECHA	ORIENTE
DISEÑADO	PROCESADO	1/5,000	SET 2006	LMC
LMC	LMC	PLANO N°	02	NOVA

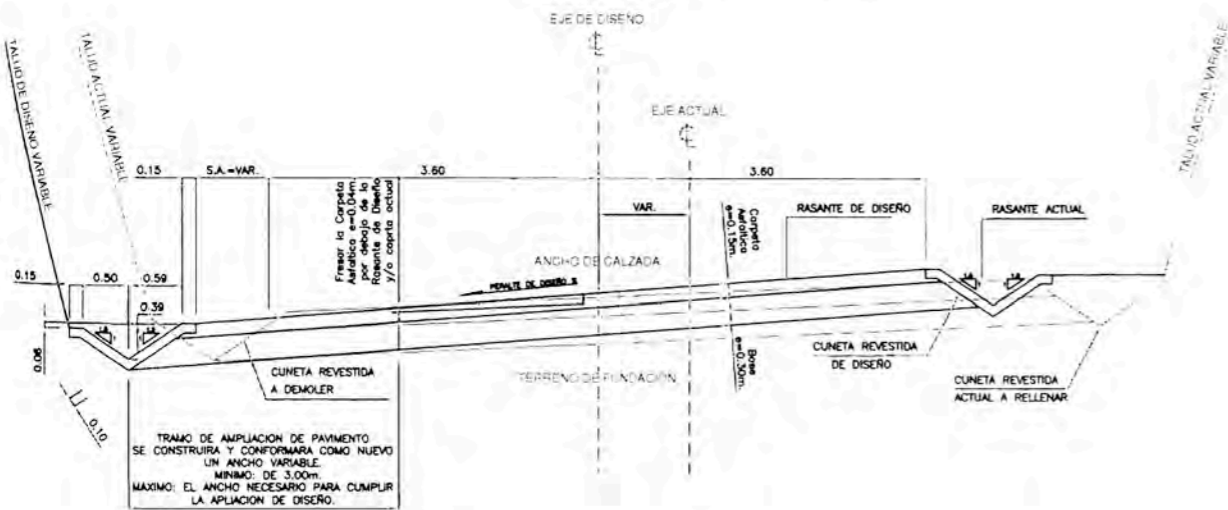
SECCION TIPICA EXISTENTE EN TANGENTE  
(CORTE CERRADO)



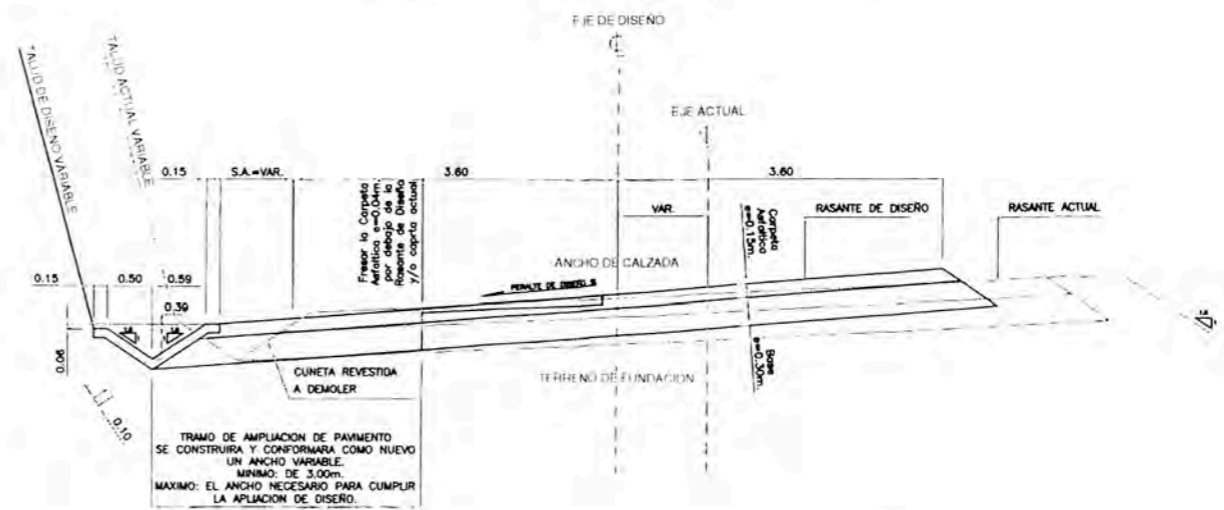
SECCION TIPICA EXISTENTE EN TANGENTE  
(CORTE ABIERTO)



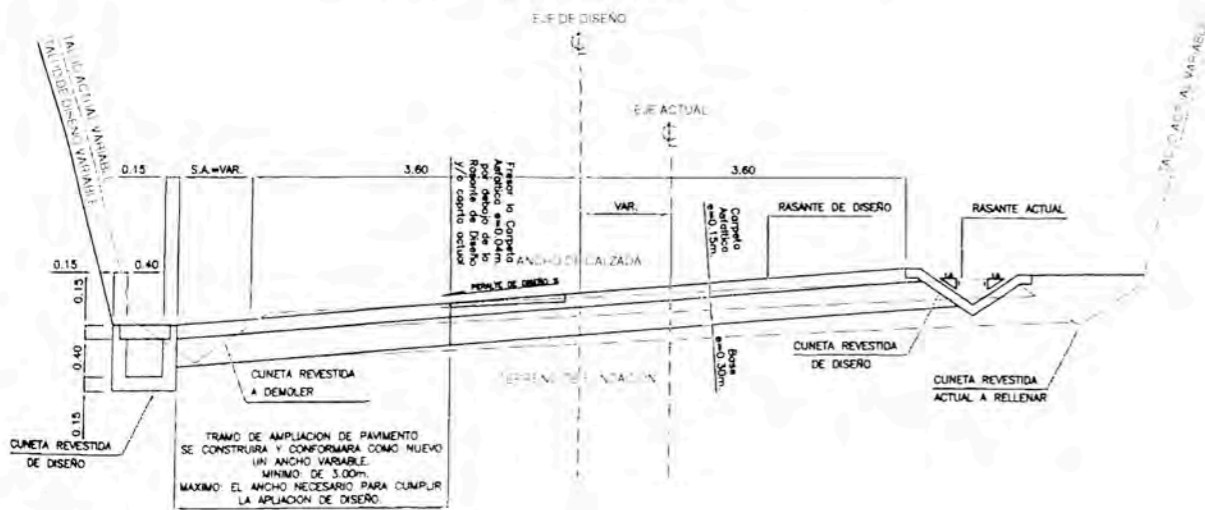
SECCION TIPICA DE DISEÑO EN VARIANTES  
(CORTE CERRADO)



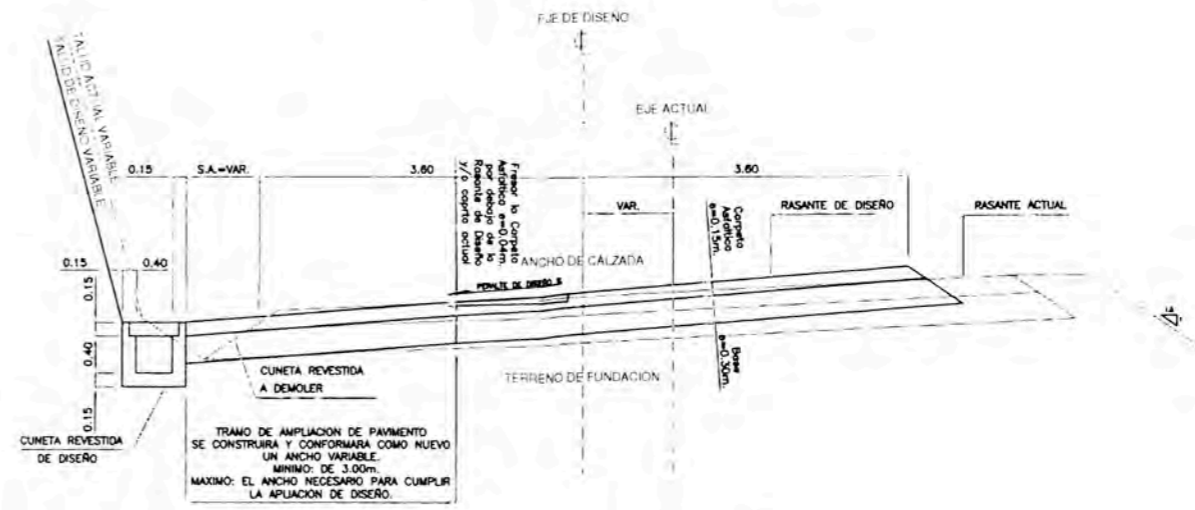
SECCION TIPICA DE DISEÑO EN VARIANTES  
(CORTE ABIERTO)



SECCION TIPICA DE DISEÑO EN VARIANTES  
(CORTE CERRADO)

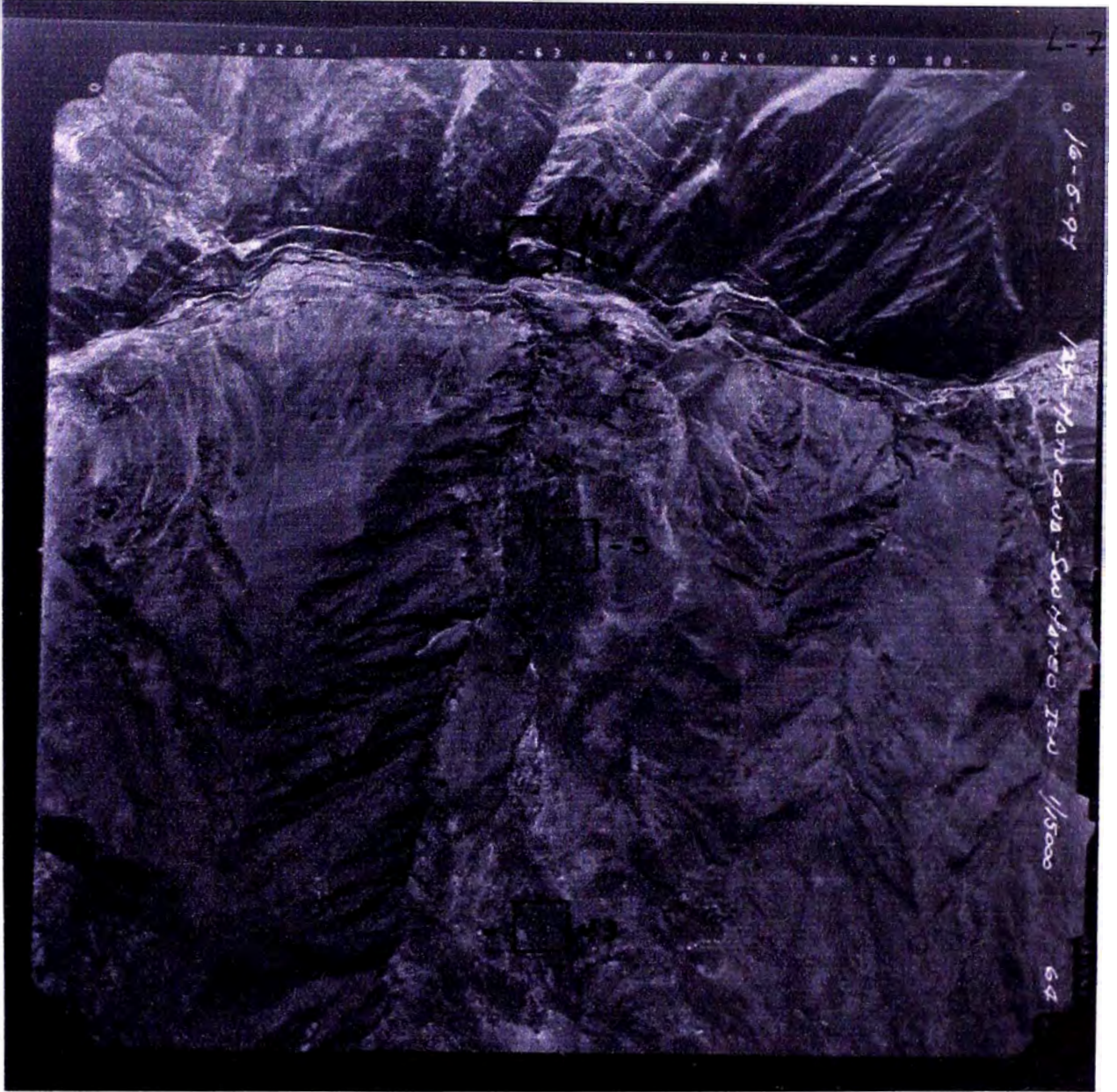


SECCION TIPICA DE DISEÑO EN VARIANTES  
(CORTE ABIERTO)



# **FOTOGRAFIA AEREA**





FOTOGRAFIA AEREA DE LA ZONA

**FOTOS**





FOTO N° 01 TRAZO Y REPLANTEO



FOTO N° 02 SEÑALIZACION DURANTE EJECUCION DE UNA OBRA



FOTO N° 03 TRABAJOS DE ROCE Y LIMPIEZA



FOTO N° 04 CORTE Y PEINADO DE TALUDES





FOTO N° 05 EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES



FOTO N° 06 REMOCION DE DERRUMBES

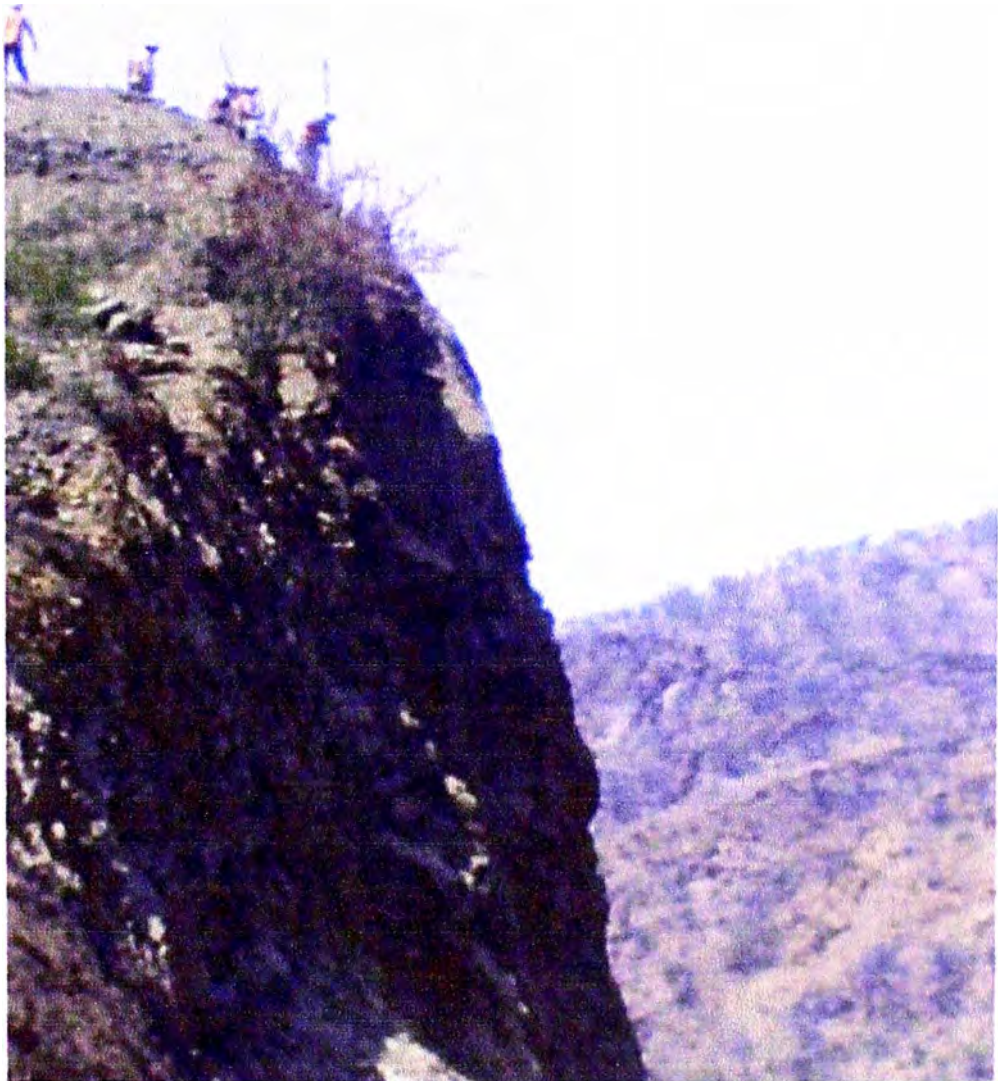


FOTO N° 07 DESQUINCHE MANUAL





FOTO N° 08 REMOCION DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE



FOTO N° 09 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO



FOTO N° 10 COMPACTACION DE TERRENO EN ZONAS DE CORTE

CONFORMACION DE BASE



FOTO N° 11 BASE GRANULAR





FOTO N° 12 IMPRIMACION ASFALTICA



FOTO N° 13 PAVIMENTADORA DE CONCRETO ASFALTICO

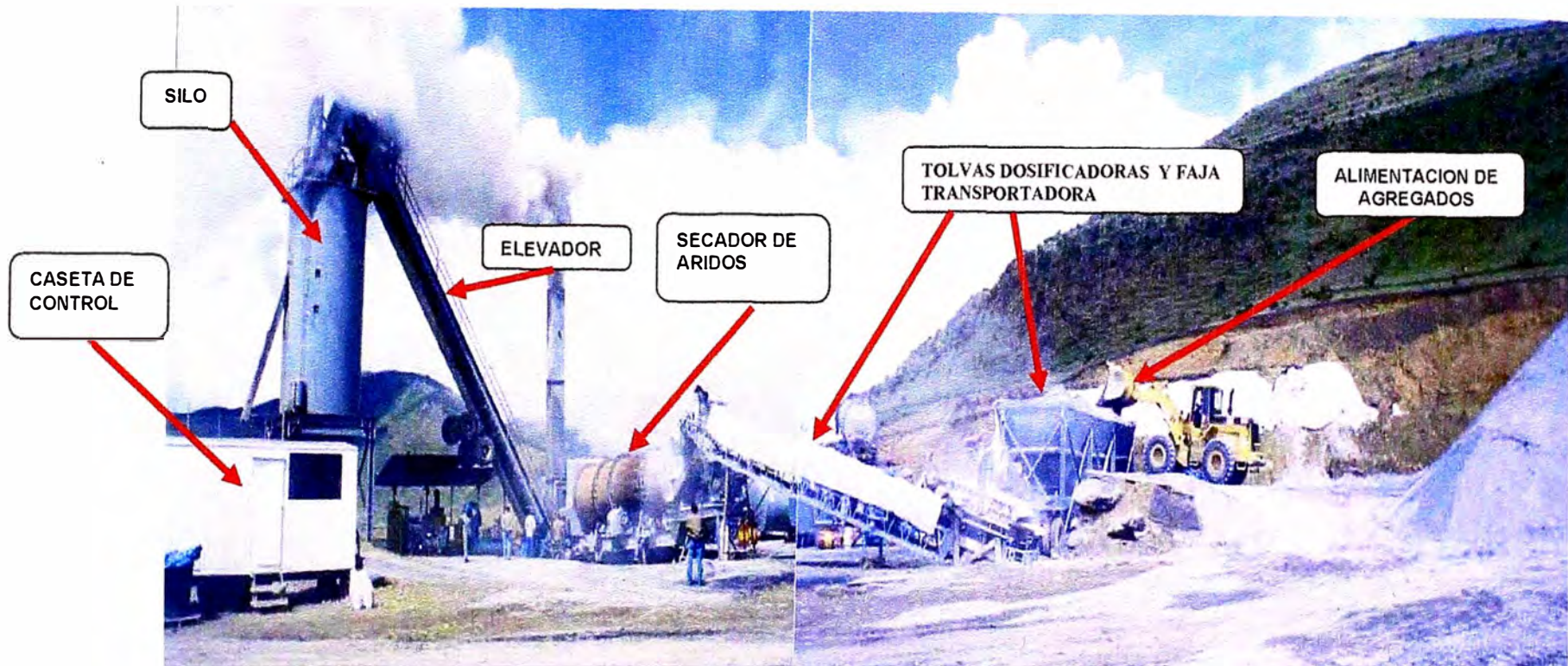


FOTO N° 14 PLANTA DE ASFALTO