

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



**APLICACIÓN DE GEOTEXILES Y EL USO DE NUEVAS  
TECNOLOGÍAS EN LOS PAVIMENTOS**

---

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**JHONNY MARTIN FIGUERES CASTILLO**

**LIMA – PERU**

**2005**

#### **AGRADECIMIENTOS**

**Mi agradecimiento en especial al Ing. Néstor Huaman G. por el asesoramiento y el apoyo brindado para desarrollar el presente Informe de Titulación.**

**Al Ing. Jorge Uribe S.**

**A Ing. Duani Mosquera Maguiña por el apoyo y empuje para la culminación del presente informe.**

**A la Dirección General de Caminos, área de Normatividad por el apoyo brindado.**

**A mis Colegas, amigos y a J.C.**

#### **RECONOCIMIENTOS**

**A mis Padres y hermanos que me apoyaron en todo momento.**

**A la luz y el motivo de mi vida, mi pequeña Vianka F.Z.**

# **INDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo I</b>	
1.1 GENERALIDADES	8
1.2 CLASIFICACION	8
1.3 APLICACIONES DE LOS GEOTEXTILES	9
<b>Capítulo II</b>	
2.1 INFORMACION GENERAL	10
2.2 FABRICACION DE LOS GEOTEXTILES	10
2.2.1 TIPO DE POLIMEROS	10
2.2.2 TIPO DE FIBRAS	10
2.2.3 TIPO DE TEJIDOS	11
2.3 CARACTERISTICAS DE LOS GEOTEXTILES	12
2.3.1 RESISTENCIA A LA TENSION	12
2.3.2 CAPACIDAD DE FILTRACION	12
2.3.3 PERMEABILIDAD Y FLUJO PLANAR	12
2.3.4 RESISTENCIA QUIMICA	12
2.3.5 ELONGACION	13
2.3.6 RESISTENCIA A LA TEMPERATURA	13
2.4 FUNCIONES TECNICAS DE LOS GEOTEXTILES	14
2.4.1 SEPARACIÓN	14
2.4.2 FILTRACIÓN	14
2.4.3 DRENAJE PLANAR	15
2.4.4 REFUERZO	15
2.4.5 PROTECCIÓN	16
2.4.6 IMPERMEABILIZACIÓN	16
2.5. APLICACIONES EN LA INGENIERIA	17
2.5.1 ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE	17
2.5.2 FILTRACIÓN Y DRENAJE.	17
2.5.3 TERRAPLENES SOBRE SUELO BLANDO	17

2.5.4	PROTECCIÓN DE GEOMEMBRANAS	18
2.5.5	MUROS Y TALUDES REFORZADOS	18
2.5.6	REPAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA	18
2.6	TIPOS DE DISEÑO	18
2.6.1	DISEÑO POR COSTO	18
2.6.2	DISEÑO POR ESPECIFICACION	19
2.6.3	DISEÑO POR FUNCION	19
2.7	RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO Y COLOCACION DE LOS GEOTEXTILES	20
2.7.1	ALMACENAMIENTO DEL GEOTEXTIL	20
2.7.2	ALMACENAMIENTO DE CORTA DURACION	20
2.7.3	ALMACENAMIENTO DE LARGA DURACION	20
2.7.4	TRANSPORTE DEL GEOTEXTIL	21
2.7.5	MANIPULEO DEL GEOTEXTIL	21
2.7.6	CORTE DEL GEOTEXTIL	22
2.7.7	REPARACION DEL GEOTEXTIL	22
2.7.8	UNION DE MANTAS	22
2.8	NORMALIZACION	25

### **Capítulo III** PAVIMENTACION Y REPAVIMENTACION CON GEOTEXTILES

PAVIMENTACION	29
REPAVIMENTACION	30
3.1 ANTECEDENTES	31
3.2 FUNCIONES DE LOS GEOTEXTILES	32
3.2.1 REFORZAR	33
3.2.2 IMPERMEABILIZAR	33
3.3 EFECTOS DEL AGRIETAMIENTO	33
3.3.1 AGRIETAMIENTO POR FATIGA	34
3.3.2 AGRIETAMIENTO POR REFLEXIÓN	34
3.4 CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN	35

3.4.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO, CANTIDAD Y NIVEL DE SEVERIDAD DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO	36
3.4.2 PROCESO DE INSTALACIÓN	38
3.4.2.1 CONDICIONES Y LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE.	38
3.4.2.2 TASA Y FORMA DE APLICACIÓN ASFÁLTICO DEL LIGANTE.	39
3.4.2.3 TEMPERATURAS DE TRABAJO.	42
3.4.2.4 COLOCACIÓN DEL GEOTEXTIL A LAS ARRUGAS Y TRATAMIENTO QUE SE PUEDAN FORMAR.	43
3.4.2.5 CUIDADOS DE ALMACENAMIENTO TASA Y FORMA DE APLICACIÓN DEL LIGANTE ASFÁLTICO EN EL GEOTEXTIL Y COMPACTACIÓN.	45
3.4.2.6 COLOCACIÓN DE LA CAPA. DE PAVIMENTACIÓN	46
<b><u>Capítulo IV</u></b> APLICACIÓN DE GEOTEXILES EN LA OBRA DE PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA BI-NACIONAL DE ILO – DESAGUADERO (PERU) TRAMO V	
4.1 GENERALIDADES	50
4.1.1 ANTECEDENTES.	50
4.1.2 UBICACIÓN.	50
4.1.3 TOPOGRAFÍA.	52
4.1.4 CONDICIONES AMBIENTALES.	52
4.1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.	53
4.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	54
4.2.1 ANALISIS DE TRÁFICO:	54
4.2.2 CBR DE SUBRASANTE:	57
4.2.3 DISEÑO ESTRUCTURAL:	58
4.2.3.1 DISEÑO DE PAVIMENTO NUEVO	58

4.2.3.2	FACTOR REGIONAL:	58
4.2.3.3	CALCULO DE ESPESORES:	59
4.3	FUNCION DEL GEOTEXTIL	60
4.3.1	REFORZAR AGRIETAMIENTO POR DEFLEXIONES, FATIGA, REFLEXIÓN E IMPERMEABILIZAR.	60
4.4	CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN	62
4.4.1	TIPO, CANTIDAD Y ALMACENAMIENTO	62
4.4.2	LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE Y COLOCACION	63
4.4.3	TASA Y APLICACIÓN DEL LIGANTE ASFÁLTICO.	64
4.4.4	TEMPERATURA DE TRABAJO Y TRATAMIENTO DE ARRUGAS.	64
4.4.5	ESPESOR Y TIPO CAPA DE PAVIMENTACIÓN.	65
4.4.6	COLOCACIÓN DE LA CAPA DE PAVIMENTACIÓN.	66
4.4.7	CONSIDERACIONES GENERALES PARA A LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO	67
4.4.7.1	ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS	67
4.4.7.1.1	INTRODUCCION.	67
4.4.7.1.2	MANO DE OBRA.	67
4.4.7.1.3	MATERIALES.	67
4.4.7.1.4	EQUIPO MECÁNICO.	68
4.4.7.1.5	TOPICOS PARTICULARES.	70
4.4.7.1.6	METRADOS.	73
4.4.7.1.7	PRESUPUESTO.	73
4.4.7.1.8	CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA DE DESEMBOLSOS MENSUALES.	73
4.4.7.2	ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS	73
4.5	RESUMEN DE METRADOS	76
4.6	ANALISIS DE COSTO UNITARIOS	79
4.6.1	PRELIMINARES.	80
4.6.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.	83
4.6.3	PAVIMENTOS.	86
4.6.4	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	92
4.6.5	SEÑALIZACION.	104

4.6.6 TRANSPORTE.	114
4.7 GASTOS GENERALES	123
4.8 PRESUPUESTO: CARRETERA ILO – DESAGUADERO	129
4.9 FORMULA POLINOMICA	132
4.10 CRONOGRAMA	135
4.11 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS	137
4.12 ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS	139

**Capítulo V** USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL  
PROCESO CONSTRUCTIVO DE  
PAVIMENTOS FLEXIBLES.

ESTUDIOS REALIZADOS EN PENNSYLVANIA – POR LA  
EMPRESA ASTEC INDUSTRIES

5.1 GENERALIDADES	150
5.2 INDICE DE REGULARIDAD IRI (INITIAL SMOOTHNESS)	152
5.2.1 APLICACIONES EN EL PERU	156
5.3 SEGREGACION	163
5.3 USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS (EQUIPOS)	168
5.4 ANALISIS DE COSTO.	173

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## INTRODUCCION

EL presente informe trata de la aplicación de los Geotextiles y el uso de nuevas tecnologías en los Pavimentos Flexible. En los Pavimentos se producen fallas debido a su comportamiento complejo , los cuales pueden ser causadas por diversos factores como agentes climáticos, cargas de tráfico mayores a las previstas en el diseño , características del subsuelo, drenaje , mantenimiento y/o deficiencias en el proceso constructivo, las fallas mas comunes que se presentan en los pavimentos flexibles son : Fisuras o Agrietamientos , Deformaciones , Disgregaciones y Exudación .

En los pavimentos existentes que presentan fisuras, producto de los esfuerzos de tensión, la solución es la aplicación de los **GEOTEXTILES** el cual tiene como finalidad aumentar la resistencia a la tracción de la capa de firme y en garantizar bajo una carga vertical la distribución uniforme de los esfuerzos horizontales en una mayor superficie para así evitar la reflexión de las fisuras del pavimento antiguo.

Dentro de los **GEOSINTÉTICOS**, tenemos los geotextiles y geomallas, los cuales han tenido su aplicación en la Ing. Civil desde hace muchos años, la aparición de los **geosintéticos** en nuestro país a dado una buena solución, la cual tiene como consecuencia una prolongación de la vida útil de las obras de pavimentación y repavimentación, debido a esto nuestro país tiene un beneficio económico produciendo así el desarrollo del país.

Este producto presenta una variedad de elementos, entre los cuales encontramos a los **Geotextiles** que son materia de estudio del presente trabajo, la Norma ASTM D 4439 – define al geotextil como un geosintetico permeable constituidos únicamente por tejidos, es decir una lamina formada por fibras sintéticas y unidas de diversas formas, formando un filtro homogéneo el cual tiene como finalidad dejar pasar el agua y retener los finos, estos se clasifican en dos grandes grupos **TEJDOS y NO TEJIDOS**.

En la actualidad la aplicación de **Geotextiles** en los proyectos de Ingeniería es de ampliación en carreteras, refuerzo de taludes, erosión de terrenos o relleno sanitarios, debido a esto los geotextiles están tomando una posición legítima



Con referencia a las Aplicaciones de nuevas tecnologías En pavimentos que se van a construir para evitar que se presentan fallas como, fisuras o agrietamiento, Deformaciones (ahuellamiento, hundimiento etc.) , los cuales son productos de un mal proceso constructivo causado por una segregación de temperatura de la mezcla , segregación del material , Pavimentadora no trabaja en forma continua, mala compactación etc. La solución de este problema es el uso de equipos complementarios como el **VEHÍCULO DE TRANSFERENCIA DE MATERIAL (VTM), CÁMARAS INFRARROJAS** para la Inspección termografica, el cual permitirá la aceptación de la mezcla asfáltica.

El objetivo del presente tema es proveer conocimiento e información general acerca de los **GEOTEXILES Y EL USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS**, con especial incidencia en los Campos de Aplicación de Re-pavimentación y Pavimentación para obtener pavimentos con más tiempo de vida útil y menor inversión de mantenimiento.



# Capítulo I

## GEOSINTETICOS

### 1.1 GENERALIDADES

Los Geosinteticos en la actualidad forman parte de los materiales para el uso de obras de ingeniería, debido a sus propiedades y funciones, las cuales permiten realizar un mejor comportamiento del diseño de la obra.

El geosintetico es un producto derivado de los hidrocarburos con polipropileno y el poliéster, en forma de fibras, como bandas, multifilamentos y otras.

### 1.2 CLASIFICACION

Los Geosinteticos se clasifican en Geotextiles, geomenbranas, geomallas, geocompuestos, y una variedad de productos que han salido en el mercado por exigencia de necesidades como geoesteras, biomantos utilizados para la erosión.

Se clasifican:

- ✓ Geotextiles.
- ✓ Geomenbranas.
- ✓ Geomallas.
- ✓ Geonets.
- ✓ Geocompuestos.
- ✓ Fibras.



### 1.3 APLICACIONES DE LOS GEOTEXTILES

Los Geotextiles se aplican en obras de ingeniería Civil como en pavimentaciones, repavimentaciones, estabilización de taludes, y todo lo relacionado con el área de construcción.

Su aplicación se basa en que este producto tiene como finalidad cumplir con lo definido en el diseño como mejoramiento del suelo, en la contaminación, en la filtración, en el drenaje, en el reforzamiento y permeabilizar, además de su fácil transportación y fácil colocación

Los Geosinteticos desempeñan las siguientes funciones:

- ✓ Geotextiles: Separación y Filtración.
- ✓ Geomenbranas: Impermeabilización.
- ✓ Geomallas: Refuerzo.
- ✓ Georredes: Drenaje.



# Capítulo II

## 2.1 INFORMACION GENERAL

Los Geotextiles son membranas permeables, formadas por fibras sintéticas que son resistentes a la tensión y punzonamiento, actuando como elementos de refuerzo, separación, filtro, drenaje para las diferentes áreas de la Ingeniería.

## 2.2 FABRICACION DE LOS GEOTEXTILES

### 2.2.1 TIPO DE POLIMEROS

Los Geotextiles en su mayoría son elaborados con productos derivados de los hidrocarburos, los más usuales para su fabricación son:

- Polipropileno.
- Poliéster.
- Poliamida.
- Polietileno.

### 2.2.2 TIPO DE FIBRAS

- Monofilamento.
- Multifilamento.
- Staple.
- Staple yarm.
- Slit film.



### 2.2.3 TIPO DE TEJIDO

- **Tejidos (Woven).**

Conformado por fibras distribuidas ortogonal mente, tienen altas fuerzas a la tensión, alto módulo y baja elongación, ideal para la función de refuerzo y estabilización. La desventaja de los geotextiles tejidos es que han demostrado ser ineficaces, ya que no tienen un plano interior, lo que imposibilita el asfalto a formar una membrana para adherirse al asfalto.

- **No tejidos (Non Woven).**

Las fibras o filamentos están unidas de manera aleatoria, no teniendo ninguna dirección de fibra definida. Se utilizan mucho más en el control de la erosión y para las funciones de filtración y drenaje, debido a sus propiedades hidráulicas considerables, altas características de elongación y por su mayor permeabilidad en comparación con los geotextiles tejidos. Además se utilizan en pavimentación y también sirven como un amortiguador.

- **Trenzados.**

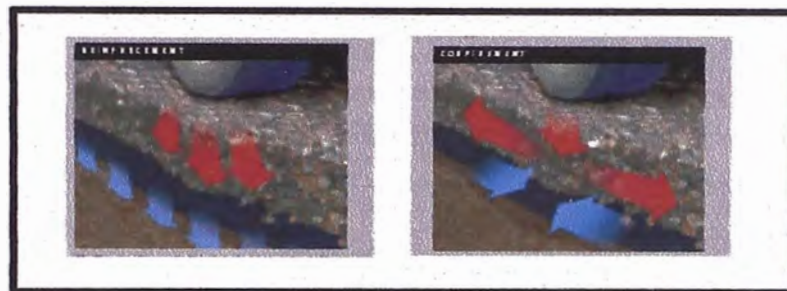
El **GEOTEXTIL** proviene de la combinación de estos tres puntos, en la actualidad existe una gran variedad de estos productos.



## 2.3 CARACTERISTICAS DE LOS GEOTEXILES

### 2.3.1 RESISTENCIA A LA TENSION

Posee una alta resistencia a la tensión y puede absorber tales esfuerzos cuando las estructuras son sometidas a carga.



### 2.3.2 CAPACIDAD DE FILTRACION

Por su porometría evita la migración de finos que puede conducir al colapso de una estructura,

### 2.3.3 PERMEABILIDAD Y FLUJO PLANAR

Permite el paso del agua sin presión de ser posible, garantiza el transporte de agua en el plano del geotextil sin mayores pérdidas de presión.

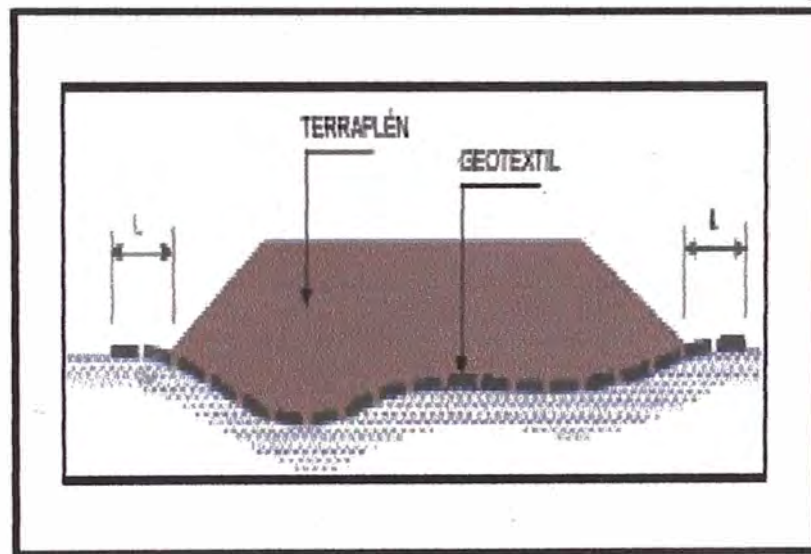
### 2.3.4 RESISTENCIA QUIMICA

Son resistentes a los ácidos, álcalis, insectos y microorganismos, debido a que son fabricados con polipropileno.



### 2.3.5 ELONGACION

Propiedad importante de los geotextiles no tejidos (Non Woven) , el cual permite un mejor acomodamiento en terrenos irregulares , manteniendo su resistencia, bajo deformaciones iniciales que puedan presentar en la obra.



### 2.3.6 RESISTENCIA A LA TEMPERATURA

Debido a que son fabricados a base de fibras 100% virgen de polipropileno, el geotextil tiene alta resistencia a la temperatura, Su punto de fusión lo alcanza a 150 ° C, en repavimentación el asfalto se coloca a 110 a 100 ° C de acuerdo con las especificaciones técnicas.

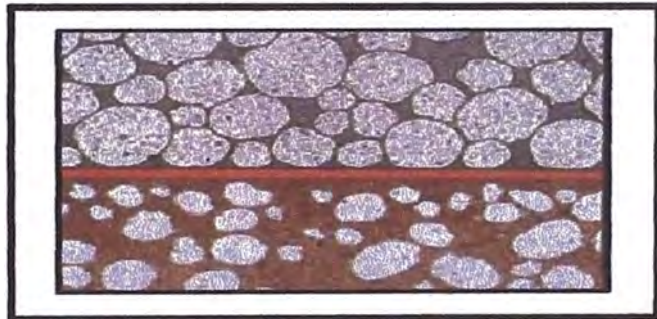


## 2.4. FUNCIONES TECNICAS DE LOS GEOTEXILES

### 2.4.1 SEPARACIÓN

Al separar en dos capas de suelo, evita en forma permanente que se mezclen materiales con diferentes granulometrías consistencias y densidades, asimismo evita la contaminación de materiales seleccionados con suelos de bajas especificaciones.

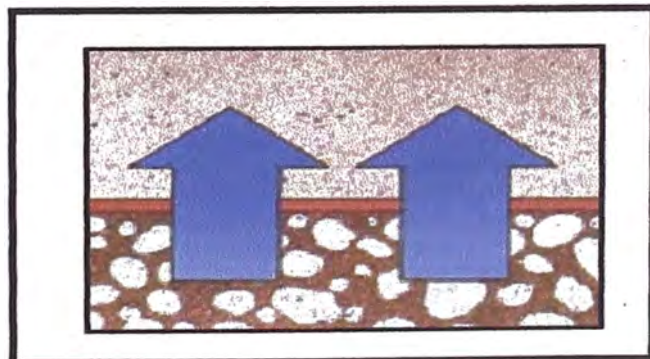
#### SEPARACIÓN



### 2.4.2 FILTRACIÓN

Permite el flujo rápido del agua debido a su textura porosa. Impide de manera eficaz que las partículas finas del suelo traspasen el geotextil.

#### FILTRACIÓN



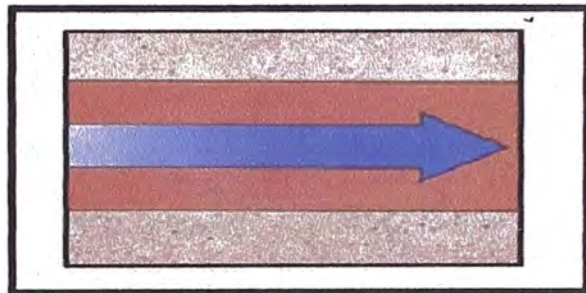




### 2.4.3 DRENAJE PLANAR

Permite la conducción de agua y gases en el plano del geotextil, evita el desarrollo de la presión de poros en la masa del suelo. La colmatación del sistema de drenaje está permanentemente prevenida.

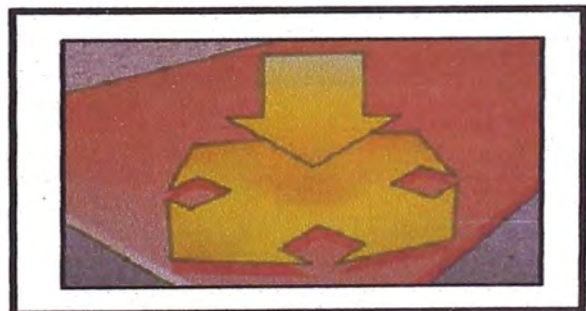
**DRENAJE PLANAR** 



### 2.4.4 REFUERZO

Mejora la calidad del suelo, incrementando la capacidad portante y estabilidad de la construcción. Garantiza la transmisión de las fuerzas de tracción, debido a su gran capacidad de interacción con el suelo.

**FUERZO** 

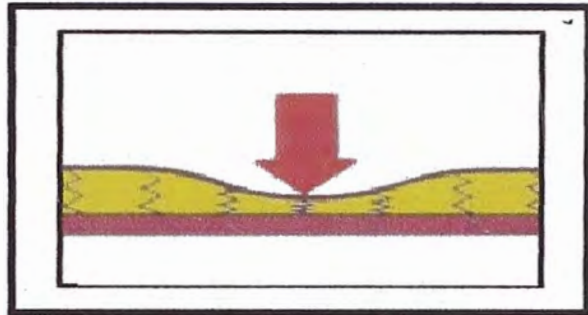




### 2.4.5 PROTECCIÓN

Absorbe los esfuerzos inducidos por objetos angulosos o punzantes, protege materiales (geomembranas) contra perforaciones y el desgaste.

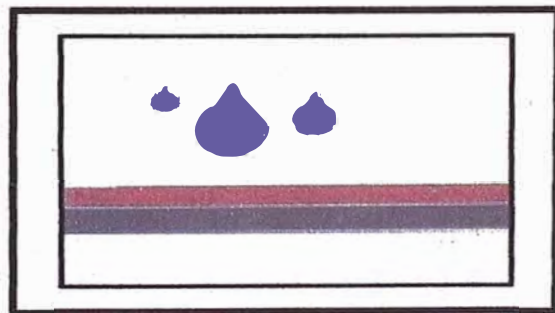
#### PROTECCION



### 2.4.6 IMPERMEABILIZACIÓN

Crea una capa impermeable, mediante la impregnación del geotextil con asfalto, elastómeros u otro tipo de mezclas poliméricas.

#### IMPERMEABILIZACION





## **2.5 APLICACIONES EN LA INGENIERIA**

### **2.5.1 ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE**

- **Redistribuye las tensiones sobre las fundaciones y aumenta su capacidad de soporte.**
- **Evita la contaminación de la capa base o del balasto por el bombeo de finos de la sub-rasante.**
- **Minimiza asentamientos diferenciales y deformaciones horizontales de la fundación**

### **2.5.2 FILTRACIÓN Y DRENAJE**

- **Sustituye una o más capas de agregados naturales en sistemas de drenaje y filtros de transición de presas, canales, obras viales, áreas verdes, terraplenes para vertederos de basuras.**
- **Disipación de la presión de agua sobre la membrana impermeable.**

### **2.5.3 TERRAPLENES SOBRE SUELO BLANDO**

- **Cuando los suelos de fundación subyacentes son muy blandos para permitir la construcción de un terraplén con la altura requerida y/o no permiten un factor de seguridad adecuado contra fallas sin refuerzos de tensión, la solución la constituyen los terraplenes reforzados con geotextiles. En esta aplicación una o más capas de geotextiles pueden ser usadas para proveer el refuerzo necesario para asegurar la estabilidad del terraplén.**



#### **2.5.4 PROTECCIÓN DE GEOMEMBRANAS**

- En canales de irrigación, lagos, obras de protección al medio ambiente y losas de fundación de edificios, la asociación de geomenbrana y manta impermeable aumenta la resistencia mecánica de la impermeabilización

#### **2.5.5 MUROS Y TALUDES REFORZADOS**

- Geoforte intercalado con capas de suelo compacto, permite la ejecución de taludes estables.
- Inclinaciones elevadas o verticales.

#### **2.5.6 REPAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA**

- Instalado entre el pavimento antiguo y la nueva capa asfáltica, Geoforte retarda la propagación de grietas en esta produciendo así y un mayor tiempo de vida a este.

### **2.6 TIPOS DE DISEÑO**

El uso de los geotextiles es muy aplicados para diferentes áreas de la ingeniería y como existe una gran variedad de fabricantes, se sugiere que se debe elegir el tipo de diseño, entre estos tenemos:

#### **2.6.1 DISEÑO POR COSTO**

Es un proceso muy difundido, pero casi sin sustento técnico, ya que consiste en dividir el monto disponible entre el área a cubrir y calculara un precio unitario de geotextil, para luego seleccionar un producto cuyo precio este por debajo del valor máximo calculado.



### **2.6.2 DISEÑO POR ESPECIFICACION**

Es el más difundido y exigidos por instituciones gubernamentales. Los geotextiles disponibles son chequeados por sus propiedades contra los valores recomendados en las especificaciones, si varios cumplen con las funciones se deberá tomar el de menor costo y mejor manipulación.

Cuando se realiza la compra se debe de tener en cuenta que el fabricante debe de proporcionar las propiedades mínimas del lote y no el promedio como muchos están acostumbrados hacer.

### **2.6.3 DISEÑO POR FUNCION**

Este método consiste en la selección del geotextil por su función a realizar (impermeabilizar, absorber esfuerzos de tensión. etc.), teniendo las propiedades del geotextil con el cual se obtendrá el factor de seguridad (FS) si es aceptable se procederá a la aceptación del geotextil, este es el método más técnico y más recomendado.

Los pasos a seguir para este diseño son:

- ✓ Aplicación del geotextil.
- ✓ Factor de seguridad.
- ✓ Función básica del geotextil.
- ✓ Calcular la propiedad de función del geotextil.
- ✓ Obtenga el valor mínimo del geotextil utilizar.
- ✓ Si es aceptable y cumple con el FSR (factor de seguridad requerido).
- ✓ Chequear otra función primordial , si satisface FSR OK ;



## 2.7 RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO Y COLOCACION DE LOS GEOTEXTILES

El uso de los geotextiles es muy aplicados para diferentes áreas de la ingeniería y como existe una gran variedad de fabricantes, se sugiere que se debe elegir el tipo de diseño, entre estos tenemos:

### 2.7.1 ALMACENAMIENTO DEL GEOTEXTIL

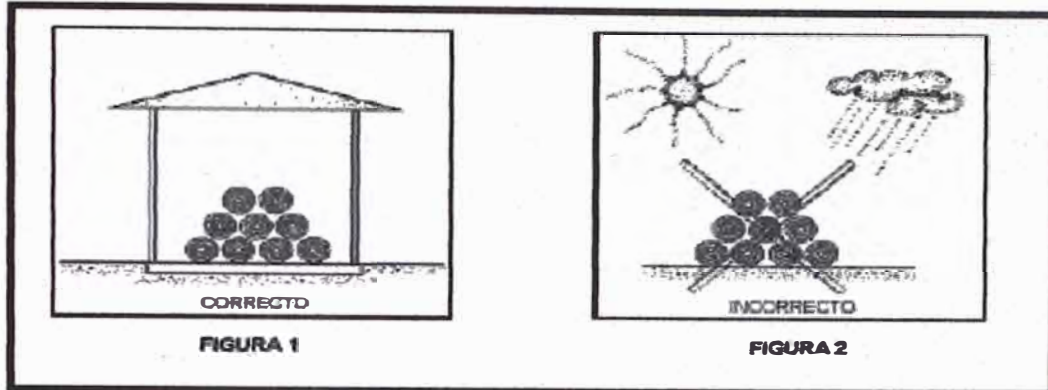
El Geotextil **Geoforte** es presentado en rollos envueltos por una envoltura protectora de plástico, para que los protejan contra la humedad y la exposición prolongada a la luz ultravioleta antes de su colocación; interiormente presenta un buje central de tubo hueco de 15 cm. de diámetro que le da la resistencia necesaria durante el manipuleo, transporte y colocación en la obra. Los rollos de geotextiles deberán estar etiquetados según ASTM D 4873, Guía para la Identificación, Almacenamiento y Manejo de Geotextiles. "Guide for Identification, Storage, and Handling of Geotextiles".

### 2.7.2 ALMACENAMIENTO DE CORTA DURACION

En este caso el periodo de almacenamiento es de aproximadamente 1 mes, tiempo durante el cual solo basta con mantener las condiciones de embalaje mediante una cobertura complementaria de material opaco e impermeable como por ejemplo plástico negro.

### 2.7.3 ALMACENAMIENTO DE LARGA DURACION

Ya que el almacenamiento es de varios meses, el geotextil debe ser almacenado en un local cubierto (Figura 1) para evitar la exposición a los rayos ultravioleta que producirían variaciones en sus propiedades mecánicas, como deformaciones etc. (Figura 2).



### 2.7.4 TRANSPORTE DEL GEOTEXTIL

El Geotextil **Geoforte** así como toda la variada gama de geotextiles No cuentan con recomendaciones especiales, sin embargo es necesario evitar que durante la carga, transporte y descarga del rollo se provoquen daños a la cobertura plástica que lo protege y en especial evitar que se produzcan hoyos o rasgos en las primeras vueltas del rollo.

### 2.7.5 MANIPULEO DEL GEOTEXTIL

Dependiendo de sus dimensiones, el rollo de geotextil podrá ser manipulado y desenrollado manualmente o necesitar de equipamiento para su elevación y transporte cargadores, grúas.

Manipulación manual

**Carretera ILO DESAGUADERO**

Se inicio en el año de 1997

(Colocación forma manual)



Manipulación Equipo pesado

**Carretera ILO DESAGUADERO**

Se inicio en el año de 1997

Foto (1) uso de cargador frontal





Foto (2) uso de trailer, grúa



### **2.7.6 CORTE DEL GEOTEXTIL**

De acuerdo a las necesidades de la obra, el corte de un geotextil puede ser hecho por medio de tijeras, cuchillos, láminas afiladas, etc., manteniendo sus propiedades y características inalteradas, en virtud de su proceso de fabricación. Por otro lado, en el rollo, el geotextil también puede ser cortado con filamentos calentados por electricidad.

### **2.7.7 REPARACION DEL GEOTEXTIL**

Cuando se verifica que el geotextil fue dañado durante la colocación o manipuleo, surgiendo rasgaduras o agujeros, el área afectada debe ser cubierta con un parche del mismo material. Si el geotextil va a desempeñar funciones de filtro, drenaje o protección, el parche deberá tener una dimensión mínima de 30 cm mayor que el de la rasgadura o agujero, en todas las direcciones. Para garantizar que el parche sea colocado correctamente, sus bordes deben ser adheridos al geotextil dañado por medio del calor o costura manual.

### **2.7.8 UNION DE MANTAS**

Si se necesita cubrir grandes dimensiones y una manta patrón resulta insuficiente, es necesaria la unión entre ellas, de manera que haya una continuidad en la transmisión de eventuales esfuerzos entre una y otra, y se garantice la perfecta separación entre materiales.

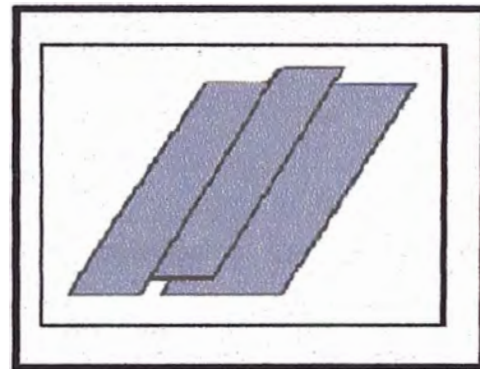




○ **Unión por sobre posición**

Comúnmente la unión por sobre posición (traslape o simple recubrimiento de un borde de manta sobre el otro – Figura 4) depende de las características del suelo de soporte, de manera que para un suelo de soporte con resistencia media ( $CBR \geq 5$ ), son suficientes 0,30 m, pero si se trata de un terreno irregular y/o con capacidad de soporte muy débil, será necesario 1,00 m. (económica en longitudes pequeñas)

**Esquema de superposición**

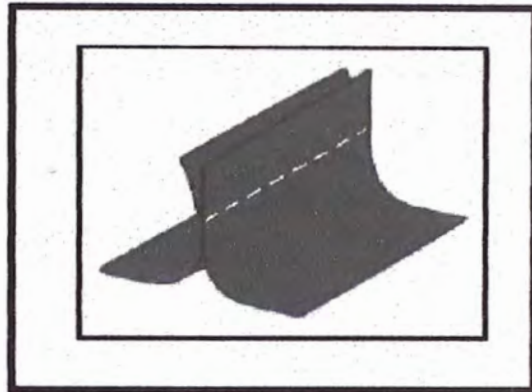


○ **Unión por costura**

Este tipo de unión es el indicado cuando exista la necesidad de transmisión de esfuerzos entre las mantas, o en colocaciones sobre suelos de baja capacidad de soporte. La costura debe ser hecha con máquina y con hilo multifilamento de nailon plastificado, necesitándose de 3 a 4 operadores, uno operando la máquina y los restantes manteniendo la posición correcta de la manta. La máquina normalmente utilizada es de fácil operación, de aproximadamente 4 Kg. y hace una costura simple con velocidad media de 5 m/min. La puntada de la máquina de coser debe estar muy bien regulada, es decir, para cada 5 cm de costura deben haber 7 puntadas, pues si el espacio entre las puntadas es muy pequeño, ocurre una ruptura de muchos filamentos de geotextil, debilitando el conjunto manta – unión.



### Esquema por costura

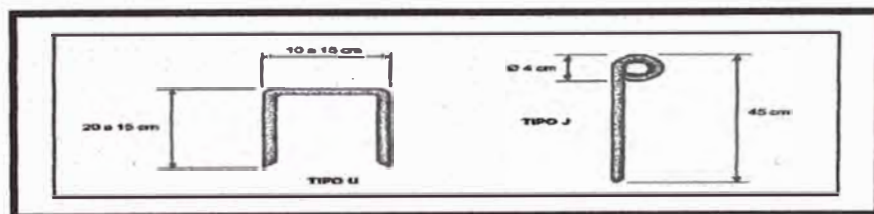
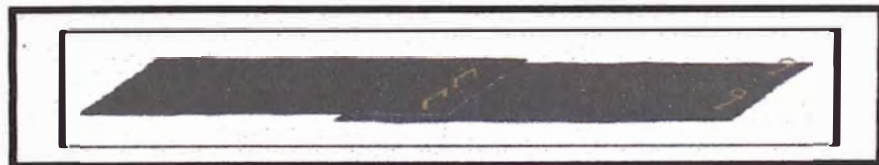


#### ○ Otros métodos de Unión

##### ● Por Engrapamiento

Cuando el suelo base lo permite y las condiciones constructivas y/o de solicitud lo exigen, se puede completar una unión por sobre posición, por medio de grapas de hierro COSTURAS.

Los dos tipos de grapa más usados son de Tipo U y de Tipo J.



##### ● Unión por Costura Manual

Está restringida a aplicaciones específicas en donde no existan esfuerzos mecánicos y que las condiciones del desempeño del geotextil sean garantizadas. Generalmente



este tipo de costura se utiliza como auxiliar para el proceso de colocación del geotextil, para evitar el levantamiento del mismo por acción del viento o cuando el material de relleno sea lanzado o colocado. Generalmente se emplean dos tipos de costura manual: puntada a puntada y de tipo rocambol.

- Unión por Soldadura (Fusión)

Este tipo de unión es posible si se garantizan las perfectas condiciones para el desempeño del geotextil.

## 2.8 NORMALIZACION DE LOS GEOTEXTILES

El Geotextil **Geoforte** así como toda la variada gama de geotextiles No cuentan con recomendaciones especiales

Bajo esta iniciativa nace de manera imperante la necesidad' de conformar comités especializados en la creación de las normas que rijan los procedimientos de ensayo para los Geosinteticos, dedicando inicialmente gran parte de sus esfuerzos a la normalización de los geotextiles, que han sido los pioneros en esta gran familia de materiales sintéticos. Es así como los comités más conocidos actualmente en el mundo son los siguientes:

- Organización Internacional de Estándares (ISO)
- Instituto de Investigaciones de Geosinteticos (GRI), Universidad de Drexel USA.
- Instituto Británico de Estándares. (BS).
- Asociación Francesa de Normalización. (AFNOR).
- Comité Alemán de Estándares para Geotextiles. (DIN)
- Sociedad Suiza de Profesionales en Geotextiles.
- Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM)
- Asociación Americana de Oficiales de Transporte y Autopistas



Estatales. (AASHTO).

El actual comité D-35 de la ASTM, cuyo trabajo se centra en la normalización para geotextiles, geomembranas y otros productos relacionados, se forma entonces como un subcomité adjunto del comité para textiles D-13 y del comité para suelos y rocas D-16. Dada la definición de geotextil, que es cualquier textil permeable usado en fundaciones, suelo, rocas, tierra o cualquier otro material relacionado con la ingeniería geotécnica como parte integral de proyectos, estructuras o sistemas, realizados por el hombre, se puede notar claramente el hecho del por qué, los antecedentes de las normas para los geotextiles y otros Geosintéticos tienen sus raíces en los dos comités arriba mencionados.

En Colombia, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, ha venido trabajando junto con consultores, universidades, entidades reguladoras, fabricantes, proveedores y usuarios, en la implementación y actualización de las normas de ensayo a nivel de este país. Es de anotar que actualmente estas normas se basan en su mayoría en las dadas por la ASTM.

El trabajo sobre normalización no ha sido un hecho aislado; en países industrializados, han venido siendo desarrolladas normas que a pesar de cumplir el mismo objetivo que las ASTM, tienen unos procedimientos diferentes. Esta condición ha causado que los valores entre las diferentes entidades normalizadoras, así sea para la determinación de una misma propiedad, arrojen valores completamente diferentes, causando una gran confusión en los usuarios de este tipo de productos.

Por tal motivo, la Sociedad Internacional de Geosintéticos (IGS), ha tenido dentro de sus objetivos recolectar, comparar y suministrar la información existente sobre las normas de ensayos a nivel mundial vigentes para los materiales en mención, unificándolas en un documento



de aplicación universal.

Partiendo de una adecuada interpretación de las normas de ensayo, se podrá garantizar de buena manera la correcta utilización de los geotextiles en obras civiles.

Las normas de ensayo de uso más común actualmente son 'las que siguen a continuación:

- Para la caracterización de las propiedades mecánicas:
  - Resistencia a la Tensión, Método Grab. ASTM D-4632.
  - Resistencia a la Tensión, Método de la Tira Ancha. ASTM D-4595.
  - Resistencia de la Costura para los Geotextiles Cosidos. ASTM D-4884.
  - Resistencia al Punzonamiento. ASTM D-4833.
  - Resistencia al Rasgado Trapezoidal.
  - Resistencia al Estallido (Mullen Burst). ASTM D-3786.
- Para la caracterización de las propiedades hidráulicas:
  - Tamaño de Abertura Aparente. ASTM D-4751.
  - Determinación de la Permeabilidad por el Método de la Permitividad. ASTM D-4491.
- Para la caracterización de las propiedades físicas:
  - Determinación del espesor nominal de los Geotextiles. ASTM D-5199.
  - Determinación de la masa por unidad de área de los Geotextiles. ASTM D-5261.
- Para determinar la durabilidad de los Geotextiles:  
Deterioro de los Geotextiles bajo la ex — posición' a la Luz Ultra Violeta y al Agua. ASTM D — 4355.
- Para la determinación de la cantidad adecuada de cemento



**asfáltico en aplicaciones de repavimentación:**

- **Retención de Asfalto. Task Force 25 (AASHTO, AGC, ARTBA), Método 8.**

Parte intrínseca y fundamental para obtener los mejores resultados en el diseño y en la utilización de geotextiles en obras de ingeniería es el tener un laboratorio competente para ejercer el control de calidad sobre el geotextil, cuyos equipos cumplan con los requerimientos establecidos por las normas de ensayo vigentes.



# Capítulo III

## PAVIMENTOS Y REPAVIMENTACION CON GEOTEXTILES

### PAVIMENTOS NUEVOS

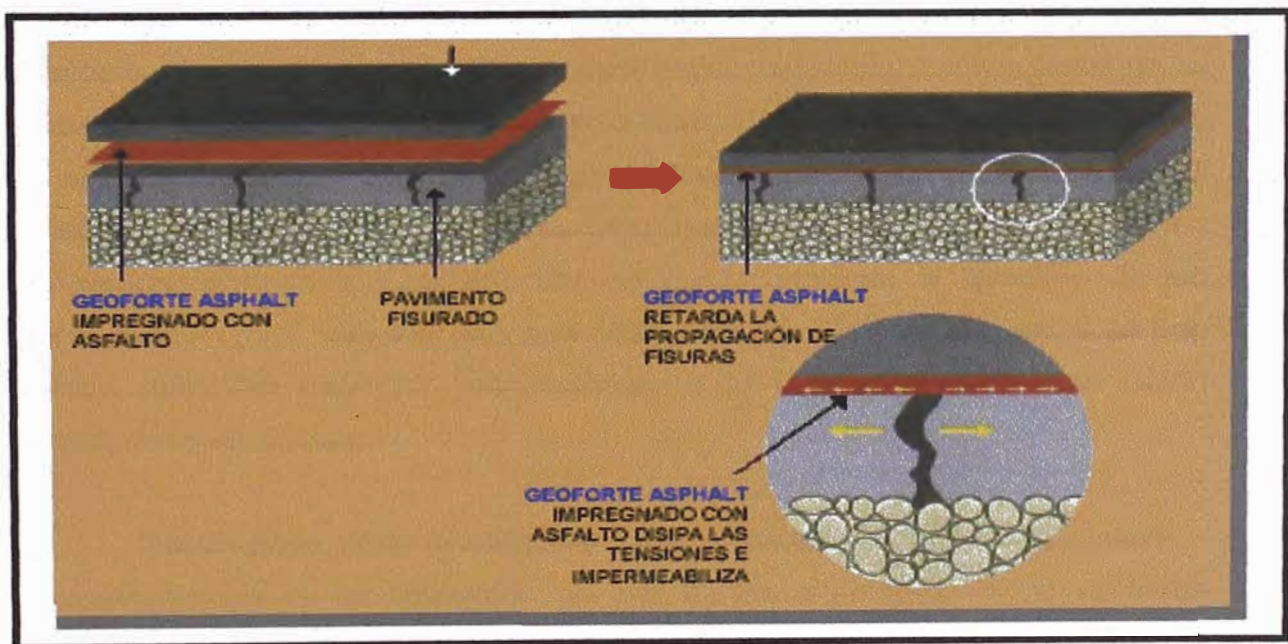
Este campo de aplicación consiste en el suministro y colocación de un o más Geotextil de pavimentación en una estructura de pavimento con el propósito: de incorporar una fibra separadora en dos capas de suelo para evitar que se mezclen materiales con diferentes granulometrías consistencias y densidades, así mismo evita la contaminación de materiales seleccionados con suelos de bajas especificaciones, y una membrana flexible e impermeabilizadora que reduzca los esfuerzos existentes en la estructura del pavimento y evite así el daño de la estructura del pavimento , es inevitable el deterioro de la carpeta asfáltica por el cambio brusco de temperatura o fenómeno del Gradiente Térmico, por encontrarse a una altura de 4400 msnm aprox. Este fenómeno produce el agrietamiento, siendo entonces la función principal del geotextil **Proteger a los demás componentes de la estructuras del pavimento**, y en forma secundaria **impermeabilizar y reforzar**.





## REPAVIMENTACION

Este campo de aplicación consiste en el suministro y colocación de un geotextil de pavimentación debajo de una nueva carpeta asfáltica o entre capas del pavimento con el propósito de incorporar una membrana flexible e impermeabilizadota que reduzca los esfuerzos existentes en la estructura del pavimento y retarde la propagación de las grietas producidas por reflexión, siendo entonces la función principal del geotextil **impermeabilizar** y en forma secundaria **reforzar**.







### 3.1 ANTECEDENTES

La prolongación de la vida útil de las vías ha sido una permanente preocupación por parte de las entidades públicas a nivel nacional e internacional, que se encargan de la ejecución y del posterior cuidado de estas. Los ensayos realizados sobre nuevos materiales que racionalicen de alguna manera los costos de mantenimiento que la estructura de pavimento requiere, han traído nuevos horizontes. Con la aparición de los geosintéticos y en especial los geotextiles, los investigadores han hecho un aporte significativo a la ingeniería, aclarando el desempeño de estos en aplicaciones específicas, como lo es en este caso, las estructuras del pavimento, rehabilitación de pavimentos.

A final de la década de los sesenta, en el departamento de transporte de California, Caltrans, se comienza a experimentar con los geotextiles, teniendo en cuenta que la principal función con la que estos deberían cumplir, era la de evitar la reflexión o calcado de grietas reemplazando a sistemas tradicionales tales como las bases de gradación abierta. Después de casi dos décadas de ensayos en campo, laboratorio y de estudios se logró cuantificar el beneficio de los geotextiles en los proyectos de pavimentación y repavimentación, estos se han venido utilizando casi que rutinariamente a lo largo y ancho de la Unión Americana y de Europa.

Desde hace poco la utilización de los geotextiles en pavimentación y repavimentación se ha convertido en otra de las alternativas a los sistemas habituales constructivos utilizados en este tipo de obras, los cuales por lo general no contemplan más que la utilización de un ligante asfáltico, colocado sobre la superficie de la carpeta asfáltica antigua de una manera poco ortodoxa. Además de la colocación de la nueva capa de rodadura, que no contempla tan siquiera el uso de modificadores elastoméricos para mejorar sus propiedades. La utilización del geotextil en estas obras ha tenido unas veces grandes fracasos y otros éxitos rotundos, dependiendo del grado de conocimiento sobre la correcta utilización que los ejecutores hayan tenido sobre este tipo de tecnología.



## 3.2 FUNCIONES DE LOS GEOTEXTILES

Si se entiende por refuerzo como la redistribución de fuerzas, debido a la inclusión de un material rígido de alta resistencia a la tensión cuyo módulo elástico sea mayor que el del material que irá a reforzar, al incluir un geotextil dentro de una estructura de pavimento, éste no cumpliría con la definición de refuerzo, entonces se preferirá la utilización de otro término para definir su comportamiento en este tipo de estructuras.

Si se utiliza en proceso de **Pavimentación** es decir entre la base y la carpeta asfáltica, esta protegerá la estructura inferior de la carpeta asfáltica con la finalidad de evitar el agrietamiento de las estructuras inferiores y su deterioro, en un proceso de **Repavimentación**, este no cumpliría con la definición de refuerzo sino tendrá un comportamiento intercapa. Estas intercapas son usadas para prevenir o reducir el calcado de grietas, la aparición de grietas del tipo de piel de cocodrilo y los fenómenos de ahuellamiento y corrugamiento. Las dos funciones básicas que cumple el geotextil impregnado con asfalto para poder suministrar sus beneficios.

### 3.2.1 REFORZAR

Al instalar un geotextil entre la BASE y la carpeta asfáltica del pavimento, este hará la función de proteger la estructura inferior del pavimento. Suministrando una capa flexible de espesor suficiente absorbidora de tensiones el cual permitirá dar una mejor performance de la estructura, favoreciendo su resistencia a la fatiga, ya sea por tráfico o por temperatura e impedirá el paso de los esfuerzos a la Base, para así evitar el deterioro de los elementos de la estructura inferiores (base, Sub-base), permitiendo prolongar la vida de servicio del pavimento. Además los geotextiles no tejidos impregnados con asfalto tienen un módulo de elasticidad bajo y absorben las deformaciones sin transferirlas. El geotextil para pavimentación alivia parcialmente la transferencia de esfuerzos inducidos por el tráfico en la cercanía de las grietas, actuando como una capa aliviadora de esfuerzos.

Sin embargo, al producirse el fisuramiento, la grieta solo llegara hasta el Geotextil protegiendo el resto de la estructura del pavimento.



La capa de base se protege de los esfuerzos cortantes generados por las cargas generadas por el tráfico y de aquí que sean toleradas deflexiones mayores. De estudios realizados se ha concluido que las 2/3 partes del alivio de esfuerzos se debe al cemento asfáltico que satura al geotextil y el resto es por el geotextil que funciona como contenedor. **Separar**

### 3.2.2 IMPERMEABILIZAR

Al concreto asfáltico se le debe considerar como un elemento permeable, a través del cual se infiltrará un gran porcentaje del agua superficial que podrá llegar a las capas granulares y a la sub rasante, afectando los parámetros de resistencia y deformabilidad. Otro efecto adverso es el incremento de presiones de poros que reduce los esfuerzos efectivos del suelo, además se presentará el efecto "prensa", que hace disminuir la disipación de los esfuerzos producidos por cargas de tráfico a través de las capas granulares, siendo estos transmitidos directamente por el agua que se encuentra entre las partículas de suelo a la sub. rasante. Con el fin de evitar las situaciones anteriores, es necesario la colocación de una barrera impermeabilizadora conformada por un geotextil no tejido punzonado por agujas para aplicaciones de repavimentación, que servirá como medio para albergar una cantidad determinada de cemento asfáltico hasta lograr su saturación, además de una cantidad adicional para permitir la adhesión del geotextil a la capa asfáltica inferior (superficie antigua) y a la nueva capa de rodadura.

### 3.3 EFECTOS DEL AGRIETAMIENTO

Durante la vida de servicio de una estructura de pavimento, la superficie de ésta podrá sufrir defectos por las siguientes causas:

- Agrietamiento debido al envejecimiento de la capa de rodadura, movimientos por gradientes térmicos, movimientos relativos entre placas y por contracción. Inicialmente con la variación de temperatura se presenta la propagación inicial de las grietas y posteriormente éste efecto se aumenta debido a la acción de las cargas generadas por el tráfico.



- Ahuellamiento debido a una falta de capacidad para resistir deformaciones.
- Agrietamiento por fatiga debido a efectos ambientales o a una falta de capacidad portante de la estructura.

El agrietamiento reduce la resistencia estructural del pavimento y lleva a un rápido deterioro de la construcción. Para que este ocurra, primero debe haber sufrido un proceso de iniciación. Las grietas crecerán como resultado de las cargas de tráfico, temperatura, deformaciones y calcado de grietas. A través de las grietas el agua penetrará a las capas granulares y a la subrasante, reduciendo su capacidad portante, por esto debe prevenirse la infiltración, dando como posibles soluciones el sellamiento de las grietas o en casos más extremos la repavimentación. Para el último caso se utilizan geotextiles no tejidos impregnados con asfalto

### **3.3.1 Agrietamiento por fatiga.**

Una grieta o fisura puede iniciarse y crecer como resultado de la repetición de cargas de tráfico. Cuando una rueda pasa, la abertura se flexiona, suministrando esfuerzos de tensión en los extremos de la grieta haciéndola crecer.

### **3.3.2 Agrietamiento por reflexión.**

Si la capa de repavimentación se aplica sobre grietas, los movimientos horizontales en la grieta existente también causarán deformaciones horizontales en la capa de repavimentación, llevando a la continuación del crecimiento de la grieta existente en la capa de repavimentación, que se conoce como reflexión o calcado de grietas. Este agrietamiento ocurre debido a la diferencia de esfuerzos cortantes en ambos costados de la grieta. Pasa cuando una rueda pisa la grieta, cargando primero un borde de la grieta y posteriormente el otro.

Para evitar o retardar el agrietamiento por reflexión y el control de infiltración a través del pavimento, existen los siguientes sistemas que pueden ser utilizados de manera individual o conjunta:



- Geotextiles para repavimentación: combinación de geotextil y asfalto, en casos donde las grietas no sean por fallas estructurales.
- Membranas de intercapa absorbedoras de esfuerzos (SAMI): capas de cierto espesor con asfalto modificado.
- Sellos de arena-asfalto y sellos de asfaltos modificados: -en procesos de agrietamiento incipiente.

Para escoger entre las opciones mencionadas anteriormente, es necesario llegar a una aproximación de ingeniería para cada problema específico, la cual debe incluir los siguientes ítems:

- Identificación del problema.
- Evaluación de los factores y mecanismos involucrados.
- Análisis de las posibles soluciones y sus respectivas limitaciones.
- Posibilidades en términos de la efectividad de cada solución versus los costos que acarrea.
- Análisis del proyecto y las consideraciones constructivas.

Pero aparte de esto, se debe mantener en la mente que el momento propicio para comenzar con la construcción de un sistema que retarde la aparición de grietas, es indudablemente durante las primeras etapas de aparición de éstas, cuando apenas se vislumbran grietas de líneas delgadas en el pavimento. En este punto, apenas poca agua se ha infiltrado a través de la estructura como para ablandar y debilitar el suelo de la subrasante.

### **3.4 CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN**

Para que el desempeño del geotextil durante su vida de servicio sea el correcto, deberá ceñirse a un proceso de instalación adecuado, cuyos principales cuidados deberán incluir:



### **3.4.1 Determinación del Tipo, Cantidad y Nivel de Severidad de las Fallas del Pavimento.**

Las fallas en los pavimentos contemplan los tipos que se enunciarán a continuación:

#### **Fallas Superficiales**

- Agrietamiento en bloques, longitudinal y/o transversal. Las causas principales de estas son la contracción, endurecimiento por envejecimiento y condiciones ambientales donde las temperaturas son bajas.
- Deshilachamiento debido a una cantidad pobre de asfalto, envejecimiento y/o a la acción abrasiva del agua y las llantas de los vehículos.
- Arrugamientos debidos al exceso de asfalto, de agua 'y/o presencia de agregados muy blandos en la mezcla del concreto asfáltico.

#### **Fallas por Adhesión**

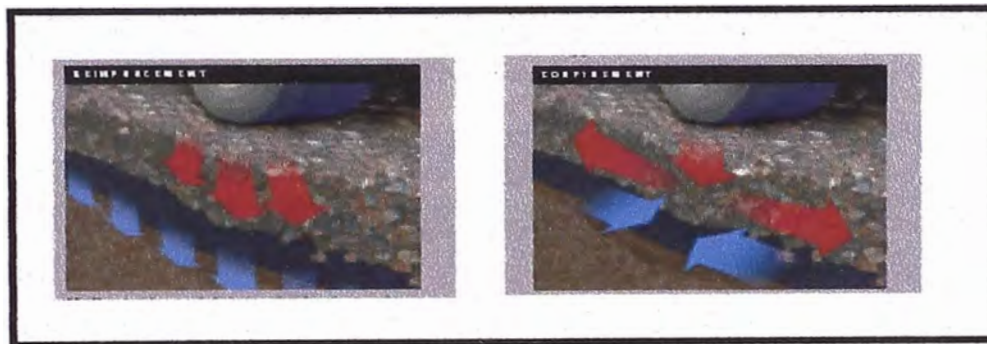
- Agrietamientos por corrimiento originados principalmente por una cantidad insuficiente e cemento asfáltico como ligante, superficie del pavimento demasiado delgada, cargas horizontales originadas por el tráfico.

#### **Fallas Estructurales**

- Agrietamientos transversales por fatiga debidos a deflexiones excesivas en el pavimento y/o a un diseño inadecuado de la sección.
- Ahuellamientos debidos a un contenido de humedad excesivo y/o a un diseño inadecuado de la sección.
- Deformaciones severas longitudinales debidas a una falta de soporte en las bermas a la sección estructural del pavimento.



No es recomendable la utilización del geotextil en el caso de que se presente alguna de este tipo de fallas estructurales. Previamente al proceso de recuperación de la vía, deberán ejecutarse las medidas correctivas para subsanar todos los problemas que en el futuro estas pudiesen generar.





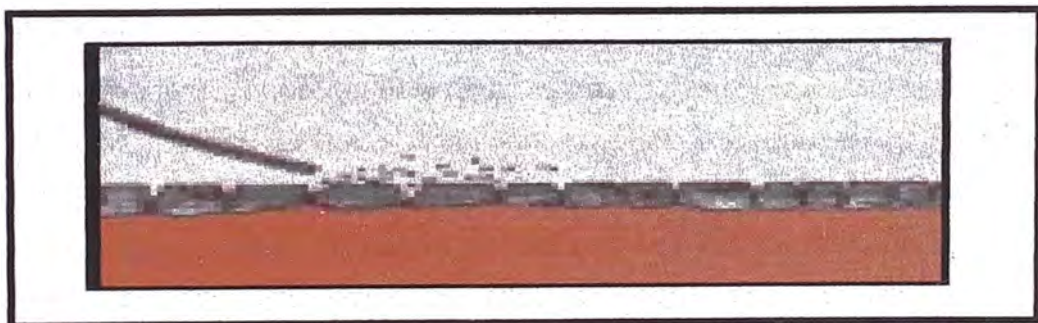
### 3.4.2 PROCESO DE INSTALACIÓN

#### 3.4.2.1 Condiciones y Limpieza de la Superficie.

Para garantizar que la adhesión del geotextil a la capa de Base y a la capa de pavimento sea la adecuada, deberá preverse que la superficie sobre la cual se colocarán los rollos de geotextil esté razonablemente libre de elementos tales como mugre, agua, vegetación y escombros que pudiesen entorpecer el contacto entre el ligante asfáltico y/o la base o la carpeta de rodadura vieja. Los equipos recomendables utilizados en este tipo de operaciones son compresores neumáticos con boquillas adecuadas para limpieza o incluso se permite la utilización de escobas.



#### PAVIMENTOS NUEVOS



#### REPAVIMENTACION

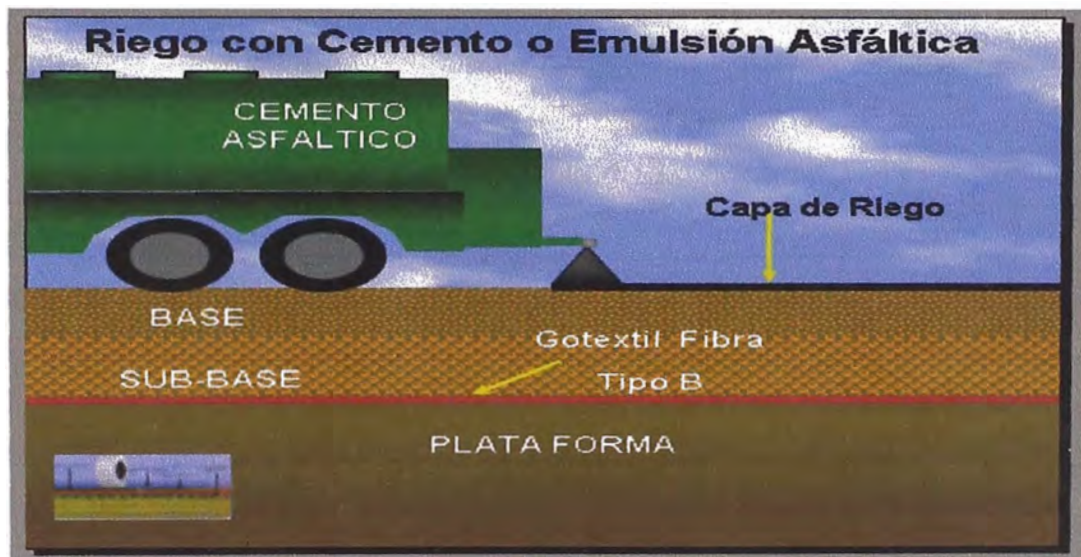




### 3.4.2.2 Tasa y Forma de Aplicación del Ligante Asfáltico.

**PAVIMENTO NUEVO:** La cantidad de ligante asfáltico o tasa de aplicación de imprimación a utilizar en la base del pavimento esta comprendido entre 0.7 a 1.5 lts/m<sup>2</sup> para una penetración de la capa granular de apoyo de 8mm por lo menos y verificándose cada 25 mts, incluida la cantidad necesaria para garantizar la adhesión del conjunto Geotextil asfalto al concreto asfáltico

Usualmente la tasa de aplicación inferior a los 0.70 L/m<sup>2</sup> usada únicamente para saturar el Geotextil, se ha podido comprobar que el efecto de barrera impermeable se vuelve despreciable.



Las técnicas de imprimación requieren que los equipos a usarse coloquen el ligante a una tasa uniforme, siendo conveniente el uso de equipos mecánicos, tales como los tanques o camiones irrigadores para este fin. Sin embargo de las experiencias nacionales se ha podido demostrar que a pesar de utilizar un método tan primitivo, como lo es el del tarro con perforaciones en su cara inferior, lleno de asfalto líquido, “duchando” la superficie de la vía, se puede lograr una aplicación adecuada del ligante, teniendo en cuenta que ésta debe ser homogénea y uniforme, y que la tasa de aplicación cumpla con los requerimientos mínimos para lograr una correcta adhesión y evitar fallas por deslizamiento, corrimiento o exudación. Otro factor importante es el



control de temperatura, pues se ha visto en varios casos una degradación del ligante que llega a cristalizarse, perdiéndose así al saturar al geotextil, su función de membrana viscoelastoplástica y no logrando un beneficio total.

### REPAVIMENTACION:

La cantidad de ligante asfáltico a utilizar depende de la porosidad relativa del pavimento viejo y del geotextil a usarse en el proceso de repavimentación, siendo esta una de las consideraciones de mayor relevancia para garantizar el correcto desempeño de esta membrana de intercapa viscoelastoplástica impermeable. De un trabajo presentado por Button (1982), éste propone la siguiente ecuación para la determinación de la cantidad de ligante asfáltico:

$$Q_d = 0.362 + Q_s + Q_c$$

donde:

$Q_d$  = Cantidad de ligante según diseño ( $L/m^2$ )

$Q_s$  = Cantidad de ligante necesario para lograr la saturación del geotextil ( $L/m^2$ ). Este dato es suministrado por el fabricante. Es importante tener en cuenta que según las recomendaciones de la Task Force 25 de la AASHTO-AGC-ARTBA, este no podrá ser inferior a los  $0.90 L/m^2$  para lograr forma una capa absorbidora de esfuerzos, además de la adhesión entre las capas de concreto asfáltico.

$Q_c$  = Valor de corrección dependiendo de las condiciones de la superficie del concreto asfáltico de la capa vieja. Oscila entre  $0.05 L/m^2$  para superficies niveladas hasta  $0.59$  para superficies porosas y oxidadas.

Sin embargo en varias obras los valores obtenidos de ensayos realizados en campo son bastante menores que los obtenidos en la fórmula de Button. Es por esto recomendable que antes de iniciar una repavimentación utilizando el geotextil se determine la cantidad óptima de



ligante asfáltico a usarse y de esta forma evitar posibles problemas de exudación e incluso la generación de una superficie de deslizamiento. Una manera rápida y sencilla es mediante la imprimación de un área determinada que se sugiere sea de 1.0 m \* 1.0 m, con diferentes cantidades de ligante, teniendo en cuenta que su regado sobre la superficie debe ser uniforme.

Una vez la temperatura del ligante ha alcanzado una temperatura de 115°C, se procede a colocar un pedazo de geotextil con un área igual a la de prueba, y se fija sobre el ligante verificando que no queden arrugas.

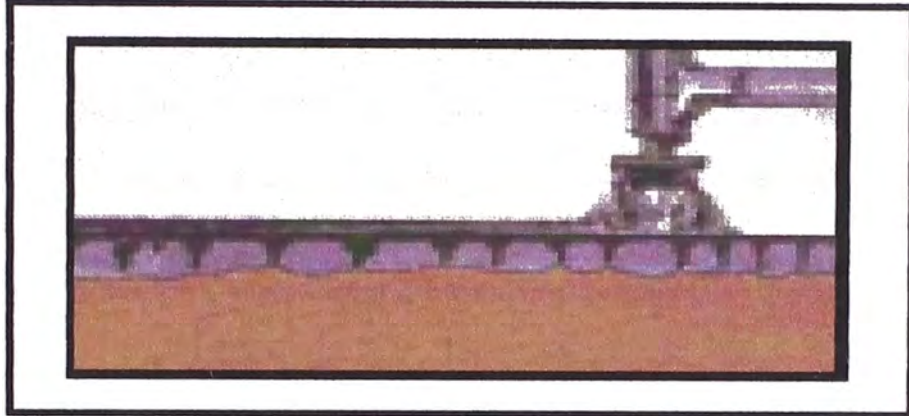
Una manera de ver si la cantidad de ligante es la adecuada es intentando desprender manualmente el geotextil de la superficie, si esto no se logra y al pisar el geotextil se ve como este empieza a absorber el ligante y mediante esta presión este pasa hasta la cara superior, se puede pensar que se ha llegado al punto óptimo para la tasa de imprimación con ligante asfáltico. Si se trabaja con emulsiones deberá esperarse a que esta haya roto y que el agua se haya evaporado.

Usualmente las tasas de aplicación para el ligante asfáltico oscilan entre 0.90 y 1.20 L/m<sup>2</sup>, incluida la cantidad necesaria para garantizar la adhesión del conjunto geotextil asfalto al concreto asfáltico. Para una tasa de aplicación inferior a los 0.70 L/m<sup>2</sup> usada únicamente para saturar el geotextil, se ha podido comprobar que el efecto de barrera impermeable se vuelve despreciable.

Las técnicas de imprimación requieren que los equipos a usarse coloquen el ligante a una tasa uniforme, siendo conveniente el uso de equipos mecánicos, tales como los tanques o camiones irrigadores para este fin. Sin embargo de las experiencias nacionales se ha podido demostrar que a pesar de utilizar un método tan primitivo, como lo es el del tarro con perforaciones en su cara inferior, lleno de asfalto líquido, “duchando” la superficie de la vía, se puede lograr una aplicación adecuada del ligante, teniendo en cuenta que ésta debe ser homogénea y uniforme, y que la tasa de aplicación cumpla con los requerimientos mínimos para lograr una correcta adhesión y evitar fallas por deslizamiento, corrimiento o exudación. Otro factor importante es el control de temperatura, pues se



ha visto en varios casos una degradación del ligante que llega a cristalizarse, perdiéndose así al saturar al geotextil, su función de membrana viscoelastoplástica y no logrando un beneficio total.



antes de realizar esta procedimiento se debe realizar la **Reparación de Grietas** Después de terminar el proceso de limpieza, las grietas que excedan los 3 mm de ancho deberán ser sopleteadas y rellenadas en la medida de lo posible con asfaltos modificados bien sea con agregados minerales finos, elastómeros o fibras de poliéster. En el caso de que las grietas sean originadas por fallas estructurales, el pavimento será removido de su sitio alcanzando una profundidad donde la subrasante esté estable o 30 cms por debajo del pavimento sano.

#### 3.4.2.3 Temperaturas de Trabajo.

**PAVIMENTACION Y REPAVIMENTACION:** Los dos polímeros de uso más frecuente en la fabricación de los geotextiles para la pavimentación y repavimentación, son el polipropileno, y el poliéster. Las diferencias básicas entre los dos radican en el precio de la materia prima, en el punto de fusión y los posibles problemas por contracción que estos puedan sufrir.

Partiendo de estudios realizados por Caltrans, el departamento de transporte de Texas y el condado de Los Ángeles, se advirtió que los



geotextiles de polipropileno sufren por contracción cuando las temperaturas del ligante se encuentran por encima de los 120<sup>0</sup>C, mientras los de poliéster no sufren ya que su punto de contracción está por encima de los 204<sup>0</sup>C. Siendo las temperaturas normales del ligante asfáltico en las repavimentaciones de 120<sup>0</sup>C a 160<sup>0</sup>C, se debe verificar que la temperatura en el momento de colocación del geotextil sobre la superficie no exceda los 115<sup>0</sup>C, garantizando de esta manera que la contracción del geotextil no se pase de los 15 centímetros por rollo (valor mínimo recomendado). Para evitar los posibles problemas que se puedan presentar en los geotextiles por temperatura, la Task Force 25 recomienda que el punto de fusión sea como mínimo de 150<sup>0</sup>C.

#### **3.4.2.4 Cuidados de Almacenamiento, Colocación del Geotextil y Tratamiento a las Arrugas que se puedan formar**

##### **PAVIMENTOS NUEVOS Y REPAVIMENTACION:**

**Cuidado y Almacenamiento:** Con el fin de evitar el humedecimiento y la degradación originada por la radiación ultravioleta de los rollos de geotextil, estos deberán estar protegidos por una envoltura plástica, además debe preverse que los rollos estén protegidos con una cubierta impermeable.

La humedad del rollo generará posibles rechazos del geotextil cuando se intente saturar con el ligante asfáltico durante el proceso de colocación y compactación de la capa de repavimentación, al no poder escapar al vapor de agua generado.

**Colocación del Geotextil:** La instalación del rollo de Geotextil puede ser realizada manual o mecánicamente, existiendo equipos patentados para la colocación de los rollos. En nuestro medio la instalación se ha venido haciendo manualmente, siendo necesaria una cuadrilla de tres personas (dos manteniendo la alineación del rollo y desenrollándolo, y otra persona cepillando sobre el Geotextil, eliminando al máximo las arrugas), sin

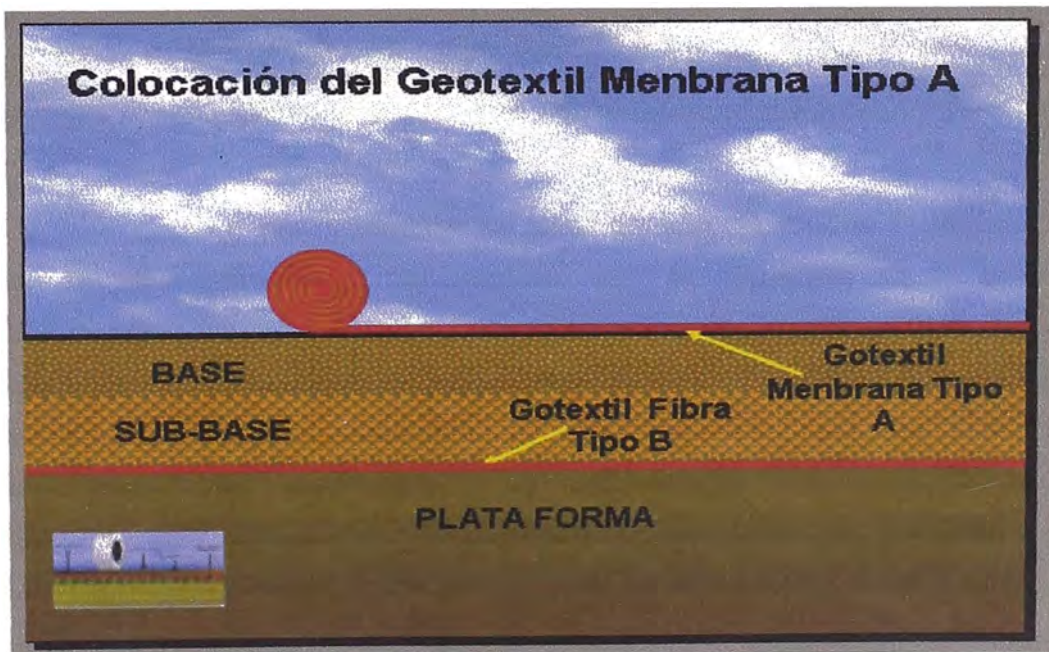


necesidad de ser mano de obra capacitada ni especializada.

**Tratamientos de Arrugas:** Una de las consideraciones críticas es la instalación correcta del geotextil sobre la superficie de la vía impregnada con Ligante asfáltico, evitando al máximo la formación de arrugas, ya que estas no permitirán que la absorción del asfalto líquido sea suficiente para la formación de la barrera impermeable, reduciendo los beneficios a largo plazo de esta membrana.

Los cuidados principales para el tratamiento de las arrugas incluyen los siguientes:

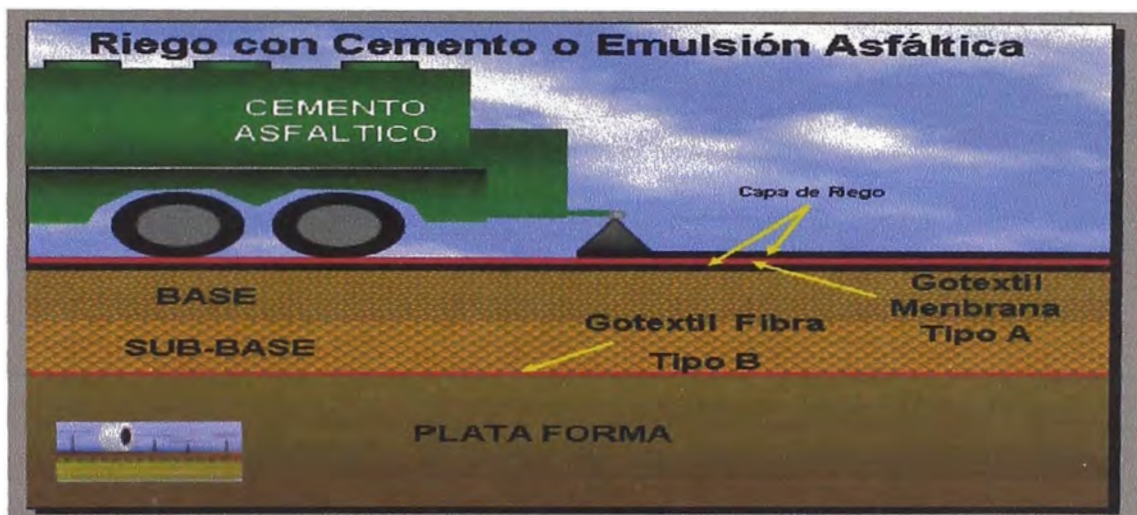
- Las arrugas y dobleces de más de 25 mm deberán rasgarse y aplanarse siempre en el sentido del avance de los equipos utilizados en la pavimentación, para evitar levantamientos.
- En el caso de que la arruga o doblez sobrepase los 50 mm, este exceso deberá ser eliminado.





### 3.4.2.5 Tasa y Forma de Aplicación del Ligante Asfáltico en el Geotextil y Compactación.

**PAVIMENTOS NUEVOS Y REPAVIMENTACION:** La cantidad de Ligante asfáltico o tasa, se deberá aplicar en la cantidad requerida para saturar el geotextil con una tasa comprendido entre 0.9 a 1.1 l/m<sup>2</sup> y definida previamente en el Expediente Técnico. La tasa de aplicación del cemento asfáltico dependerá de la temperatura ambiente y al tipo de riego usar. ~  
El riego de liga se deberá aplicar mediante un camión distribuidor que garantice su aplicación de manera uniforme, cubriendo quince centímetros (0,15 m) más allá del ancho cubierto por el geotextil.



La compactación es considerada de mucha importancia para la total adherencia del geotextil con la superficie de la base; favoreciendo su densificación por el proceso de expulsión de aire y ascenso de asfalto (impregnación).

Con la Compactación comienza el proceso de impregnación y dosificación del geotextil, resultando al final una membrana bien saturada, impermeable y una adecuada capacidad de deformación. La compactación se realiza con un rodillo neumático (con control de presión), el cual debe entrar sobre el geotextil con las llantas a baja presión de inflado (40-50 lbs), se requiere de 1 a 3 pasadas de rodillo, en todo los casos, deberá efectuarse hasta que se observe la total adherencia del geotextil y su saturación por penetración invertida,



debiendo la superficie adquirir un color pardo mezclado con las marcas de los neumáticos del rodillo compactador.



### 3.4.2.6 Colocación de la Carpeta Asfáltica

**Pavimento nuevo:** La capa de concreto asfáltico podrá ser colocada inmediatamente después de haber sido instalado el geotextil. La única precaución que se debe tener en cuenta es que los equipos de construcción no realicen movimientos bruscos sobre el geotextil. Para evitar una adherencia excesiva entre las llantas de los equipos y el geotextil del tipo no tejido punzonado por agujas, este tiene un diseño especial. Normalmente se termo funde una de sus caras que será finalmente la que quedará hacia arriba en contacto directo con los equipos y la otra sin ningún tratamiento especial quedará colocada hacia abajo sobre el ligante asfáltico.

Para facilitar un mayor contacto del geotextil con el ligante y eliminar en mayor proporción las arrugas del geotextil, se podrán utilizar equipos mecánicos como es el caso de una máquina selladora con llantas neumáticas. Luego de esto se coloca el concreto asfáltico por medio de una finisher y se procede a compactar al igual que en cualquier proceso de pavimentación.





Se deben tener cuidados especiales con las condiciones climatológicas, pues nunca se podrá instalar el geotextil cuando la capa de pavimento antiguo esté en condiciones húmedas. En el caso de querer hacer grandes avances en la instalación del geotextil es necesario prever que no lloverá en la zona. Esta es la única condición que pudiera llegar a afectar el avance de obra. A manera de solución parcial para los casos donde el geotextil, se haya mojado se podrá soplar con aire a presión para eliminar la humedad, aunque cabe mencionar que es un método poco eficiente.



### Repavimentación: Espesores Mínimos y Colocación de la Capa de Repavimentación.

**Espesores Mínimos:** Se considera al igual que en cualquier procedimiento de repavimentación que el espesor mínimo constructivo de la nueva capa debe ser de por lo menos de 30 mm para pavimentos flexibles y de 40 mm para pavimentos rígidos. Para lograr un mayor beneficio cuando se rehabilite un pavimento rígido, es necesario nivelar y estabilizar las placas, colocar una capa de concreto asfáltico de gradación abierta y sobre esta el geotextil de repavimentación. Al colocarse capas de repavimentación con espesores menores a los recomendados se presentan pérdidas de temperatura de la mezcla



asfáltica, evitando la saturación del geotextil ya que el ligante al no estar totalmente fundido no alcanza a ser absorbido por el geotextil.

**Colocación de la Capa de Repavimentación:** La capa de repavimentación de concreto asfáltico podrá ser colocada inmediatamente después de haber sido instalado el geotextil. La única precaución que se debe tener en cuenta es que los equipos de construcción no realicen movimientos bruscos sobre el geotextil. Para evitar una adherencia excesiva entre las llantas de los equipos y el geotextil del tipo no tejido punzonado por agujas, este tiene un diseño especial. Normalmente se tiene fundida una de sus caras que será finalmente la que quedará hacia arriba en contacto directo con los equipos y la otra sin ningún tratamiento especial quedará colocada hacia abajo sobre el ligante asfáltico. Para facilitar un mayor contacto del geotextil con el ligante y eliminar en mayor proporción las arrugas del geotextil, se podrán utilizar equipos mecánicos como es el caso de una máquina selladora con llantas neumáticas. Luego de esto se coloca el concreto asfáltico por medio de una finisher y se procede a compactar al igual que en cualquier proceso de repavimentación.

Se deben tener cuidados especiales con las condiciones climatológicas, pues nunca se podrá instalar el geotextil cuando la capa de pavimento antiguo esté en condiciones húmedas. En el caso de querer hacer grandes avances en la instalación del geotextil es necesario prever que no lloverá en la zona. Esta es la única condición que pudiera llegar a afectar el avance de obra. A manera de solución parcial para los casos donde el geotextil, se haya mojado se podrá soplar con aire a presión para eliminar la humedad, aunque cabe mencionar que es un método poco eficiente.



# Capítulo IV

## APLICACIÓN DE GEOTEXILES EN LA OBRA DE PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA BINACIONAL DE ILO - DESAGUADERO ( PERU ). TRAMO V





## 4.1 GENERALIDADES

### 4.1.1 ANTECEDENTES

La Carretera Binacional ILO – DESAGUADERO- La PAZ tiene su inicio en el puerto de ILO , ubicado en el Sur-Oeste del Perú sobre el océano pacífico , en su recorrido de mas de 500km atraviesa llanuras costeras ,cumbres andinas y mesetas altiplánicas culminando en la ciudad del alto de la Paz – Bolivia, la carretera ILO- DESAGUADERO esta conformado por diez (10 tramos ) , el tramo de estudio es el TRAMO V , el cual se realizaron los estudios de factibilidad e ingeniería definitiva en el año de 1996 por la Asociación de Empresa **P. Y V . INGENIEROS S.A.** CONSULTORES –PROYECTISTAS SUPERVISORES y **HOB IINGENIEROS S.A.** y fue construida en 1998 por la empresa **ENERGOPROJEKT – BARTOS ASOCIADOS** y supervisada por la empresa **C.P.S DE INGENIERIA S.A.** , el Presupuesto Base de la Obra S/. 22555,160.60 ( inc IGV) o - \$ 5256,885.33( inc IGV) , el Presupuesto Oferta S/. 23886,772.47 ( inc IGV) o - \$ 5109,566.19 ( inc IGV) 31/05/96 , tiempo de ejecución de la obra es de 450 días calendarios y con una progresiva de ( Km. 205 + 000 al Km. 235+000 ) de longitud 30 Km. .



### 4.1.2 Ubicación

El tramo V de pavimentación de la carretera Binacional ILO – DESAGUADERO (PERU -1998) se encuentra ubicado en la región José arlos Mariategui, la sub. Región de Moquegua – Tacna, en la provincia de Chucuito, Departamento de Puno.



## PLANO UBICACION GEOGRAFICA DEL PROYECTO CARRETERA BINACIONAL ILO – DESAGUADERO



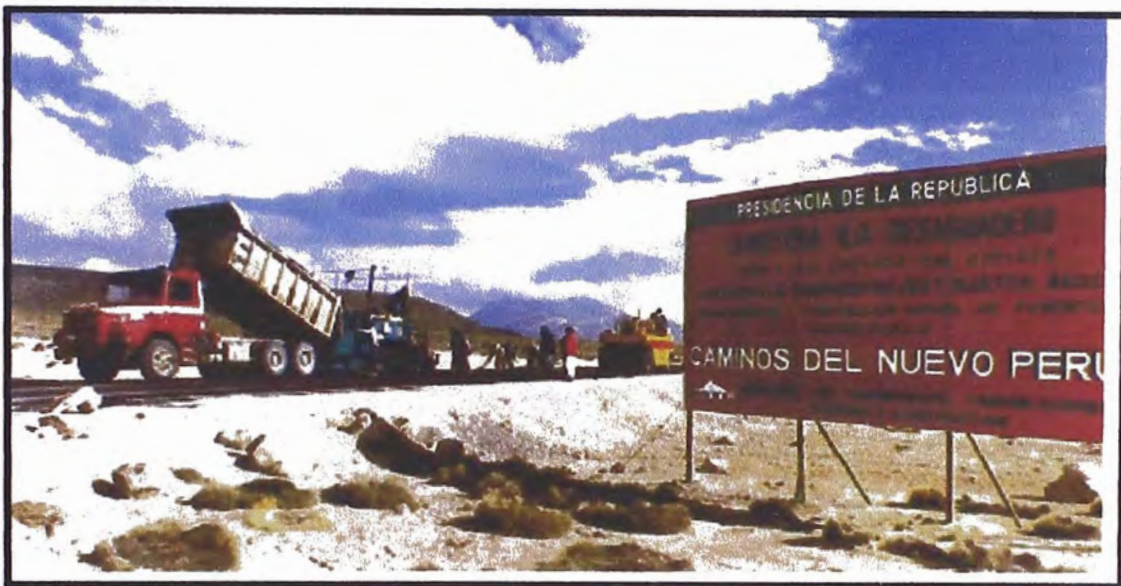
UBICACION DEL PROYECTO

<b>REPUBLICA DEL PERU</b>	
CONSEJO DE FIEBROS DE LA CONSTRUCCION ASIMBA (CONCEJA)	
MINISTERIO DE TRANSPORTES, CARRETERAS Y COMUNICACIONES	
DIRECCION GENERAL DE CARROS Y FERROCARRILES	
ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA BINACIONAL ILO – DESAGUADERO	
<b>UBICACION GEOGRAFICA</b>	
PREPARADO POR: <b>ASOCIACION BOB – P. y V.</b>	
PROYECTADO, DISEÑADO Y EJECUTADO POR: [Blank]	
	FECHA DE ELABORACION: FECHA DE ACTUALIZACION: FECHA DE REVISION: FECHA DE APROBACION: FECHA DE EMISION: FECHA DE CANCELACION:



### 4.1.3 Topografía

El área de carretera ILO – DESAGUADERO presenta una topografía regular encontrándose una depresión poco significativa, que no dificulta futuros trabajos de rehabilitación. En general, el área es plana y se desarrolla con una altitud máxima de 4755.020 m.s.n.m y una altitud mínima de 4464.363 m.s.n.m, mostrando una pendiente máxima de 6.0 % perfectamente trabajable.



### 4.1.4 Condiciones ambientales

Temperatura absoluta máxima      Promedio Anual : 14°C

Temperatura mínima                      Promedio: -12 °C

#### Vientos

Dirección predominante : Sur a Norte o De Sudeste a Noroeste

Máximas absolutas : 15.6 Nudos

Meses de mayor Intensidad : Mayo-Agosto 18.0 Nudos

#### Asoleamiento

Diciembre - Abril : 5 hrs. Día/Sol      Mayo - Noviembre : 3 hrs. Día/Sol



#### 4.1.5 Características de la Obra

Construcción	: A nivel de Asfalto.
Ancho de la Superficie de Rodadura	: 6.60 m del Km. 205 +000 al Km. 232+500 7.20 m del Km. 232 +540 al Km. 235+000
Ancho de Bermas	: 1.20 m del Km. 205 +000 al Km. 232+500 1.50 m del Km. 232 +540 al Km. 235+000
Espesor de Sub – Base	: 0.150 m.
Geotextil	: Membrana tipo A -, e = 2.0 mm
Espesor de Base	: 0.150 m.
Geotextil	: Fibra tipo B, e = 4.0mm
Espesor de Carpeta Asfáltica	: 0.075 m. (3")
Tipo de Pavimento	: Asfalto en Caliente (Hot – Mix)
Tipo de Tratamiento en Bermas	: Tratamiento superficial Bicapa.
Cunetas tipo CU	: Revestidas de Concreto de 0.6. x 0.3
Radio Minimo	: 60.00m.
Velocidad Directriz	: 45 Km / h
Pendiente Maxima	: 6 %
Altitud Maxima	: 4755.020 m.s.n.m ( Km 213+890 )
Altitud Minima	: 4464.363 m.s.n.m ( Km 225 + 630 )



## 4.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

### 4.2.1 ANALISIS DE TRÁFICO:

Para efectuar el análisis de tráfico se aplicara el método para camino de bajo volumen de tráfico , recomendado en el manual de “ Síntesis 4 “ Design of Low – Volumen Roads “ . Transportations Research Borrada.

El método consiste en determinar un Factor de tráfico Mixto ( $M_{9}$  basado en 3 categorías de porcentajes de caminos ( bajo, mediano y alto ) y 3 categorías de rango probable de la distribución de ejes de la carga (liviano, mediano y pesado) , de los caminos. Los valores del Factor de Tráfico Mixto, están en el cuadro N°01.

Una vez estimado el Factor  $M$  , el cálculo del Número de Ejes Equivalentes a 18 Kips previsto durante el periodo de diseño, en función a la tasa de crecimiento, se realiza en forma convencional.

Para el cálculo de Ejes Equivalentes se ha considerado la siguiente información:

- Tipo de Camino : Asfaltado.
- Carriles : 2
- Tráfico promedio diario : Cuadro N° 02
- Tasa de Crecimiento : 10 años.
- % de Tráfico Pesado : > 25 %
- N 18 / vehículo : > 1.5

Para entrar al cuadro N° 01. Se deben definir las características del tráfico en función de los parámetros y rangos establecidos:

- Porcentaje de Camiones: Alto .
- Distribución de Carga: Pesado.





**CUADRO N° 01**  
**FACTOR DE COMPOSICION DE TRAFICO (M)**

TRAMO	PORCENTAJE DE CAMIONES		
	BAJO (< 15 %)	MEDIO ( 15-25%)	ALTO (>25%)
LIGERO ( < 0.75 )	9	18.00	27.00
MEDIO (0.75 - 1.50 )	23	46.00	69.00
PESADO( > 1.5 )	37	73.00	<b>110.00</b>

El Factor de Composición de Trafico que corresponde será  $M = 110$ .

El numero total acumulado de ejes equivalente de 18 Kip. (N18), durante el periodo de diseño se calcula con la conocida expresión:

$$N18 ( n \text{ años} ) = ( TPD \times M ) \{ ( 1+i )^n - 1 \} / \text{Ln}( 1+i )$$

de donde :

TPD : Trafico promedio diario .

M: Factor de composición de trafico.

I: Tasa de crecimiento

N: periodo de diseño .

$$N18 ( 10 \text{ años} ) = ( TPD \times 110 ) \{ ( 1+0.05 )^{10} - 1 \} / \text{Ln} ( 1+0.05 )$$

$$N18 ( 10 \text{ años} ) = ( TPD \times 110 ) ( 12.89 )$$

$$N18 ( 10 \text{ años} ) = 1417.9 \times TPD$$

Para el cálculo del tráfico promedio diario, se basa con los resultados obtenidos por el estudio de rehabilitación de la carretera Panamericana en el tramo Puente Montalvo – Puente Camirara (Estudio efectuado por LAGESA en el año 1993) y como resultado se obtienen en los siguientes cuadros.



**CUADRO N° 02**  
**COMPOSICION DE TRAFICO Y EL IMD**

TRAMO	IMD	VEHICULOS LIGEROS %	VEHICULOS PESADOS %
ILO - EMPALME RUTA 1	600	63.80	36.20
DV. MOQUEGUA - MOQUEGUA	1210	66.40	33.60
MOQUEGUA - TORATA	204	65.80	34.20
<b>TORATA - HUMALJALSO</b>	<b>105</b>	<b>35.40</b>	<b>64.60</b>
MAZOCRUZ - DASAGUADERO	84	43.10	56.90

**CUADRO N° 03**  
**CALCULO DE EJES EQUIVALENTES**

TRAMO	IMD	VEHICULOS LIGEROS %
ILO - EMPALME RUTA 1	600	0.85
DV. MOQUEGUA - MOQUEGUA	1210	1.72
MOQUEGUA - TORATA	204	0.29
<b>TORATA - HUMALJALSO</b>	<b>105</b>	<b>0.15</b>
MAZOCRUZ - DASAGUADERO	84	0.12

Del cuadro N° 02 obtenemos que el TPD es  $IMD = 105$ , reemplazando en la formula obtenemos el Numero Ejes Equivalente:

$$N_{18} (10 \text{ años}) = 1417.9 \times TPD$$

$$N_{18} (10 \text{ años}) = 1417.9 \times 105$$

$$N_{18} (10 \text{ años}) = 1.49 \times 10^5$$

Redondeando:  $N_{18} (10 \text{ años}) = 150000.00$  (por un carril)

Como tenemos dos carriles:  $N_{18} (10 \text{ años}) = 300000.00$



#### 4.2.2 CBR DE SUBRASANTE:

De acuerdo a los resultados de los estudios de suelo y pavimentos, se ha efectuado el siguiente seccionamiento del tramo:

**CUADRO N° 04  
VALORES RELATIVOS DE SOPORTE (CBR)**

SECCION	TIPO DE SUELO	OBSERVACIONES
km 205 + 000 - km 235 + 000	SP-SM, SM, SC	NO EXISTE PAVIMENTO

Calculo Estadísticos del CBR (Método Japonés) :

✓ Resultado de los Ensayos de Laboratorio:

Progresiva	CBR (95 % MDS)
204+000	21.3
207+000	16.5
221+000	22.0
224+000	65.0 (se descarta)
231+000	18.0

✓ Calculo del CBR de Diseño :

CBR Promedio	= 19.45
CBR Máximo	= 22.00
CBR Mínimo	= 16.50
CBR Diseño = CBR Promedio x ( <u>CBR Max. - CBR Min.</u> )	

C

Donde C es un coeficiente estadístico en función a número de datos.

Para 4 Datos C = 3.18

**CBR Diseño = 17.72044**



#### 4.2.3 DISEÑO ESTRUCTURAL:

##### 4.2.3.1 DISEÑO DE PAVIMENTO NUEVO

Para efectos de determinar el espesor del pavimento requerido para una estructura nueva, se utilizara el método para diseño de pavimentos flexibles, de la AASHTO.

Este método requiere lo siguientes datos:

Valor " S" :  $S = 4.4 \times \log (\text{CBR}) + 1.2$

Trafico :

Factor Regional (R) :

Serviciabilidad ( pt):

##### 4.2.3.2 FACTOR REGIONAL:

Este factor es empleado por el Método AASHTO provee los ajustes necesarios para tener en cuenta el efecto del clima o medio ambiente, casi siempre distinto del existente en le lugar donde se llevo el AASHTO Road Test (Illinois USA). De esa manera el **Factor Regional (R)** es un coeficiente que solo tiene significación en la aplicación del mencionado método y no puede emplearse fuera del él.

En nuestro país se cuenta con el método expuesto por el Estudio CONREVIAl, en función del parámetro de precipitación pluvial, en base al cual se ha obtenido los valores en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 05**  
**FACTOR REGIONAL**

TRAMO	PRECIPITACION (mm)	FR
ILO - EMPALME RUTA 1	50-100	0.50
MOQUEGUA - TORATA	150-200	0.50
TORATA - SANTA ROSA	250-600	1.00
<b>SANTA ROSA - MOZOCRUZ</b>	<b>500-550</b>	<b>1.00</b>
MAZOCRUZ - DASAGUADERO	550-700	1.00



Del cuadro obtenemos que el Factor Regional (R) = 1.00, debido a que el tramo de estudio se encuentra entre TORATA – MOZOCRUZ

**Factor Regional (R) = 1.00**

#### 4.2.3.3 CALCULO DE ESPESORES:

Para el diseño del Pavimento se esta considerando una solución convencional de pavimento Flexible, consistente en una carpeta de rodadura de concreto asfáltico en caliente, una base granular y una capa de sub-base o capa nivelante, en donde sea necesario.

Datos del Cálculo y resultado de la aplicación Computarizada.

CUADRO N° 06  
ESTUDIO DEFINITIVO CARRETERA ILO - DESAGUADERO  
ESPESORES DEL PAVIMENTO NUEVO Y REFUERZO DEL EXISTENTE

N°	TRAMO	LONGITUD DISEÑO (1) KM	ESPESORES PROYECTADOS			ESPESOR TOTAL (cm)
			CARPETA ASFALTICA (cm)	BASE GRANULAR (cm)	SUB. BASE GRANULAR (cm)	
1	Kilómetros: 205+000 - 224+000	19	7.50	15.00	15.00	37.50
2	Kilómetros: 224+000 - 235+000	11.00	7.50	15.00	15.00	37.50

PAVIMENTO NUEVO (\*) (\*\*)

PAVIMENTO NUEVO ( \* )

(\*) Colocar Geotextil - Membrana tipo A entre la Carpeta Asfáltica y la Base Imprimada  
(\*\*) Colocar Geotextil - Filtro tipo B entre el nivel de la Sub-Rasante (Coronación de Terraplén).



## 4.3 FUNCION DEL GEOTEXTIL

### 4.3.1 REFORZAR AGRIETAMIENTO POR DEFLEXIONES, FATIGA, REFLEXIÓN E IMPERMEABILIZAR.

#### GEOTEXTIL FIBRA tipo B

El estudio de Factibilidad e Ingeniería de la carretera Binacional Ilo – Desaguadero entre los Km. 205+000 y Km. 224+000 se ha verificado la presencia de suelos inadecuados que pueden interactuar con los materiales granulares del pavimento, provocando la merma de la capacidad portante del paquete estructural.

Para evitar esta merma de capacidad de la estructura, se considero la colocación de un Geotextil Fibra tipo B, el cual cumplirá con las funciones de separación, confinamiento y distribución de cargas entre la Subrasante y la Súbase de la estructura, además el Geotextil proporcionara una superficie de alta fricción entre el material granular y la subrasante, permitiendo que cada componente de la estructura del pavimento mantengan su espesor y capacidad de carga.

El Geotextil fibra tipo B cumplirá con las siguientes funciones:

- Durabilidad del Geotextil durante la instalación.

Características :

Traccion	: 1.2 km ( ASTM D 4632)
Punzonamiento	: 0.49 km ( ASTM D 4833)
Reventado	: 2.97 KPa ( ASTM d 3796)
Rasgado	: 0.33 km (ASTM D 4533)

- Compatibilidad suelo- Geotextil para filtración.

Características:

Diámetro de filtración.  
Permisividad.



## **GEOTEXTIL MENBRANA tipo A**

El estudio de Factibilidad e Ingeniería de la carretera ILO – DESAGUADERO tramo V, considero para el diseño de la estructura del pavimento el uso de un GEOTEXTIL MENBRANA tipo A de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona, por encontrarse en un a zona de altura (4500 m.s.n.m >3500 m.s.n.m de acuerdo con la Norma EG- 2000 – MTC). En estas altitudes el pavimento estará expuesto a variaciones bruscas de temperatura (gradiente térmico  $G = 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), fenómeno conocido que acelera el envejecimiento y fatiga (al oxidarse los asfalto por efecto combinado de agua, radiación solar, estos se rigidizan y a la larga producen el fisuramiento del pavimento).

El GEOTEXTIL MENBRANA tipo A cumplirá con la función de membrana impermeable y absorbidora de tensiones el cual permitirá dar una mejor performance de la carpeta asfáltica, favoreciendo su resistencia a la fatiga, ya sea por trafico o por temperatura, Sin embargo, al producirse el fisuramiento, la grieta solo llegara hasta el Geotextil protegiendo el resto de la estructura del pavimento.

De acuerdo con el diseño se utilizo un Geotextil MENBRANA tipo A cuyo espesor nominal es de 2.0 mm, el cual le permitirá actuar como una membrana visco – elástica, no es recomendable utilizar espesores mayores debido a que se produzca un efecto de colchón, lo que provocaría un fisuramiento precoz del asfalto.



## 4.4 CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN

### 4.4.1 TIPO, CANTIDAD Y ALMACENAMIENTO

**TIPO :** Se utilizó un GEOTEXTIL membrana TIPO A cumpliendo la función de membrana impermeable y absorbente de tensiones debido a un gradiente térmico el cual es producto de las variaciones bruscas de temperatura , típico de la zona , este fenómeno conocido, que acelera el envejecimiento y fatiga del asfalto ( fisuramiento ).

Propiedades del Geotextil acuerdo con el diseño:

Resistencia ala Gradación: 450 N

(ASTM D 4632)

Elongación en Rotura :  $\geq 50 \%$

(ASTM D 4632)

Masa por Unidad de Área : 140 g/m<sup>2</sup>

(ASTM D 5261)

Retención Asfáltica : 1.30 l/m<sup>2</sup>

(ASTM D 6140)

Punto de Fusión : 150 ° C

(ASTM D 276)

**CANTIDAD:** Un tramo de 30 Km. y el ancho de la carretera de 6.60 mts. Se utilizó 56,364.00 mts<sup>2</sup> de Geotextil – Membrana, con un traslape de 0.50 mts.

**ALMACENAMIENTO:** El almacenamiento era simple se encontraba a encostado de la calzada como muestra la fotografía.







#### 4.4.2 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE Y COLOCACION

**LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE:** Antes de aplicar el tratamiento superficial, los residuos sueltos y demás materiales inadecuado deberá eliminarse de la superficie a tratar, para realizar este trabajo se utilizo una compresora neumática de 125 – 175 PCM, 76 HP, que limpiara la superficie con aire a presión y con un rendimiento de 5130.00m<sup>2</sup>/día.

**COLOCACION:** La colocación del Geotextil – Membrana tipo A de espesor de 2.0 mm, se realizo con equipo mecánico tipo rodillo, como se observa en la fotografía y con el requerimiento de una cuadrilla de 10 peones + 02 operarios + 1 Capataz.





#### 4.4.3 TASA Y APLICACIÓN DEL LIGANTE ASFÁLTICO.

##### APLICACIÓN EN LA CARPETA DE RODADURA:



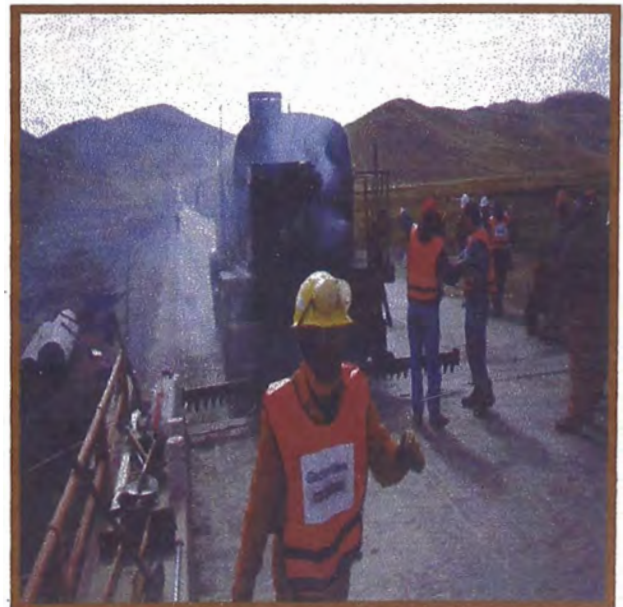
La aplicación del material bituminoso se realizó con un camión imprimador de 6x8 ~ 1800 Gln 178-210 Hp, el se aplico en forma uniforme Sobre la calzada con una tasa de 0.9 lts/m<sup>2</sup> o 0.23 gln/m<sup>2</sup>, el material bituminoso es un imprimante asfáltico tipo RC-250 de cura rápida.

##### APLICACIÓN EN EL GEOTEXTIL:

RETENCION DE ASFALTO DE  
GEOTEXILES USADOS EN  
PAVIMENTACIONES

ASFALTICAS. ASTM D-6140

De acuerdo con la tabla de especificaciones técnicas del Geotextil y los tramos de prueba realizados por la empresa contratista se obtuvo una tasa de 1.30 lts/m<sup>2</sup> o 0.325 gln/m<sup>2</sup> de imprimante asfáltico tipo RC-250





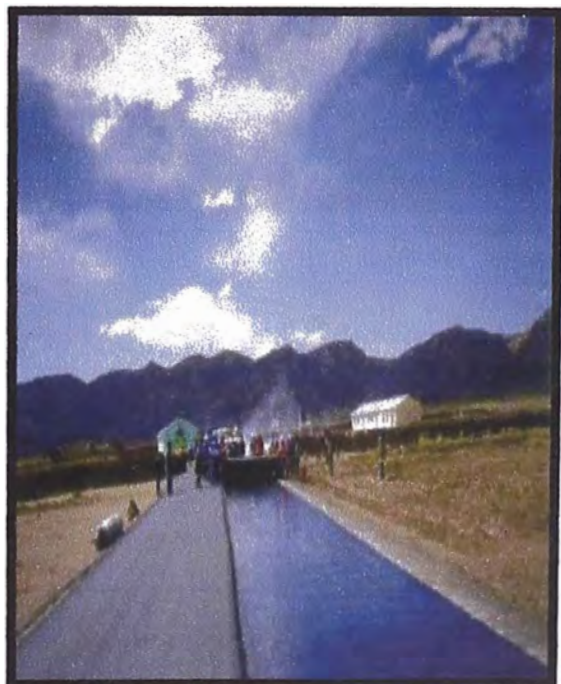
#### 4.4.4 TEMPERATURA DE TRABAJO Y TRATAMIENTO DE ARRUGAS.

La temperatura de trabajo para la aplicación del riego de liga debe ser menor a 150 ° C, para la obra se utilizo un RC- 250 con cemento asfáltico de penetración 80/100 a una temperatura de 75 ° C.

El Geotextil membrana tipo A será colocado con equipo mecánico e instalado lo mas tenso posible para evitar arrugas, si en caso eventual se produzcan, se deberá eliminar con cortes y recuperar el lugar con superposiciones, de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto y el manual EG -2000 MTC se considera arrugas cuando son mayores a 13 mm.

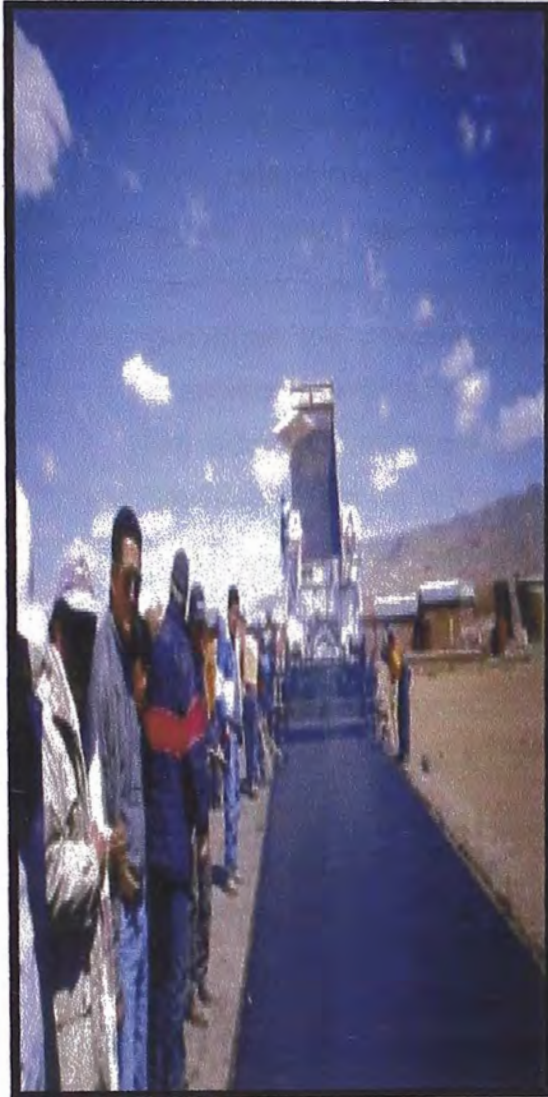
#### 4.4.5 ESPESOR Y TIPO CAPA DE PAVIMENTACIÓN.

El estudio de Factibilidad e Ingeniería de la carretera ILO DESAGUADERO tramo V, diseño una carpeta de rodadura de concreto asfáltico en caliente ( HOT MIX ), con un cemento asfáltico de penetración 85/100 con una dosificación de 6.5 @ 8 % en peso y de un espesor de 5 cm o 2 ", el método utilizado fue el AASHTO (1972)





#### 4.4.6 COLOCACIÓN DE LA CAPA DE PAVIMENTACIÓN.



Para la colocación del concreto  
asfáltico se utilizó una  
Pavimentadora  
s/orugas de 69 Hp , volquetes de  
6 x 4 - 330 Hp -10 m<sup>3</sup> de  
capacidad Rodillo Tanden  
Estático Autop.58-70 Hp 8-10 Tn,  
Rodillo Neumático de Autop.60-80  
Hp 3-5Tn, Rodillo Neumático de  
Autop.81-100 Hp 5.5-20 Tn





## **4.4.7 CONSIDERACIONES GENERALES PARA A LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO**

### **4.4.7.1 ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS**

#### **4.4.7.1.1 INTRODUCCION**

En la elaboración de los costos unitarios directos de cada una de las partidas y sub.-partidas que integran el Presupuesto de Obra, se ha tratado de hallar el justo valor que representa en obra la ejecución de dichas actividades, para lo cual se ha tenido presente los rendimientos de la mano de obra y el equipo mecánico que intervendrá en la obra de acuerdo a la localización y los factores climáticos de la misma.

Igualmente se ha considerado la cantidad exacta de materiales e insumes que se requieren para conseguir las partidas terminadas de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

#### **4.4.7.1.2 MANO DE OBRA**

Los costos de la mano de obra que intervendrá en la ejecución de las partidas de obra es la vigente en el territorio nacional al Mes de Mayo de 1,998.

Los costos unitarios por concepto de mano de obra han sido referidos a la siguiente categorización:

Capataz

Operario

Oficial

Peón

Controlador

Técnico

Se adjunta el detalle del cálculo del costo horario de cada una de las categorías que conforman la mano de obra.

#### **4.4.7.1.3 MATERIALES**

Los costos de los materiales que serán utilizados en obra han sido determinados teniendo en cuenta los gastos que requieren hacerse para ser colocados a pie de obra, por ello: el costo ex-fábrica sin incluir el Impuesto General a las Ventas (IGV) de los mismos han sido afectados de los siguientes costos adicionales:



Costo del transporte (flete) de los materiales desde su lugar de fabricación o expendio hasta los almacenes del Contratista en obra. Para ello se ha considerado como ubicación de los almacenes el centro de gravedad de la obra.

Se adjunta el detalle del cálculo del flete desde los centros de producción a la obra, siguiendo las normas establecidas en el R.C.D N° 027 01-TC-CRTT-T del 04 de Junio de 1991 que implican criterios de transitabilidad y comodidad del transporte al determinar las distancias virtuales por las rutas mas cortas hacia la obra.

Costo del manipuleo y almacenamiento en obra. Este cargo al precio de fábrica ha sido considerado como un 2% del costo en el centro de producción.

Memas y Viáticos, para la mayoría de materiales se ha considerado una merma de 5% y en los materiales que requieren custodia policial para su traslado se ha considerado por éste concepto un viático de 30% sobre el precio de fábrica.

Se presenta el detalle del cálculo del costo de los materiales puestos en obra. Los costos unitarios base de cada uno de los materiales que intervienen en las partidas de obra han sido obtenidos de los fabricantes o los principales distribuidores de ellos tanto en Lima como en los otros centros considerados, Los costos de los materiales están vigentes a Mayo de 1996.

Para aquellos materiales que requieren importarse o cuya adquisición se efectúa en moneda extranjera, se ha considerado el precio base en dicha moneda.

#### **4.4.7.1.4 EQUIPO MECÁNICO**

Se ha elaborado un listado de los equipos mecánicos que intervendrán en las diferentes partidas y sub-partidas de la obra. Para determinar el cargo por éste concepto sobre el costo directo de cada partida, se han tenido en cuenta los rendimientos para el equipo mecánico nuevo según las condiciones de emplazamiento de la obra. Los costos utilizados corresponden a los costos de alquiler horario del equipo mecánico vigentes a Mayo de



1,996 en el mercado nacional, según publicaciones especializadas (Revista Costos-Grupo S10); los cuales han sufrido un incremento del 2% por tratarse de una obra ubicada en la Sierra (Altitud promedio > 3,800 msnm.).

Los costos de alquiler horario han sido descompuestos en costos de posesión y costos de operación. Esto se ha realizado para determinar la naturaleza de la moneda de cada componente,

Las Tarifas empleadas corresponden a máquinas operadas, con excepción de las siguientes;

- . Martillos Neumáticos
- . Vibradores de Concreto
- . Fajas Transportadoras
- . Mezcladoras de Concreto
- . Calentador de Aceite
- . Grupos Electrógenos
- . Motobombas

- En todas ellas no se han considerado jornales del operador, pero sí los combustibles, lubricantes y filtros.
- El precio del Calentador de Aceite incluye el aceite Turbinol.
- En la Tarifa correspondiente a Chancadoras, Zarandas, Plantas de Asfalto en Frío y sus respectivos Secadores de Áridos, los precios anotados no consideran la Fuente de Poder que accionan dichas unidades, por lo que se han incluido en los respectivos análisis de precios.
- En la Tarifa que corresponde a Camiones Cisternas, los precios incluyen las Motobombas.
- En la Tarifa Básica correspondiente al Martillo Neumático no se han consignado los elementos de desgaste (barrenos y accesorios) los que han sido considerados en los análisis de precios correspondientes.
- La cantidad de petróleo considerada en los análisis de precios unitarios de Carpeta Asfáltica en Caliente incluye la cantidad necesaria para el normal funcionamiento de la Plata de Asfalto así como para el secado de los áridos.



#### 4.4.7.1.5 TOPICOS PARTICULARES

En los Análisis de Costos Directos se incluyen PARTIDAS-INSUMO, cuyos códigos llevan la siguiente configuración 90XXXX. Estas Partidas-insumo se presentan al final de los Costos Directos.

Para el análisis del costo de producción de los materiales de cantera se han efectuado los siguientes sub-análisis:

- Extracción y Apilamiento
- Zarandeo o Chancado/Zarandeo del Material según el caso.
- En cada uno de los Sub-Análisis se ha considerado un factor de esponjamiento de 20% y un factor por rendimiento de cantera, Para el caso de la Mezcla Asfáltica en Caliente se ha considerado un esponjamiento de 25%.
- El Carguío y Transporte a obra han sido considerados en partidas aparte en el rubro de Transporte Pagado en m<sup>3</sup>-Km.
- Las Canteras y sus Rendimientos correspondientes empleadas en los Análisis de Precios para las diversas capas del pavimento son los siguientes:

Mezcla Asfáltica : R=80%

T.S.B. : R= 30%

Agregados para Concreto : R= 95%

Sub-Base-Granular : R= 90%

Km. 228 + 640 Cantera Mozocruz para todo el tramo.

Base Granular : R= 95%

Km. 228 + 640 Cantera Mozocruz, entre km 205 + 000 al km 222 + 000.

Km 248 + 5000 Cantera S/N – 248 + 500, entre km 222 + 000 al km 235 + 000.

#### Material en General :

Rellenos (Explanaciones y Banquetas) : R = 95%, Km.228-640 Cantera Mozocruz para todo el tramo. La Limpieza en las zonas de Explotación de Canteras se refiere a la extracción de la capa de material inadecuado en el espesor





consignado en el Plano de Canteras, hasta, encontrar los agregados idóneos para su utilización.

Al finalizar la explotación de dichas Canteras, el Contratista repondrá a su estado original los montículos de material apilado con la finalidad de cumplir las disposiciones dadas por Impacto Ambiental.

•En los Análisis de Precios Unitarios de los Concretos, están incluidos el Curado del concreto y los Aditivos necesarios para trabajos en climas fríos y de altura.

Los Análisis de Precios de las partidas Excavación no Clasificada para Estructuras y Limpieza de Cauces consideran Rendimientos ponderados por ejecutarse dichos trabajos manualmente y con Equipo Mecánico.

En las partidas 6.05 y 6.06 Transporte de Material en General se incluye lo siguiente:

Eliminación de Material:

\*Desmontes y Derrumbes

- . Demoliciones
- . Derrumbes

\*Excavaciones en Obras de Arte

- . Alcantarillas
- . Muros de Contención
- . Escolleras de Protección
- . Sub-Drenes . Entrega de Cunetas
- . Zanjas de Evacuación de Aguas
- . Sobre-Excavación en Cunetas
- . Aliviaderos

Agregados para Concretos

Rellenos para Explanaciones y

Banquetas Rellenos en Estructuras (Obras de Arte)

- Muros de Contención
- Sub-Drenes
- Entrega de Cunetas



- Alcantarillas
- Escolleras de Protección

Las Dosificaciones promedio consideradas para efectuar el Presupuesto (sujetas a verificación, ensayos y aprobación de la Supervisión en Obra) son las siguientes:

**RC-250 :**

- Imprimación de la Calzada y Bermas: 0.32 gln/m<sup>2</sup>.
- T.S.B. : 0.73 gln/m<sup>2</sup> (las 2 capas)
- Geotextil Tipo A : 1.15 lt/m<sup>2</sup> = 0.304 gln/m<sup>2</sup>.

**CEMENTO ASFALTÍCO PEN 85/100: X\*.**

Carpeta Asfáltica en Caliente: 45 gln/m<sup>3</sup> suelto x 1.25 de factor de esponjamiento. Dosificación 6.5 @ 8% en peso.

**ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA:**

Carpeta Asfáltica en Caliente: 0.75% en peso del Cemento Asfáltico

**FILLER:**

Carpeta Asfáltica en Caliente: 48 kg/m<sup>3</sup> suelto x 1.25 de factor de esponjamiento.

El Contratista está obligado a trabajar 2 turnos diarios los Equipos indicados con una Nota en la Relación de Equipo Mecánico Mínimo, en caso contrario, deberá proveer en Obra el doble del número de unidades de dichos equipos a fin de cumplir ésta exigencia mínima.

La Tarifa para los Volquetes de 10m<sup>3</sup> destinados a transportar roca, ha sido incrementada en 20% para éste fin. El Carguío y Transporte de Roca al sitio está incluido en la partida 4.23 "Escolleras de Protección".



En la partida 1.01 "Movilización y Desmovilización de Equipo" está incluido el Costo que representa el Montaje y Desmontaje de la Planta de Asfalto, Chancadoras y Zarandas, así como los Seguros del Transporte correspondiente.

#### **4.4.7.1.6 METRADOS**

Los metrados considerados son según las unidades propias de medición para cada partida específica. En las Especificaciones Técnicas se adjunta la relación completa de metrados.

#### **4.4.7.1.7 PRESUPUESTO**

El Presupuesto de Obra se ha confeccionado considerando la ejecución de la obra por el Sistema de Precios Unitarios en base a los metrados y precios unitarios, afectando al costo directo por los porcentajes correspondientes a Gastos Generales y Utilidad.

#### **4.4.7.1.8 CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA DE DESEMBOLSOS MENSUALES.**

Se ha elaborado el Cronograma de Ejecución de Obra y el Cronograma de Desembolsos Mensuales, considerándose un Plazo de Ejecución de Obra de 15 meses (450 días calendario).

#### **4.4.7.2 ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS**

Los costos indirectos que conformarán el Presupuesto de Obra, han sido analizados de acuerdo a las necesidades de la misma y resultan ser:

##### **Integrados por los siguientes cargos:**

- Campamentos de Obra (para el Contratista y la Supervisión)
- Gastos Administrativos que incluyen los costos de la licitación, gastos legales, letreros y avisos, gastos de inspección a obra y publicaciones derivadas del proceso.



- Movilización y desmovilización de los Campamentos, mobiliario y menaje,
- Tasa del Sencico.
- Gastos vanos de oficina.

### **Costos indirectos variables.**

#### **Que corresponden a:**

Costos de la Dirección Técnica y Administrativa en Obra conformada por los Sueldos y Remuneraciones del personal profesional, técnico, administrativo y auxiliar a utilizar en la ejecución de la obra Estos costos incluyen los cargos por Leyes y Beneficios Sociales,

#### **Gastos de alimentación y pasajes del personal.**

Gastos administrativos de la Oficina Central y Costos del personal del Contratista que interviene indirectamente en la obra y que no ha sido cargado ni en los precios unitarios ni en los de Dirección y Administración de la Obra. Los sueldos y remuneraciones han sido igualmente afectados con sus Leyes Sociales.

Costos de los Equipos no incluidos en los Costos Directos, tales como camionetas, grupo electrógeno para el Campamento, Equipos de Laboratorio, de Comunicación y de Cómputo.

Gastos Financieros y Seguros conformados por los costos de las Cartas Fianza que debe entregar el Contratista.

Costos correspondientes al Mantenimiento de Tránsito, que debe asumir el Contratista para asegurar un régimen normal de tráfico durante la ejecución de los trabajos extendiéndose al Período de Garantía y la seguridad de los usuarios de la carretera.

En estos costos se considera lo siguiente:

- Desvíos
- Bacheado permanente
- Tranqueras
- Luces de seguridad permanentes



- Señales informativas y restrictivas
- Maniobrereros. etc.

**Equipo mecánico y mano de obra necesarios.**

Limpieza y Mantenimiento de Alcantarillas. Cunetas, etc.

Trabajos en Canteras que incluyen los Accesos y Mantenimiento de los mismos tal como se especifican en los Planos de Canteras, y el Expediente Técnico.



## 4.5 RESUMEN DE METRADOS





### RESUMEN DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
1.00	<b>PRELIMINARES</b>		
1.01	MOVILIZACIO Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	est	1.00
2.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
2.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES	m3	312,256.91
2.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA RELLENOS	m3	198,251.46
2.05	ELIMINACION DE DESMONTE Y DERRUMBES	m3	700.00
2.07	LIMPIEZA DE ZONA DE EXPLOTACION DE CANTERAS	m3	46,500.00
2.08	BANQUETAS	m3	3,080.00
3.00	<b>PAVIMENTOS</b>		
3.01	SUB - BASE GRANULAR	m3	45,073.40
3.02	BASE GRANULAR	m3	43,295.90
3.03	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	203,435.00
3.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	15,239.06
3.07	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN BERMAS	m2	73,476.00
3.08	BASE GRANULAR EN BERMAS	m3	1,559.52
3.10	GOTEXTIL TIPO A	m2	56,364.00
3.11	GOTEXTIL TIPO B	m2	186,200.00
3.12	ASFALTO LIQUIDO RC - 250	gl	159,383.66
3.14	ASFALTO SOLIDO PEN 85 /100	gl	857,196.84
3.16	FILLER	kg	915,723.30
4.00	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
4.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	25,550.51
4.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	4,164.80
4.03	ALCANTARILLA TMC 36 "	m3	140.30
4.04	ALCANTARILLA TMC 48"	m3	266.75
4.07	CONCRETO F*c = 100 kg/cm 2	m3	105.23
4.08	CONCRETO F*c = 140 kg/cm 2	m3	147.00
4.09	CONCRETO F*c = 140 kg/cm 2 + 30 % PG	m3	654.60
4.10	CONCRETO F*c = 210 kg/cm 2	m3	1,169.10
4.11	ENCOFRADO DE CIMENTACION	m2	52.46
4.12	ENCOFRADO DE ELEVACION	m2	8,170.39
4.13	ENCOFRADO DE LOSA	m2	820.20
4.14	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 kg/cm2	kg	116,458.58
4.15	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS REVESTIDAS	m2	31,528.00
4.16	JUNTA DE CONSTRUCCION Y DILATACIONDE CUNETAS REVESTIDAS	m	3,249.40
4.17	EMBOQUILLADFO DE PIEDRA	m2	4,594.89
4.18	LIMPIEZA MANUAL DE CAUCES	m3	8,520.00
4.23	ESCOLLERAS DE PROTECCION	m3	495.00
4.24	MUROS DE GAVIONES	m3	160.00
4.25	SUB DRENES (INC. GEOTEXTIL)	m3	1,580.00
4.28	DREN PVC	m3	139.50
4.29	FILTRO DRENANTE	m3	82.50
4.30	CONCRETO F*c = 1175 kg/cm 2	m3	2,770.00



ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
5.00	<b>SEÑALIZACION</b>		
5.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	7,123.59
5.02	POSTE KILOMETRICOS	u	30.00
5.03	SEÑALES PREVENTIVAS	u	14.00
5.04	SEÑALES REGLAMENTARIAS	u	12.00
5.05	SEÑALES INFORMATIVAS	m2	26.64
5.06	GUARDAAVIAS (IONCLUYE TERMINAL)	m2	3,130.00
5.07	PINTADP DE MUROS DE PARAPETO Y ALCANTARILLAS	m2	42.60
5.08	TACHAS BIDIRECCIONALES EN BORDES Y CENTRO	u	166.00
5.09	POSTES DELINEADORES	u	329.00
5.10	REMOCION Y ELIMINACOION DE POSTES	u	6.00
5.11	SOPORTE PARA SEÑALES INFORMATIVAS		
5.11.01	CIMENTACION Y EMPOTRAMIENTO	m3	8.32
5.11.02	TUBO METALICO (d = 3")	m	119.60
6.00	<b>TRANSPORTE</b>		
6.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA d<= 1 KM	m3-km	91,148.34
6.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA d> 1 KM	m3-km	1,161,394.80
6.03	TRANSPORTE DE DE MEZCLA ASFALTICA PARA d<= 1 KM	m3-km	15,151.31
6.04	TRANSPORTE DE DE MEZCLA ASFALTICA PARA d> 1 KM	m3-km	140,807.20
6.05	TRANSPORTE DE MATERIAL GENERAL PARA d<= 1 KM	m3-km	280,592.39
6.06	TRANSPORTE DE MATERIAL GENERAL PARA d> 1 KM	m3-km	759,438.97
7.00	<b>PUNTES</b>		
7.01	PUENTE HUAYTIRE	gl	1.00
7.02	ALCANTARILLA MAZOCRUZ	gl	1.00





## 4.6 ANALISIS DE COSTO UNITARIOS





### **4.6.1 PRELIMINARES (Partida 1.00)**





### 1.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

DISTANCIA LIMA -OBRA ( Kmv )	1,738.55	
INDICE ( 32) JUNIO 91	65.52	( a )
INDICE ( 32) MAYO 96	197.21	( b )
FACTOR DE CORRECCION	3.01	( b/a )

#### EQUIPO MINIMO TRANSPORTADO

EQUIPO	PES./UND	CANT.	SUB TOTAL
CALENTADOR DE ACEITE 5Hp	5.70	1.00	5.70
CARGADOR S/LLANTAS 200-250 Hp-3.4-4.75 Yd3	20.83	4.00	83.30
CHANCADORA PRI-SEC INC 5.FAJAS 46-70 Ton/Hr	21.00	2.00	42.00
ESPACIADORA DE AGREGADOS	12.00	1.00	12.00
FAJA TRANSPORTADORA 18"x 40"	4.00	1.00	4.00
MOTONIVELADORA 145-170 Hp	13.54	4.00	54.16
PAVIMENTADORA S/ ORUGAS 69 Hp	12.00	1.00	12.00
PLANTA DE ASFALTO DE 65-115 Ton/Hr	9.00	1.00	9.00
RETROEXCAVADORA S/ ORUGAS 80-110 Hp.0.5-1.3 Yd3	17.30	2.00	34.60
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP.70-100 Hp.7-9 Ton	7.30	3.00	21.90
RODILLO NEUMATICO AUTOP.58-70 Hp,8-10 Tn	5.50	1.00	5.50
RODILLO TANDEM ESTAT.AUTOP.81-100 Hp.5.2-20 Tn	8.80	1.00	8.80
SECADOR DE ARIDOS DE 65-115 Ton/Hr	8.50	1.00	8.50
TRACTOR SOBRE ORUGAS 140-160 Hp	14.90	2.00	29.80
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 Hp	20.52	7.00	143.64
TRACTOR SOBRE ORUGAS 300-330 Hp	31.98	1.00	31.98
ZARANDA VIBRATORIA 4"x 6"x15"	7.00	2.00	14.00
<b>TOTAL EN Ton</b>			<b>520.88</b>

Flete a Obra :  $0.035316 \times 1738.55 \times 3.01$

Flete a Obra :  $184.81 \text{ S/} \cdot \text{Tn} \times 2 \text{ viajes} \times 520.88 \text{ Tn}$

**Total de Flete a Obra : S/. 192, 527.67**

EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	UNID	ALQ./DIA	CANT.	ALQ.
VOLQUETE 6 x 4 330 Hp 10 M3	D.M	1,190.74	14.00	16,670.36
CAMION IMPRIMADOR 6x2 1800 Gln	D.M	787.85	1.00	787.85
CAMION CISTERNA 4x2 ( AGUA ) 2000 Gln	D.M	609.95	5.00	3,049.75
CAMIONETA CISTERNA PICK UP 4x2	D.M	293.09	3.00	879.27
<b>TOTAL DE ALQUILER</b>				<b>21,387.23</b>



Considerando 42 horas de viaje

2 x 21,387.23 x 5.25 día/alquiler

**TOTAL DE ALQUILER DE EQUIPO**

**S/. 224,565.92**

<b>CUADRO DE RESUMEN</b>	
TOTAL EQUIPO TRANSPORTADO	192,527.67
TOTAL EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	224,565.92
INSTALACION, MONTAJE Y DESMONTAJE ( Estimado )	95,000.00
SEGURO DE TRANSPORTE Y OTROS ( Estimado )	59,443.26
<b>TOTAL S/.</b>	<b>571,536.85</b>

NOTA : El resto de Equipos será transportado en los volquetes o remolcado por los mismos



## 4.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS (Partida 2.00)





CONSULTOR : ASOCIACION P Y V - H.O.B

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

2.01 EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES

DESCRIPCION	UNID	METRADO	PRECIO UNITARIO		TOTALES	
			S/.	U \$	S/.	( U \$ )
CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	27,768.15	1.33	0.67	36,931.64	18,604.66
CORTE EN ROCA SUELTA	m3	54,571.75	5.65	1.93	308,330.39	105,323.48
CORTE EN ROCA FIJA	m3	229,917.01	9.01	3.99	2,071,552.26	917,368.87
PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	308,611.00	0.61	0.20	188,252.71	61,722.20
CONFORMACION TERRAPLEN/RELLENO	m3	59,767.73	2.05	0.62	122,523.85	37,055.99
<b>TOTALES :</b>		<b>312,256.91</b>			<b>2,727,590.85</b>	<b>1,140,075.20</b>

2,727,590.85

$$\text{S/} \frac{\text{-----}}{312,256.91} = \text{S/} \underline{8.74} / \text{m}^3$$

PRECIOS UNITARIOS :

1,140,075.20

$$\text{US\$} \frac{\text{-----}}{312,256.91} = \text{US\$} \underline{3.65} / \text{m}^3$$

CONSULTOR : ASOCIACION P Y V - H.O.B

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 2.02

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 1.000 M3/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA RELLENOS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>3.73</b>	<b>1.35</b>
900241	RELLENO CON EXCEDENTE DE CORTE (> 3800 M)	M3	0.5350	2.23	0.68	1.19	0.36
900242	RELLENO CON MATERIAL DE CANTERA	M3	0.5540	4.58	1.78	2.54	0.99
<b>Costo Directo: S/ .+3.73= 3.73 US\$ 1.35=1.35</b>							



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 2.05

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 350.000 M3/Dia

UNIDAD M3

DESCRIPCION : ELIMINACION DE DESMONTES Y DERRUMBES

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>EQUIPO</b>						<b>320.56</b>	<b>165.84</b>
490411	CARGADOR S/ LLANTA 100-115 HP,2.25Y3	H.M	8.000	40.07	20.73	320.56	165.84
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>192.24</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.000	10.29	0.00	82.32	0.00
470104	PEON	H.H	16.000	6.87	0.00	109.92	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>5.77</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.000	192.24		5.77	
<b>Costo Directo : S/. [( 320.56+192.24+5.77)/350.000]=1.48 , US\$[(165.84)/350.000]= 0.47</b>							

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 2.07

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1, 000.000 M3/Dia

UNIDAD M3

DESCRIPCION : LIMPIEZA EN ZONA DE EXPLOTACION DE CANTERAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>EQUIPO</b>						<b>815.92</b>	<b>451.8</b>
490807	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 300-330 HP	H.M	8.00	101.99	56.47	815.92	451.76
<b>Costo Directo : S/. [( 815.92)/1,000.000]=0.82 , US\$[( 451.76)/ 1,000.000]= 0.45</b>							

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 2.08

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1.000 M3/Dia

UNIDAD M3

DESCRIPCION : BANQUETAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>9.04</b>	<b>3.14</b>
900246	RELLENO CON MATERIAL DE CANTERA ( BANQUETAS )	M3	0.6500	4.68	1.80	3.04	1.17
900521	PERFILADO Y COMPACT SUBRASANTE ( > 3800 M )	M2	8.3300	0.61	0.20	5.08	1.67
904801	CORTE DE MATERIAL PARA FORMAR BANQUETAS	M3	0.5000	1.83	0.60	0.92	0.30
<b>Costo Directo : S/. .+9.04 =9.04 US\$ +3.14=3.14</b>							



### **4.6.3 PAVIMENTOS (Partida 3.00)**







PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 3.01

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 1.000 M3/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD M3

DESCRIPCION : SUB-BASE GRANULAR

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						12.16	4.95
902716	EXTENDIDO Y COMPACTADO SUB BASE( > 3800 M )	M3	1.2000	3.23	0.99	3.88	1.19
904623	MATERIAL DE CANTERA P/SUB BASE ( >3800 M )	M3	1.2000	6.90	3.13	8.28	3.76
<b>Costo Directo : S/..+12.16 =12.16</b>						<b>US\$ +4.95=4.95</b>	

PARTIDA : 3.02

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 1.000 M3/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD M3

DESCRIPCION : BASE GRANULAR

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						13.94	5.51
901441	EXTENDIDO Y COMPAC. BASE GRANULAR ( > 3800 M )	M3	1.2000	3.75	1.08	4.50	1.30
904624	MATERIAL DE CANTERA P/BASE GRANULAR(>3800 M )	M3	1.2000	7.87	3.51	9.44	4.21
<b>Costo Directo : S/..+13.94 =13.94</b>						<b>US\$ +5.51=5.51</b>	

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 3.03

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 5,130.000 M2/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD M2

DESCRIPCION : IMPRIMACION BITUMINOSA

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						0.26	0.00
539002	KEROSENE INDUSTRIAL	GLN	0.80	3.31	0.00	0.26	0.00
<b>EQUIPO</b>						652.56	180.0
490101	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM ,76 HP	H.M	4.00	23.94	2.62	95.76	10.48
490892	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	H.M	4.00	29.96	6.28	119.84	25.12
493103	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS	H.M	4.00	54.62	18.05	436.96	144.40
<b>MANO DE OBRA</b>						247.20	0.00
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29	0.00	82.32	
470104	PEON	H.H	24.0	6.87	0.00	164.88	
<b>HERRAMIENTAS</b>						7.42	0.00
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	247.20	0.00	7.42	
<b>C. Directo:S/0.26+ [( 652.26+247.20+7.42)/5,130.000]=0.44 ,\$\$[( 180.00 )/5,130.000]= 0.04</b>							



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 3.05

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1.000 M3/Dia

UNIDAD M3

DESCRIPCION : CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>48.52</b>	<b>10.29</b>
901240	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (> 3800 M ) EXTENDIDO Y COMPACTADO MEZCLA	M3	1.25	32.50	6.98	40.63	8.73
902621	ASFALTICA	M3	1.25	6.31	1.25	7.89	1.56
<b>Costo Directo : S/..+48.52 =48.52</b>				<b>US\$ +10.29=10.29</b>			

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 3.07

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1.000 M2/Dia

UNIDAD M2

DESCRIPCION : TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN BERMA

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>1.45</b>	<b>0.48</b>
902622	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE TSB (> 3800 )	M2	1.00	0.82	0.20	0.82	0.20
904626	MATERIAL DE CANTERA PARA TSB	M3	0.02	26.38	11.72	0.63	0.28
<b>Costo Directo : S/..+1.45 = 1.45</b>				<b>US\$ +0.48=0.48</b>			

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 3.08

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1.000 M3/Dia

UNIDAD M3

DESCRIPCION : BASE GRANULAR PARA BERMAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>15.60</b>	<b>6.05</b>
903309	EXTEND Y COMP. BASE GR (BERMAS ) (> 3800 M )	M3	1.00	5.13	1.53	6.16	1.84
904624	MATERIAL DE CANTERA P/BASE GRAN.(> 3800 M )	M3	1.20	7.87	3.51	9.44	4.21
<b>Costo Directo : S/..+15.60 = 15.60</b>				<b>US\$ +6.05=6.05</b>			



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 3.10

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : GEOTEXTIL TIPO A

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 800.000 M2/Dia

UNIDAD : M2

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>0.09</b>	<b>2.09</b>
301007	GEOTEXTIL TIPO A	M2	1.10	0.08	1.90	0.09	2.09
<b>EQUIPO</b>						<b>211.92</b>	<b>44.64</b>
491155	RODILLO NEUMATICO 3-5 TN	H.M	8.00	26.49	5.58	211.92	44.64
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>363.76</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29	0.00	82.32	
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70	0.00	61.60	
470104	PEON	H.H	32.00	6.87	0.00	219.84	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>10.91</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	363.76	0.00	10.91	
<p><b>Costo Directo : S/.0.09+ [( 211.92+363.76+10.91) /800.000]=0.82, \$2.09+[( 44.64 )/800.000]= 2.15</b></p>							

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 3.11

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : GEOTEXTIL TIPO B

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 800.000 M2/Dia

UNIDAD : M2

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>0.10</b>	<b>2.42</b>
301005	GEOTEXTIL TIPO B	M2	1.10	0.09	2.20	0.10	2.42
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>363.76</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29	0.00	82.32	
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70	0.00	61.60	
470104	PEON	H.H	32.00	6.87	0.00	219.84	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>10.91</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.000	363.76	0.00	10.91	
<p><b>Costo Directo : S/.0.10+ [( 363.76+10.91) /800.000]=0.57 , US\$+2.42= 2.42</b></p>							



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 3.12

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : ASFALTO LIQUIDO RC-250

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1.000 GLN/Día

UNIDAD : M2 GLN

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>2.32</b>	<b>0.00</b>
130103	ASFALTO RC-250	GLN	1.0000	2.32	0.00	2.32	0.00
<b>Costo Directo : S/.2.32 = 2.32</b>					<b>US\$+0.00</b>		

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 3.14

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : ASFALTO SÓLIDO PEN 85/100

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1.000 GLN/Día

UNIDAD : GLN

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>1.76</b>	<b>0.00</b>
200102	CEMENTO ASFALTICO PEN 85/100	GLN	1.00	1.76	0.00	1.76	0.00
<b>Costo Directo : S/.1.76 = 1.76</b>					<b>US\$+0.00</b>		

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 3.15

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1.000 KG/Día

UNIDAD : KG

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>0.38</b>	<b>9.00</b>
297601	ADITIVO PARA FINOS TIP RADICOTE O SIMIL	KG	1.00	0.38	9.00	0.38	9.00
<b>Costo Directo : S/.0.38 = 0.38</b>					<b>US\$ +9.00 = 9.00</b>		



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 3.16

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 1.000 KG/Día

FECHA : 31/05/96

UNIDAD KG

DESCRIPCION : FILLER

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>0.36</b>	<b>0.00</b>
210203	FILLER	KG	1.00	0.36	0.00	0.36	0.00
<b>Costo Directo : S/.0.36 = 0.36 ,</b>				<b>US\$ +0.00</b>			



## **4.6.4 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

### **(Partida 4.00)**





**CONSULTOR : ASOCIACION P Y V - H.O.B**  
**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.02

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 30.000 M3/Dia

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : RELLENO PARA ESTRUCTURAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>EQUIPO</b>						<b>100.96</b>	<b>10.64</b>
491003	COMPACTADORA VIB TIPO PLANCHA 7 HP	H.M	8.00	12.62	1.33	100.96	10.64
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>370.92</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	4.00	10.29	0.00	41.16	0.00
470104	PEON	H.H	48.00	6.87	0.00	329.76	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>11.13</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.000	370.92	0.00	11.13	
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>10.46</b>	<b>4.53</b>
903014	AGUA PARA LA OBRA	M3	0.15	6.83	2.16	1.02	0.32
904612	MATERIAL DE CANTERA P/RELLENO ESTRUCTURA	M3	1.20	7.87	3.51	9.44	4.21
<b>Costo Directo : S/.[(100.96+370.92+11.13) /30.000]+10.46 = 26.56, US\$[(10.64)/30.000]+4.53 =4.88</b>							

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.03

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 25.000 ML/Dia

UNIDAD :

ML

DESCRIPCION : ALCANTARILLA TMC 36"

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>12.16</b>	<b>68.84</b>
090150	ALCANTARILLA TMC D=36"	ML	1.00	12.16	68.84	12.16	68.84
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>473.68</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29	0.00	82.32	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70	0.00	61.60	0.00
470104	PEON	H.H	48.00	6.87	0.00	329.76	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>14.21</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	473.68	0.00	14.21	0.00
<b>Costo Directo : S/.12.16+[(473.68+14.21) /25.000] = 31.68 , US\$ 68.84 = 68.84</b>							



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 4.04

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 20.000 ML/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : ML

DESCRIPCION : ALCANTARILLA TMC 48"

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>19.00</b>	<b>110.70</b>
090151	ALCANTARILLA TMC D=48"	ML	1.00	19.00	110.70	19.00	110.70
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>473.68</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29	0.00	82.32	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70	0.00	61.60	0.00
470104	PEON	H.H	48.00	6.87	0.00	329.76	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>14.21</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	473.68	0.00	14.21	0.00
<b>Costo Directo : S/.</b>				<b>19.00+[(473.68+14.21) /20.000] = 43.39</b>		<b>US\$ 110.70 = 110.70</b>	

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

PARTIDA : 4.07

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 20.000 M3/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : CONCRETO F'C= 100 KG/CM2

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>66.14</b>	<b>3.74</b>
210101	CEMENTO PORT.TIPO I EN BOLSAS 42.5 KGS	ML	4.50	14.62	0.00	65.79	0.00
290133	ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA	KG	1.53	0.21	2.18	0.32	3.34
290193	ADITIVO ( INCORPORADOR DE AIRE )	KG	0.13	0.23	3.08	0.03	0.40
<b>EQUIPO</b>						<b>71.92</b>	<b>40.48</b>
480101	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3/ TOLVA	H.M	8.00	6.65	4.35	53.20	34.80
495202	VIBRADOR DE 4 HP CAP= 1.50 "	H.M	8.00	2.34	0.71	18.72	5.68
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>940.56</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29	0.00	82.32	0.00
470102	OPERARIO	H.H	16.00	8.57	0.00	137.12	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70	0.00	61.60	0.00
470104	PEON	H.H	48.00	6.87	0.00	659.52	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>28.22</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	940.56	0.00	28.22	0.00
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>11.46</b>	<b>4.95</b>
901987	AGREGADOS PARA CONCRETO	M3	1.30	7.87	3.51	10.23	4.56
903014	AGUA PARA LA OBRA	M3	0.18	6.83	2.16	1.23	0.39
<b>Costo Directo : S/.</b>				<b>66.14+[(71.92+940.56+28.22) /20.000]+11.46 = 129.63</b>		<b>US\$ 3.74+[(40.48)/20.000]+4.95 =10.71</b>	





PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 4.08

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 18.000 M3/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : CONCRETO F'C= 140 KG/CM2

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>95.53</b>	<b>5.39</b>
210101	CEMENTO PORT.TIPO I EN BOLSAS 42.5 KGS	ML	6.50	14.62	0.00	95.03	0.00
290133	ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA	KG	2.21	0.21	2.18	0.46	4.82
290193	ADITIVO ( INCORPORADOR DE AIRE )	KG	0.19	0.23	3.08	0.04	0.57
<b>EQUIPO</b>						<b>71.92</b>	<b>40.48</b>
480101	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3/ TOLVA	H.M	8.00	6.65	4.35	53.20	34.80
495202	VIBRADOR DE 4 HP CAP= 1.50 "	H.M	8.00	2.34	0.71	18.72	5.68
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>940.56</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29	0.00	82.32	
470102	OPERARIO	H.H	16.00	8.57	0.00	137.12	
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70	0.00	61.60	
470104	PEON	H.H	48.00	6.87	0.00	659.52	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>28.22</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	940.56	0.00	28.22	
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>12.12</b>	<b>5.22</b>
901987	AGREGADOS PARA CONCRETO	M3	1.35	7.87	3.51	10.62	4.74
903014	AGUA PARA LA OBRA	M3	0.22	6.83	2.16	1.50	0.48
<b>Costo Directo : S/.95.53+[(71.92+940.56+28.22) /18.000]+12.12 =</b>				<b>5.39+[(40.48)/18.000]+5.22 =10.71</b>			
<b>165.47</b>							

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 4.09

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 18.000 M3/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : CONCRETO F' C= 140 KG/CM2 + 30% P.G

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>219.84</b>	<b>0.00</b>
470104	PEON	H.H	32.00	6.87	0.00	219.84	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>6.60</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	219.84	0.00	6.60	
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>137.65</b>	<b>12.50</b>
901988	CONCRETO F' C = 140 KG /CM2	M3	0.70	165.47	12.86	115.83	9.00
904508	PIEDRA GRANDE	M3	0.42	51.96	8.34	21.82	3.50
<b>Costo Directo : S/.[(219.84+6.60) /18.000]+137.65 = 150.23</b>				<b>US\$ +12.50 =12.50</b>			



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.10

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : CONCRETO F'C= 210 KG/CM2

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 18.000 M3/Dia

UNIDAD : M3

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL		
				S/.	US.\$	S/.	US.\$	
<b>MATERIALES</b>							<b>117.58</b>	<b>6.64</b>
210101	CEMENTO PORT.TIPO I EN BOLSAS 42.5 KGS	ML	8.00	14.62	0.00	116.96	0.00	
290133	ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA	KG	2.72	0.21	2.18	0.57	5.93	
290193	ADITIVO ( INCORPORADOR DE AIRE )	KG	0.23	0.23	3.08	0.05	0.71	
<b>EQUIPO</b>							<b>71.92</b>	<b>40.48</b>
480101	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3/ TOLVA	H.M	8.00	6.65	4.35	53.20	34.80	
495202	VIBRADOR DE 4 HP CAP= 1.50 "	H.M	8.00	2.34	0.71	18.72	5.68	
<b>MANO DE OBRA</b>							<b>940.56</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29		82.32		
470102	OPERARIO	H.H	16.00	8.57		137.12		
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70		61.60		
470104	PEON	H.H	48.00	6.87		659.52		
<b>HERRAMIENTAS</b>							<b>28.22</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	940.56		28.22		
<b>SUB ANALISIS</b>							<b>12.26</b>	<b>5.26</b>
901987	AGREGADOS PARA CONCRETO	M3	1.35	7.87	3.51	10.62	4.74	
903014	AGUA PARA LA OBRA	M3	0.24	6.83	2.16	1.64	0.52	
<b>Costo Directo : S/.</b>				<b>117.58+[(71.92+940.56+28.22)/18.000]+12.26 =187.66</b>		<b>US\$</b>		<b>6.64+[(40.48)/18.000]+5.26 =14.15</b>

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

PARTIDA : 4.11

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : ENCOFRADO DE CIMENTACION

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 15.000 M2/Dia

UNIDAD : M2

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL		
				S/.	US.\$	S/.	US.\$	
<b>MATERIALES</b>							<b>13.63</b>	<b>0.00</b>
,020402	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N' 8	KG	0.12	1.78	0.00	0.21	0.00	
,021090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	KG	0.40	1.81	0.00	0.72	0.00	
430101	MADERA TORNILLO	P2	5.00	2.54	0.00	12.70	0.00	
<b>MANO DE OBRA</b>							<b>153.72</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.60	10.29	0.00	16.46		
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57	0.00	68.56		
470104	PEON	H.H	10.00	6.87	0.00	68.70		
<b>HERRAMIENTAS</b>							<b>4.61</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	153.72	0.00	4.61		
<b>Costo Directo : S/.</b>				<b>13.63+[(153.72+4.61)/15.000] =24.19</b>		<b>US\$0.00</b>		



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.12

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 12.000 M2/Dia

UNIDAD : M2

DESCRIPCION : ENCOFRADO DE ELEVACION

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>19.05</b>	<b>0.00</b>
,020402	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N' 8	KG	0.30	1.78	0.00	0.53	0.00
,021090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	KG	0.50	1.81	0.00	0.91	0.00
430101	MADERA TORNILLO	P2	3.00	2.54	0.00	7.62	0.00
450102	TRIPLAY 19 MM	M2	0.35	28.53	0.00	9.99	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>153.72</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.60	10.29	0.00	16.46	
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57	0.00	68.56	
470104	PEON	H.H	10.00	6.87	0.00	68.70	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>4.61</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	153.72	0.00	4.61	
<b>Costo Directo : S/.</b> $19.05+[(153.72+4.61)/12.000]$ <b> = 32.24</b>						<b>US\$0.00</b>	

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.13

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 8.000 M2/Dia

UNIDAD : M2

DESCRIPCION : ENCOFRADO DE LOSA

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>14.41</b>	<b>0.00</b>
,020402	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N' 8	KG	0.30	1.78	0.00	0.53	0.00
,021090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	KG	0.50	1.81	0.00	0.54	0.00
430101	MADERA TORNILLO	P2	3.00	2.54	0.00	13.34	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>153.72</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.60	10.29		16.46	
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57		68.56	
470104	PEON	H.H	10.00	6.87		68.70	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>4.61</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	153.72		4.61	
<b>Costo Directo : S/.</b> $14.41+[(153.72+4.61)/ 8.000]$ <b> = 34.20</b>						<b>US\$0.00</b>	



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 4.14

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 200.000 KG/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : KG

DESCRIPCION : ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>1.39</b>	<b>0.00</b>
,020406	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N' 16	KG	0.30	1.78	0.00	0.05	0.00
,030348	FIERRO CD FY=4200 KG/CM2 ( GRADO 60)	KG	1.03	1.30	0.00	1.34	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>138.39</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	0.80	10.29		8.23	
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57		68.56	
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70		61.60	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>4.15</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	138.39		4.15	
<b>Costo Directo : S/.1.39+[(138.39+4.15)/ 200.000] = 2.10</b>					<b>US\$0.00</b>		

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 4.15

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 60.000 M2/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M2

DESCRIPCION : PERFILADO Y COMPACTADO PARA CUNETAS REVESTIDAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>EQUIPO</b>						<b>100.96</b>	<b>10.64</b>
491003	COMPACTADORA VIB TIPO PLANCHA 7 HP	H.M	8.00	12.62	1.33	100.96	10.64
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>194.94</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.60	10.29		16.46	
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57		68.56	
470104	PEON	H.H	16.00	6.87		109.92	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>5.85</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	194.94		5.85	
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>0.20</b>	<b>0.00</b>
903014	AGUA PARA LA OBRA	M3	0.030	6.83	2.16	0.20	0.06
<b>Costo Directo : S/.[(100.96+194.94+5.85)/ 60.000]+0.20 = 5.23</b>					<b>US\$[( 10.64)/60.000]+0.06=0.24</b>		



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.16

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : JUNTA DE CONSTRUCCION Y DE DILATACION EN CUNETAS REVESTIDAS

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 100.000 ML/Dia

UNIDAD ML

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>0.27</b>	<b>4.93</b>
136001	IGAS NEGRO	KG	8.00	0.34	6.09	0.27	4.87
136002	IGOL O SIMILAR	KG	0.01	0.31	4.94	0.00	0.06
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>377.56</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	4.00	10.29		41.16	
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70		61.60	
470104	PEON	H.H	40.00	6.87		274.80	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>11.33</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	377.56		11.33	
<b>Costo Directo : S/0.27+[(377.56+11.33)/ 100.000] = 4.16</b>				<b>US\$ 4.93= 4.93</b>			

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.17

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : EMBOQUILLADO DE PIEDRA

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 20.000 M2 /Dia

UNIDAD : M2

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>249.58</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.60	10.29		16.46	
470103	OFICIAL	H.H	16.00	7.70		123.20	
470104	PEON	H.H	16.00	6.87		109.92	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>7.49</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	249.98		7.49	
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>20.28</b>	<b>1.34</b>
901318	EXCAVACION A MANO	M3	0.20	21.70		4.34	0.00
901989	MORTERO 1: 5	M3	0.07	154.18		10.48	0.46
904508	PIEDRA GRANDE	M3	0.1050	51.96		5.46	0.88
<b>Costo Directo : S/.[(249.58+7.49)/ 20.000] + 20.28 = 33.13</b>				<b>US\$ 1.34 = 1.34</b>			



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

PARTIDA : 4.18

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 290.000 M3 /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : LIMPIEZA DE CAUCES

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>EQUIPO</b>						<b>232.9</b>	<b>185.92</b>
490602	RETROEXCAVADORA S/O 80-110 HP,0.5-1.3 YD3 H.M	H.M	5.60	41.59	33.20	232.90	185.92
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>284.4</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	3.60	10.29		37.04	
470104	PEON	H.H	36.00	6.87		247.32	
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>8.53</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	284.36		8.53	
<b>Costo Directo : S/. [(232.90+284.36+8.53)/ 290.000] = 1.81</b>				<b>US\$ [(185.92)/290.000] = 0.64</b>			

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 4.20

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 8.000 M3 /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>0.01</b>	<b>0.33</b>
300232	BARRENO DE 7/8 " X 5 PIES	UND	0.00	3.62	109.01	0.01	0.33
<b>EQUIPO</b>						<b>273.68</b>	<b>90.88</b>
490102	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM,87 HP	H.M	8.00	30.91	6.92	247.28	55.36
490203	MARTILLO NEUMATICO DE 24 KG	H.M	16.00	1.65	2.22	26.40	35.52
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>186.71</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	0.80	10.29		8.23	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57		68.56	0.00
470104	PEON	H.H	16.00	6.87		109.92	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>5.60</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	186.71		5.60	
<b>Costo Directo : S/. 0.01+ [(273.68+186.71+5.60)/ 8.000] = 58.26</b>				<b>US\$ 0.33+ [(90.88)/8.000] = 11.69</b>			



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.23

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 1.000 M3 /Dia

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : ESCOLLERAS DE PROTECCION

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>8.48</b>	<b>3.31</b>
904628	MATERIAL PARA FILTRO DRENANTE	M3	0.40	1.77	0.87	0.71	0.35
904701	COLOCACION DE ENROCADO	M3	0.70	3.04	1.13	2.13	0.79
904705	CARGUIO Y TRANSPORTE DE ROCA	M3	0.70	8.05	3.10	5.64	2.17
<b>Costo Directo : S/. +8.48 = 8.48</b>						<b>US\$ +3.31 = 3.31</b>	

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.24

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 8.000 M3 /Dia

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : MURO DE GAVIONES

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>6.27</b>	<b>32.41</b>
020402	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG N°8	KG	1.60	1.78	0.00	2.85	0.00
469006	GAVION DE 2X1 X1 M	UND	0.50	4.46	41.09	2.23	20.55
469020	COLCHON 4X2X0.23 M	UND	0.13	9.51	94.90	1.19	11.86
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>439.48</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	4.00	10.29		41.16	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57		68.56	0.00
470104	PEON	H.H	48.00	6.87		329.76	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>13.18</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	439.48		13.18	
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>58.47</b>	<b>8.34</b>
901504	PREPARACION DEL TERRENO	M3	0.20	32.55	0.00	6.51	0.00
904508	PIEDRA GRANDE	M3	1.00	51.96	8.34	51.96	8.34
<b>Costo Directo : S/. 6.27+[(439.48+13.18)/ 8.000] +58.47 = 121.32</b>						<b>US\$ 32.41+8.34 = 40.75</b>	



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 4.25

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 1.000 ML /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : ML

DESCRIPCION : SUB-DRENES ( INCLUYE GEOTEXIL )

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>33.46</b>	<b>2.91</b>
901720	SUMIN.E INSTALACION DE GEOTEXIL EN DREN	M2	2.35	1.06	1.24	2.49	2.91
902807	SUMINIS.E INSTAL.TUBERIA DE SUB-DRENAJE	ML	1.00	30.97	0.00	30.97	0.00
<b>Costo Directo : S/. +33.46 = 33.46</b>						<b>US\$ +2.91 = 2.91</b>	

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 4.28

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 60.000 ML /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : ML

DESCRIPCION : DREN DE PVC ( D= 4" )

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>6.07</b>	<b>0.00</b>
720106	TUBERIA PVC 4"	ML	1.00	6.07	0.00	6.07	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>297.90</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.60	10.29		16.46	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70		61.60	0.00
470104	PEON	H.H	32.00	6.87		219.84	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>8.94</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	297.90		8.94	
<b>Costo Directo : S/. 6.07+[(297.90+8.94)/ 60.000] = 11.18</b>						<b>US\$ 0.00</b>	





PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

PARTIDA : 4.29

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : FILTRO DRENANTE

CODIGO :

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 30.000 M3 /Dia

UNIDAD : M3

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>EQUIPO</b>						<b>100.96</b>	<b>10.64</b>
491003	CORTADORA VIB TIPO PLANCHA 7 HP	H.M	8.00	12.62	1.33	100.96	10.64
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>631.92</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29		82.32	0.00
470104	PEON	H.H	80.00	6.87		549.60	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>18.96</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	631.92		18.96	
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>3.14</b>	<b>1.36</b>
903014	AGUA PARA LA OBRA	M3	0.15	6.83	2.16	1.02	0.32
904628	MATERIAL PARA FILTRO DRENANTE	M3	1.20	1.77	0.87	2.12	1.04
<b>Costo Directo : S/. [(100.96+631.92+18.96)/ 30.000] +3.14 = 28.20</b>						<b>US\$ [( 10.64 )/30.000]+1.36 = 1.71</b>	

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

PARTIDA : 4.30

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

DESCRIPCION : CONCRETO F'c = 175 KG/CM2

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

RENDIMIENTO : 15.000 M3 /Dia

UNIDAD : M3

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>110.24</b>	<b>6.21</b>
210101	CEMENTO PORT.TIPO I EN BOLSAS 42.5 KGS	BOL	7.50	14.62	0.00	109.65	0.00
290133	ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA	KG	2.55	0.21	2.18	0.54	5.56
290193	ADITIVO ( INCORPORACION DE AIRE )	KG	0.21	0.23	3.08	0.05	0.65
<b>EQUIPO</b>						<b>71.92</b>	<b>40.48</b>
480101	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3 / TOLVA	H.M	8.00	6.65	4.35	53.20	34.80
495202	VIBRADOR DE 4 HP CAP = 1.50 "	H.M	8.00	2.31	0.71	18.72	5.68
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1,283.36</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29		82.32	0.00
470102	OPERARIO	H.H	56.00	8.57		479.92	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.00	7.70		61.60	0.00
470104	PEON	H.H	96.00	6.87		659.52	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>38.50</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	1,283.36		38.50	0.00
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>12.43</b>	<b>5.34</b>
901987	AGREGADOS PARA CONCRETO	M3	1.38	7.87	3.51	10.86	4.84
903014	AGUA PARA LA OBRA	M3	0.23	6.83	2.16	1.57	0.50
<b>Cost Directo:S/.110.24+ [(71.92+1,283.36+38.50)/15.000]+12.43= 215.59</b>						<b>US\$6.21+ [(40.48 )/15.000]+5.34 = 14.25</b>	



### **4.6.5 SEÑALIZACION (Partida 5.00)**





**CONSULTOR : ASOCIACION P Y V - H.O.B**  
**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.01

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 2,000.000 M2 /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M2

DESCRIPCION : MARCAS EN EL PAVIMENTO

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>6.74</b>	<b>0.00</b>
544101	DISOLVENTE XILOL	GLN	0.01	16.56	0.00	0.13	0.00
544506	PINTURA PARA TRAFICO ( INC.MICROESFERAS )	GLN	0.10	66.08	0.00	6.61	0.00
<b>EQUIPO</b>						<b>63.76</b>	<b>28.40</b>
499301	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	H.M	8.00	7.97	3.55	63.76	28.40
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>274.60</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	4.00	10.29		41.16	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57		68.56	0.00
470104	PEON	H.H	24.00	6.87		164.88	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>8.24</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	274.60		8.24	0.00
<b>Costo Directo:</b>				<b>S/6.74+ [(63.76+274.60+8.24)/2,000.000]= 6.91</b>		<b>US\$[(28.40)/2,000.000] = 0.01</b>	

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.02

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 1.000 UND /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : UND

DESCRIPCION : POSTES KILOMETRICOS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>70.24</b>	<b>1.91</b>
901318	EXCAVACION A MANO	M3	0.1250	21.70	0.00	2.71	0.00
901636	ENCOFRADO Y DESC ( HITOS ,CRUCES,SARDINEL )	M2	0.800	28.42	0.00	22.74	0.00
901808	ACERO DE REFUERZO ( CORRUGADO )	KG	3.250	2.10	0.00	6.83	0.00
901991	CONCRETO F'C = 140 KG /CM2 ( POSTES ,HITOS )	M3	0.029	202.15	17.36	5.86	0.50
902264	PINTADO DE POSTES KILOMETRICOS	UND	1.000	15.12	0.00	15.12	0.00
902311	CONCRETO CICLOPEO F'C = 140 KG/CM2+30% P.G	M3	0.1130	150.23	12.50	16.98	1.41
<b>Costo Directo:</b>				<b>S/+70.24= 70.24</b>		<b>US\$+1.91 = 1.91</b>	



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.03

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 6.000 UND /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : UND

DESCRIPCION : SEÑALES PREVENTIVAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>23.21</b>	<b>56.19</b>
292010	THINNER CORRIENTE	GLN	0.005	15.97	0.00	0.08	0.00
295035	SOLDADURA 3/16"	KG	0.080	8.07	0.00	0.65	0.00
301202	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	P2	4.780	0.21	6.47	1.00	30.93
313121	FIBRA DE VIDRIO 4 MM ACABADO	M2	0.560	2.68	36.00	1.50	20.16
395087	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	GLN	0.017	8.38	300.03	0.14	5.10
511008	ANGULO F" 1" X 1" X 3/16 "	ML	3.000	4.10	0.00	12.30	0.00
511300	PLATINA DE FIERRO 1/8 " X 2"	ML	1.460	3.18	0.00	4.64	0.00
541103	PINTURA ESMALTE NEGRO	GLN	0.060	48.36	0.00	2.90	0.00
<b>EQUIPO</b>						<b>14.74</b>	<b>0.84</b>
482101	SOLDADURA ELECTRICA DE 225 AMPERIOS	H.M	2.000	7.37	0.42	14.74	0.84
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>146.62</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.600	10.29		16.46	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.000	8.57		68.56	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.000	7.70		61.60	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>4.40</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.000	146.62		4.40	0.00
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>177.41</b>	<b>4.94</b>
902248	COLOCACION DE SEÑAL PREVENT/REGLAMENT. FABRICACION DE POSTES CONCRETO	UND	1.000	30.88	2.77	30.88	2.77
902275	SEÑALIZACION	UND	1.000	107.89	1.22	107.89	1.22
902276	INSTALACION DE POSTES SEÑALIZACION	UND	1.000	38.64	0.95	38.64	0.95
<b>Costo Directo:</b>				<b>S/.23.21+ [(14.74+146.62+4.40)/6.000]+177.41= 228.25</b>		<b>US\$56.19+ [(0.84)/6.000]+4.94 = 61.27</b>	



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.04

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 4.000 UND /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD

UND

DESCRIPCION : SEÑALES REGLAMENTARIAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>31.18</b>	<b>107.40</b>
292010	THINNER CORRIENTE	GLN	0.007	15.97	0.00	0.12	0.00
295035	SOLDADURA 3/16"	KG	0.080	8.07	0.00	0.65	0.00
301202	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	P2	8.700	0.21	6.47	1.83	56.29
313121	FIBRA DE VIDRIO 4 MM ACABADO	M2	0.960	2.68	36.00	2.57	34.56
395087	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	GLN	0.026	8.38	300.03	0.22	7.80
395088	TINTA SERIGRAFICA ROJA	GLN	0.009	25.52	1,005.33	0.22	8.75
511008	ANGULO F" 1" X 1" X 3/16 "	ML	4.000	4.10	0.00	16.40	0.00
511300	PLATINA DE FIERRO 1/8 " X 2"	ML	1.500	3.18	0.00	4.77	0.00
541103	PINTURA ESMALTE NEGRO	GLN	0.091	48.36	0.00	4.40	0.00
<b>EQUIPO</b>						<b>14.74</b>	<b>0.84</b>
482101	SOLDADURA ELECTRICA DE 225 AMPERIOS	H.M	2.000	7.37	0.42	14.74	0.84
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>146.62</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.600	10.29		16.46	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.000	8.57		68.56	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.000	7.70		61.60	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>4.40</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.000	146.62		4.40	0.00
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>177.41</b>	<b>4.94</b>
902248	COLOCACION DE SEÑAL PREVENT/REGLAMENT. FABRICACION DE POSTES CONCRETO	UND	1.000	30.88	2.77	30.88	2.77
902275	SEÑALIZACION	UND	1.000	107.89	1.22	107.89	1.22
902276	INSTALACION DE POSTES SEÑALIZACION	UND	1.000	38.64	0.95	38.64	0.95
<b>Costo Directo: S/.31.18+ [(14.74+146.62+4.40)/4.000]+177.41=</b>				<b>250.03</b>		<b>US\$107.40+[(0.84)/6.000]+4.94 = 112.55</b>	



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.05

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 6.000

M2 /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : UND M2

DESCRIPCION : SEÑALES INFORMATIVAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>25.21</b>	<b>109.55</b>
292010	THINNER CORRIENTE	GLN	0.007	15.97	0.00	0.11	0.00
295035	SOLDADURA 3/16"	KG	0.080	8.07	0.00	0.65	0.00
301202	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	P2	8.700	0.21	6.47	1.36	41.80
301203	LAMINA REFLECTIVA GRADO INGEN	P2	9.830	0.13	3.23	1.28	31.75
313121	FIBRA DE VIDRIO 4 MM ACABADO	M2	0.960	2.68	36.00	2.68	35.00
511008	ANGULO F" 1" X 1" X 3/16 "	ML	4.000	4.10	0.00	11.03	0.00
511307	PLATINA DE FIERRO 1/8 " X 1"	ML	1.500	1.66	0.00	3.75	0.00
541190	PINTURA ESMALTE	GLN	0.091	48.36	0.00	4.35	0.00
<b>EQUIPO</b>						<b>29.48</b>	<b>1.68</b>
482101	SOLDADURA ELECTRICA DE 225 AMPERIOS	H.M	4.000	7.37	0.42	29.48	1.68
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>146.62</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.600	10.29	0.00	16.46	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.000	8.57	0.00	68.56	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.000	7.70	0.00	61.60	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>4.40</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.000	146.62		4.40	0.00
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>31.09</b>	<b>4.34</b>
902224	COLOCACION DE SEÑAL INFORMATIVA	UND	0.370	84.03	11.74	31.09	4.34
<b>Costo Directo: S/.25.21+ [(29.48+146.62+4.40)/6.000]+31.09= 86.38</b>				<b>US\$109.55+[(1.68)/6.000]+4.34 = 114.17</b>			



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.06

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 15.000 ML /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : ML

DESCRIPCION : GUARDAVIAS ( INCLUYE TERMINAL )

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				SI.	US.\$	SI.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>7.34</b>	<b>59.35</b>
302009	GUARDAVIA METAL ( INC.TERM,POSTE = 1.8 M.)	ML	1.00	4.56	59.06	4.56	59.06
541190	PINTURA ESMALTE	GLN	0.02	48.36	0.00	1.11	0.00
544401	DISOLVENTE XILOL	GLN	0.00	16.56	0.00	0.06	0.00
544690	PINTURA REFLECTIVA AMARILLA	GLN	0.00	4.38	143.00	0.01	0.29
549801	PINTURA WASH PRIMER	GLN	0.04	44.52	0.00	1.60	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>452.76</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.60	10.29	0.00	41.16	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57	0.00	68.56	0.00
470103	OFICIAL	H.H	16.00	7.70	0.00	123.20	0.00
470104	PEON	H.H	32.00	6.87	0.00	219.84	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>13.58</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	452.76		13.58	0.00
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>4.13</b>	<b>0.30</b>
901318	EXCAVACION A MANO CONCRETO CICLOPEO F' C = 140 KG /	M3	0.02	21.70	0.00	0.52	0.00
902311	CM2+30% P.G	M3	0.02	150.23	12.50	3.61	0.30
<b>Costo Directo:SI.7.34+ [(452.76+13.58)/15.000]+4.13 = 42.56</b>				<b>US\$59.35+0.30 = 59.65</b>			



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.07

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 20.000 m3/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M2

DESCRIPCION : PINTADO DE PARAPETOS DE MUROS Y ALCANTARILLAS

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				SI.	US.\$	SI.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>9.87</b>	<b>0.57</b>
292010	THINNER CORRIENTE	GLN	0.013	15.97	0.00	0.20	0.00
300185	PINTURA IMPRIMANTE PARA CONCRETO	GLN	0.100	28.81	0.00	2.88	0.00
541190	PINTURA ESMALTE	GLN	0.140	48.36	0.00	6.77	0.00
544690	PINTURA REFLECTIVA AMARILLA	GLN	0.004	4.38	143.00	0.02	0.57
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>139.98</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.600	10.29	0.00	16.46	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.000	8.57	0.00	68.56	0.00
470104	PEON	H.H	8.000	6.87	0.00	54.96	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>4.20</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.000	139.98	0.00	4.20	0.00
<b>Costo Directo: S/9.87+ [(139.98+4.20)/20.000] = 17.08</b>				<b>US\$ 0.57 = 0.57</b>			





PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.08

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 50.000 UND /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : ML UND

DESCRIPCION : TACHAS DELINEADORAS BIDIRECCIONALES

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>19.32</b>	<b>0.05</b>
135103	PEGAMENTO BITUMINOSO TACHAS REFLECTIVAS	GLN	0.01	0.95	9.00	0.00	0.05
301205	TACHAS CON PLACAS REFLECTANTES BIDIRECCIONALES	UND	1.00	19.32	0.00	19.32	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>194.94</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	1.60	10.29	0.00	16.46	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.00	8.57	0.00	68.56	0.00
470104	PEON	H.H	16.00	6.87	0.00	109.92	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>5.85</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	194.94	0.00	5.85	0.00
<b>Costo Directo: S/.19.32+ [(194.94+5.85)/50.000] = 23.34</b>				<b>US\$ 0.05 = 0.05</b>			

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.09

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 1.000 UND /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : UND

DESCRIPCION : POSTES DELINEADORES

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>48.90</b>	<b>2.99</b>
901318	EXCAVACION A MANO ENCOFRADO Y DESENCOF.( POSTE DELINEADOR )	M3	0.125	21.70	0.00	2.71	0.00
901643	ACERO DE REFUERZO ( CORRUGADO )	M2	0.450	26.64	0.00	11.99	0.00
901808	CONCRETO F' C = 140 KG/CM2+30% P.G	KG	2.400	2.10	0.00	5.04	0.00
901991	PINTADO DE POSTE DELINEADOR	M3	0.010	202.15	17.36	2.02	0.17
902265	CONCRETO CICLOPEO F' C= 140 KG/CM2+30% P.G	UND	1.000	8.81	1.29	8.81	1.29
902311		M3	0.122	150.23	12.50	18.33	1.53
<b>Costo Directo: S/.+48.90 = 48.90</b>				<b>US\$ +2.99 = 2.99</b>			



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.10

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 12.000 UND /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : UND

DESCRIPCION : REMOCION Y ELIMINACION DE POSTES Y SEÑALES

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>EQUIPO</b>						<b>212.80</b>	<b>33.28</b>
481007	CAMIONETA 4 X2	H.M	8.00	26.60	4.16	212.80	33.28
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>247.20</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	8.00	10.29	0.00	82.32	0.00
470104	PEON	H.H	24.00	6.87	0.00	164.88	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>7.42</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO	3.00	247.20	0.00	7.42	0.00
<b>Costo Directo:S/.[ ( 212.80+247.20+7.42)/12.000] = 38.95</b>				<b>US\$[( 33.28)/12.000] = 2.77</b>			

PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.11.01

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 1.000 M3 /Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : M3

DESCRIPCION : CIMENTACION Y EMPOTRAMIENTO

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>SUB ANALISIS</b>						<b>281.92</b>	<b>13.67</b>
901318	EXCAVACION A MANO	M3	0.84	21.70	0.00	18.23	0.00
901635	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CIMENT.POSTES	M2	2.54	29.13	0.00	73.99	0.00
901808	ACERO DE REFUERZO ( CORRUGADO )	KG	12.86	2.10	0.00	27.01	0.00
901991	CONCRETO F'C= 140 KG/CM2 ( POSTES ,HITOS )	M3	0.24	202.15	17.36	48.52	4.17
902311	CONCRETO CICLOPEO F'C = 140 KG/CM2+30%P.G	M3	0.76	150.23	12.50	114.17	9.50
<b>Costo Directo:S/.+281.92 = 281.92</b>				<b>US\$ +13.67 = 13.67</b>			



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 5.11.02

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

RENDIMIENTO : 14.000 M/Dia

FECHA : 31/05/96

UNIDAD : ML

DESCRIPCION : TUBO METALICO ( D = 3 " )

CODIGO	DESCRIPCION	UND.	Cant.	P.U.		PARCIAL	
				S/.	US.\$	S/.	US.\$
<b>MATERIALES</b>						<b>34.48</b>	<b>0.00</b>
025115	PERNOS 5/8" X 14 "	UND	0.640	5.01	0.00	3.21	0.00
292010	THINNER CORRIENTE	GLN	0.001	15.97	0.00	0.02	0.00
295035	SOLDADURA 3/16 "	KG	0.100	8.07	0.00	0.81	0.00
511373	PLATINA DE FIERRO 3/16" X 6 "	ML	0.024	27.55	0.00	0.66	0.00
511374	PLATINA DE FIERRO 3/16" X 3 "	ML	0.100	17.43	0.00	1.74	0.00
541190	PINTURA ESMALTE	GLN	0.015	48.36	0.00	0.73	0.00
542101	PINTURA ANTICORROSIVA	GLN	0.015	46.63	0.00	0.70	0.00
562302	PLANCHA DE ACERO 3/8 "	KG	0.310	2.00	0.00	0.62	0.00
562311	PLANCHA DE ACERO 3/4 "	KG	1.000	2.00	0.00	2.00	0.00
650110	TUB. F" NEGRO 3"	ML	1.000	23.99	0.00	23.99	0.00
<b>EQUIPO</b>						<b>29.48</b>	<b>1.68</b>
482101	SOLDADURA ELECTRICA DE 225 AMPERIOS	H.H	4.000	7.37	0.42	29.48	1.68
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>336.20</b>	<b>0.00</b>
470101	CAPATAZ	H.H	4.000	10.29	0.00	41.16	0.00
470102	OPERARIO	H.H	8.000	8.57	0.00	68.56	0.00
470103	OFICIAL	H.H	8.000	7.70	0.00	61.60	0.00
470104	PEON	H.H	24.00	6.87	0.00	164.88	0.00
<b>HERRAMIENTAS</b>						<b>10.09</b>	<b>0.00</b>
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO	3.000	336.20	0.00	10.09	0.00
<b>Costo Directo: S/.34.48+ [ ( 29.48+336.20+10.09)/14.000] = 61.32</b>				<b>US\$[( 1.68)/14.000] = 0.12</b>			



### **4.6.6 TRANSPORTE (Partida 6.00)**





PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

**PARTIDA : 6.01 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA  $d \leq 1\text{KM}$**

**UNIDAD : m3-Km**

**RENDIMIENTO : 335 m3-Km/día**

DESCRIPCION	UND	CANT	PRECIO ( S/.)	PRECIO ( US\$.)	PARCIAL ( S/.)	PARCIAL ( US\$.)	TOTAL ( S/.)	TOTAL ( US\$.)
<b>A.MANO DE OBRA</b>								
CONTROLADOR	dh	0.43	61.58		26.48			
<b>B.EQUIPO</b>								
VOLQUETE 10 m3 CARGADOR	dm	1.00	643.12	225.36	643.12	225.36		
FRONTAL 200-250 HP	dm	0.43	466.88	338.48	200.76	145.55		
							843.88	370.91
					<b>TOTAL</b>		<b>843.88</b>	<b>370.91</b>

**C.- DATOS GENERALES**

VELOCIDAD CARGADO		25.00 Km/hr
VELOCIDAD DESCARGADO		35.00 Km/hr
TIEMPO DE VIAJE CARGADO	( Tc)	2.40 x d
TIEMPO DE VIAJE DESCARGADO	( Td)	1.71 x d
VOLUMEN DE LA TOLVA DEL VOLQUETE ( a )		10 m3
DISTANCIA DE TRANSPORTE	( d)	1 Km

**D.- CALCULO DE RENDIMIENTOS**

TIEMPO DE CARGUIO AL VOLQUETE	$T_{cv} = ( a ) \times ( b ) / ( c )$	4.65 min
TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	( Tdv )	2 min
TIEMPO UTIL : 8 hrs x 90%	( b )	432 min
RENDIMIENTO DEL CARGADOR	( c )	930 m3/día
TIEMPO DEL CICLO DEL VOLQUETE	$T_{ciclo} = T_{cv} + T_{dv} + T_c + T_d$	6.65 + 4.11 x d ( min )
PARA d= 1 Km,CICLO =	( e )	10.76 min
VOLUMEN TRANSPORTADO POR EL VOLQUETE	$( a ) \times ( b ) / ( e )$	401.49 m3/día
PARTICIPACION DEL CARGADOR = VOL.VOLQUETE / VOL CARGA		0.43 ——— > 0.43



**E.- RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA d=**

ESPONJAMIENTO DEL MATERIAL

Rendimiento = [ ( a ) \* ( b ) / ( e ) ] Esponjamiento

1 Km

20.00%

334.57 m<sup>3</sup>-Km/día → 335.00 m<sup>3</sup>-Km/día

**F.- CALCULO DE COSTOS PARA UNA DISTANCIA d =**

COSTO ESPONJADO = TOTAL / RENDIMIENTO

1 Km

S/.

2.60

US\$ 1.11

**COSTO DIRECTO**

**S/. m<sup>3</sup>-Km = 2.60**

**US\$/m<sup>3</sup>-km = 1.11**



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

**PARTIDA : 6.02 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA d > 1KM**

UNIDAD : m3-Km

RENDIMIENTO : 876 m3-Km/día

DESCRIPCION	UND	CANT	PRECIO ( S/.)	PRECIO ( US\$.)	PARCIAL ( S/.)	PARCIAL ( US\$.)	TOTAL ( S/.)	TOTAL ( US\$.)
<b>B.EQUIPO</b>								
VOLQUETE 10 m3	dm	1.00	643.12	225.36	643.12	225.36	643.12	225.36
						<b>TOTAL</b>	<b>643.12</b>	<b>225.36</b>

**C.- DATOS GENERALES**

VELOCIDAD CARGADO 25.00 Km/hr  
 VELOCIDAD DESCARGADO 35.00 Km/hr  
 TIEMPO DE VIAJE CARGADO ( Tc) 2.40 x d  
 TIEMPO DE VIAJE DESCARGADO ( Td) 1.71 x d  
 VOLUMEN DE LA TOLVA DEL VOLQUETE ( a ) 10 m3  
 DISTANCIA DE TRANSPORTE ( d) 1 Km

**D.- CALCULO DE RENDIMIENTOS**

TIEMPO UTIL : 8 hrs x 90% ( b ) 432 min  
 TIEMPO DEL CICLO DEL VOLQUETE T ciclo = Tc+Td 4.11 x d ( min )  
 PARA d= 1 Km,CICLO = ( e ) 4.11.min  
 VOLUMEN TRANSPORTADO POR EL VOLQUETE  
 ( a ) \* ( b ) / ( e ) 1,051.09 m3/día

**E.- RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA d=**

ESPONJAMIENTO DEL MATERIAL 20.00%  
 Rendimiento =[ ( a ) \* ( b ) / ( e ) ] Esponjamiento 875.91 m3-Km/día → 876.00 m3-Km/día

**F.- CALCULO DE COSTOS PARA UNA DISTANCIA d =**

COSTO ESPONJADO = TOTAL / RENDIMIENTO  
 1 Km  
 S/. = 0.73 US\$ 0.26

**COSTO DIRECTO**

**S/. m3-Km = 0.73**

**US\$/m3-km = 0.26**



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

**PARTIDA : 6.03 TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA d<=1KM**

UNIDAD : m3-Km

RENDIMIENTO : 230 m3-Km/día

DESCRIPCION	UND	CANT	PRECIO ( S/.)	PRECIO ( US\$.)	PARCIAL ( S/.)	PARCIAL ( US\$.)	TOTAL ( S/.)	TOTAL ( US\$.)
<b>A.MANO DE OBRA</b>								
CONTROLADOR	dh	1.00	61.58		61.58		61.58	
<b>B.EQUIPO</b>								
VOLQUETE 10 m3	dm	1.00	643.12	225.36	643.12	225.36	643.12	225.36
						<b>TOTAL</b>	<b>704.70</b>	<b>225.36</b>

**C.- DATOS GENERALES**

VELOCIDAD CARGADO 25.00 Km/hr  
 VELOCIDAD DESCARGADO 35.00 Km/hr  
 TIEMPO DE VIAJE CARGADO ( Tc) 2.40 x d  
 TIEMPO DE VIAJE DESCARGADO ( Td) 1.71 x d  
 VOLUMEN DE LA TOLVA DEL VOLQUETE ( a ) 10 m3  
 DISTANCIA DE TRANSPORTE ( d) 1 Km

**D.- CALCULO DE RENDIMIENTOS**

TIEMPO DE CARGUIO AL VOLQUETE ( Tcv) 5 min  
 TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE ( Tdv) 6 min  
 TIEMPO UTIL : 8 hrs x 90% ( b) 432 min  
 TIEMPO DEL CICLO DEL VOLQUETE T ciclo = Tcv+Tdv 11 + 4.11 x d ( min)  
 PARA d= 1 Km,CICLO = ( e) 15.11 min  
 VOLUMEN TRANSPORTADO POR EL VOLQUETE 285.90 m3/día  
 ( a ) \* ( b ) / ( e)

**E.- RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA d=**

ESPONJAMIENTO DE LA MEZCLA ASFALTICA 25.00%  
 Rendimiento = [ ( a ) \* ( b ) / ( e ) ] Esponjamiento 228.72 m3-Km/día —>230.00 m3-Km/día

**F.- CALCULO DE COSTOS PARA UNA DISTANCIA d =**

COSTO ESPONJADO = TOTAL / RENDIMIENTO S/. 3.06 US\$ 0.98

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/. m3-Km 3.06</b>	<b>US\$/m3-km = 0.98</b>
----------------------	-----------------------	--------------------------





PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

PARTIDA : 6.04 TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA d > 1KM

UNIDAD : m3-Km

RENDIMIENTO : 840 m3-Km/día

DESCRIPCION	UND	CANT	PRECIO ( S/.)	PRECIO ( US\$.)	PARCIAL ( S/.)	PARCIAL ( US\$.)	TOTAL ( S/.)	TOTAL ( US\$.)
<b>B.EQUIPO</b>								
VOLQUETE 10 m3	dm	1.00	643.12	225.36	643.12	225.36	643.12	225.36
<b>TOTAL</b>							<b>643.12</b>	<b>225.36</b>

**C.- DATOS GENERALES**

VELOCIDAD CARGADO 25.00 Km/hr  
 VELOCIDAD DESCARGADO 35.00 Km/hr  
 TIEMPO DE VIAJE CARGADO ( Tc) 2.40 x d  
 TIEMPO DE VIAJE DESCARGADO ( Td) 1.71 x d  
 VOLUMEN DE LA TOLVA DEL VOLQUETE ( a ) 10 m3  
 DISTANCIA DE TRANSPORTE ( d) 1 Km

**D.- CALCULO DE RENDIMIENTOS**

TIEMPO UTIL : 8 hrs x 90% ( b) 432 min  
 TIEMPO DEL CICLO DEL VOLQUETE T ciclo = Tc+Td 4.11 x d ( min)  
 PARA d= 1 Km,CICLO = ( e) 4.11 min  
 VOLUMEN TRANSPORTADO POR EL VOLQUETE  
 ( a ) \* ( b ) / ( e) 1,051.09 m3/día

**E.- RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA d=**

ESPONJAMIENTO DE LA MEZCLA ASFALTICA

Rendimiento = [ ( a ) \* ( b ) / ( e ) ] Esponjamiento

1 Km  
 25.00%  
 840.88 m3-Km/día → 840.00 m3-Km/día

**F.- CALCULO DE COSTOS PARA UNA DISTANCIA d =**

COSTO ESPONJADO = TOTAL / RENDIMIENTO

1 Km  
 S/. 0.77 US\$ 0.27

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/. m3-Km 0.77</b>	<b>US\$/m3-km= 0.27</b>
----------------------	-----------------------	-------------------------



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

**PARTIDA : 6.05 TRANSPORTE DE MATERIAL EN GENERAL PARA d<=1KM**

UNIDAD : m3-Km

RENDIMIENTO : 335 m3-Km/día

DESCRIPCION	UND	CANT	PRECIO ( S/.)	PRECIO ( US\$.)	PARCIAL ( S/.)	PARCIAL ( US\$.)	TOTAL -( S/.)	TOTAL ( US\$.)
<b>A.MANO DE OBRA</b>								
CONTROLADOR	dh	0.43	61.58		26.48		26.48	
<b>B.EQUIPO</b>								
VOLQUETE 10 m3 CARGADOR FRONTAL 200-250 HP	dm	1.00	643.12	225.36	643.12	225.36		
	dm	0.43	466.88	338.48	200.76	145.55	843.88	370.91
						<b>TOTAL</b>	<b>870.36</b>	<b>370.91</b>

#### C.- DATOS GENERALES

VELOCIDAD CARGADO		25.00 Km/hr
VELOCIDAD DESCARGADO		35.00 Km/hr
TIEMPO DE VIAJE CARGADO	( Tc)	2.40 x d
TIEMPO DE VIAJE DESCARGADO	( Td)	1.71 x d
VOLUMEN DE LA TOLVA DEL VOLQUETE ( a )		10 m3
DISTANCIA DE TRANSPORTE	( d)	1 Km

#### D.- CALCULO DE RENDIMIENTOS

TIEMPO DE CARGUIO AL VOLQUETE	$T_{cv} = (a) \times (b) / (c)$	4.65 min
TIEMPO DE DESCARGA DEL VOLQUETE	( Tdv )	2 min
TIEMPO UTIL : 8 hrs x 90%	( b )	432 min
RENDIMIENTO DEL CARGADOR	( c )	930 m3/día
TIEMPO DEL CICLO DEL VOLQUETE	$T_{ciclo} = T_{cv} + T_{dv} + T_c + T_d$	6.65 + 4.11 x d ( min )
PARA d= 1 Km,CICLO =	( e )	10.76 min
VOLUMEN TRANSPORTADO POR EL VOLQUETE	$(a) \times (b) / (e)$	401.49 m3/día
PARTICIPACION DEL CARGADOR = VOL.VOLQUETE / VOL CARGA		0.43 ——— > 0.43

#### E.- RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA d=

1 Km

ESPONJAMIENTO DEL MATERIAL

20.00%

Rendimiento =  $[(a) \times (b) / (e)]$  Esponjamiento

334.57 m3-Km/día ---> 335.00 m3-Km/día



F.- CALCULO DE COSTOS PARA UNA DISTANCIA d =

1 Km

COSTO ESPONJADO = TOTAL / RENDIMIENTO

S/.

2.60

US\$ 1.11

**COSTO DIRECTO**

**S/. m<sup>3</sup>-Km = 2.60**

**US\$/m<sup>3</sup>-km = 1.11**



PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V , Km 205+00- Km 235+00

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

FECHA : 31/05/96

CODIGO :

**PARTIDA : 6.06 TRANSPORTE DE MATERIAL EN GENERAL PARA d>1KM**

UNIDAD : m3-Km

RENDIMIENTO : 876 m3-Km/día

DESCRIPCION	UND	CANT	PRECIO ( S/.)	PRECIO ( US\$.)	PARCIAL ( S/.)	PARCIAL ( US\$.)	TOTAL ( S/.)	TOTAL ( US\$.)
<b>B.EQUIPO</b>								
VOLQUETE 10 m3	dm	1.00	643.12	225.36	643.12	225.36	643.12	225.36
						<b>TOTAL</b>	<b>643.12</b>	<b>225.36</b>

**C.- DATOS GENERALES**

VELOCIDAD CARGADO 25.00 Km/hr  
 VELOCIDAD DESCARGADO 35.00 Km/hr  
 TIEMPO DE VIAJE CARGADO ( Tc) 2.40 x d  
 TIEMPO DE VIAJE DESCARGADO ( Td) 1.71 x d  
 VOLUMEN DE LA TOLVA DEL VOLQUETE ( a ) 10 m3  
 DISTANCIA DE TRANSPORTE ( d) 1 Km

**D.- CALCULO DE RENDIMIENTOS**

TIEMPO UTIL : 8 hrs x 90% ( b ) 432 min  
 TIEMPO DEL CICLO DEL VOLQUETE T ciclo = Tc+Td 4.11 x d ( min )  
 PARA d= 1 Km,CICLO = ( e ) 4.11 min  
 VOLUMEN TRANSPORTADO POR EL VOLQUETE  
 ( a ) \* ( b ) / ( e ) 1,051.09 m3/día

**E.- RENDIMIENTO PARA UNA DISTANCIA d=**

ESPONJAMIENTO DEL MATERIAL

Rendimiento = [ ( a ) \* ( b ) / ( e ) ] Esponjamiento

1 Km

20.00%

875.91 m3-Km/día ---->876.00 m3-Km/día

**F.- CALCULO DE COSTOS PARA UNA DISTANCIA d =**

1 Km

**COSTO ESPONJADO = TOTAL / RENDIMIENTO**

S/.

0.73

US\$ 0.26

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/.</b> m3-Km. <b>0.73</b>	<b>US\$/m3-Km. = 0.26</b>
----------------------	-------------------------------	---------------------------



## 4.7 GASTOS GENERALES





## Gastos generales

### 1.0 Gastos Generales

#### A. Campamentos

##### A.1 Campamentos para el contratista y la supervisión.

Los paneles deben tener asilamiento térmico.

a. Oficinas	132	m2 x 330 =	43,560.00
b. Viviendas para ingenieros	120	m2 x 420 =	50,400.00
c. Viviendas para empleados	250	m2 x 320 =	80,000.00
d. viviendas para obreros	500	m2 x 290 =	145,000.00
e. comedor – cocina	300	m2 x 290 =	87,000.00
f. almacenes, talleres y laboratorios	500	m2 x 290 =	145,000.00
g. campamento en planta.	200	m2 x 220 =	<u>44,000.00</u>
			<b>S/. 594,960.00</b>

Monto Asignado a la Obra	50%	297,480.00
Armado y Desarmado	10%	59,496.00
Mantenimiento	5%	<u>29,748.00</u>
		<b>386,724.00</b>

A.2 MOBILIARIO ENSERES Y MENAJE (Estimado) : 1,650.00      403,224.00

#### B. GASTOS ADMINISTRATIVOS

a) Gastos de licitación	2,500.00
b) Gastos Legales	5,500.00
c) Letreros de Viaje de Inspección de Obra	5,850.00
d) Gastos de viaje de inspección a obra	1,650.00
e) Publicaciones derivados del proceso	<u>3,500.00</u>
	<b>19,000.00</b>

#### C. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION

a) Campamentos	3,500.00
b) Mobiliario, enseres y menaje	<u>1,650.00</u>
	<b>5,150.00</b>

#### D. SENCICO

Tasa 0.40% Monto Aplicable	S/. 23,943,479.79
Costo:	<b>95,773.92</b>

#### E. OTROS

a) Amortización del Equipo y Mobiliario de Oficina	6,500.00
b) Útiles de Oficina etc.	4,500.00
c) Fotocopias de Planos e informe Técnico final.	8,500.00
d) Diversos	<u>3,500.00</u>



## A. 2 ADMINISTRACION OFICINA CENTRAL EN LIMA

### A.2.1 PERSONAL DIRECTIVO TECNICO Y ADMINISTRATIVO

1. Gerente de Obra	5.500	x 15 Meses	= 82.500.00
1 Ingeniero Coordinador	3.500	x 15 Meses	= 52.500.00
1 Contador	2.750	x 15 meses	= 41.250.00
1 Logística	1,200	x 15 Meses	= 18.000.00
1 Secretaria	800	x 15 Meses	= 12.000.00
1 Radio Operador	800	x 15 Meses	= <u>12.000.00</u>
Leyes Sociales	: 62%		218.250.00
			<u>135.315.00</u>
			353,565.00
Aplicable a la Obra	: 20%		70,713.00

### A.2.2. ALQUILER Y MANTENIMIENTO DE LA OFICINA

Alquiler de la Oficina Central	4.500.00	x15 Meses	= 67.500.00
Mantenimiento	1,200.00	x 15 Meses	= <u>18,000.00</u>
			85,500.00
Aplicable a la Obra:	20%		17,100.00

### A.3 EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS

	S/.	US\$		
4 Camioneta	6.168	860	x 15 =	370.080.00 51.600.00
Camión baranda	7,850	2,824	x 15 =	117,750.00 42,360.00
1 Grupo Electrónico 37.5 KW	1,207	775	x 15 =	18,115.00 1,625.00
2 equipos de topografía	25,000		x 15 =	75,000.00
1 Equipo de laboratorio (suelos, concreto etc.)	1,500		x 12 =	18,000.00
1 Equipo de Radio	850		x 15 =	12,750.00
3 Equipos de computo	220		x 15 =	9,900.00
1 Equipos varios menores (estimado)	440		x 15 =	6,600.00
Sub total a.3		<u>S/. 593.85.00</u>		<u>US\$ 140,095.00</u>



#### A. 4 GASTOS FINANCIEROS

##### A.4.1 GARANTIA DE SERIEDAD DE LA PROPUESTA

Tasa 100% Comisión del Banco 2.50% S/. US\$  
Periodo (Meses) 2  
Monto aplicable S/. 14,051.841.60  
Costo financiero 585.49 169.61  
US\$ 4,070.633.00

##### A.4.2. GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO

Tasa 10.0% Comisión del Banco 2.50%  
Periodo (Meses) 19  
Monto aplicable S/. 14,051.841.60  
Costo financiero 55,621.87 16,112.92  
US\$ 4,070.633.00

##### A.4.3. GARANTIA DEL ADELANTO

Tasa 20.00% Comisión del Banco 2.50%  
Periodo Neto 1051 Meses  
Carta fianza renovable cada: 3 meses  
Monto aplicable S/. 14,051.841.60  
Costo financiero 61,535.36 17,825.99  
US\$ 4,070.633.00

##### A.4.4. GARANTIA DE LOS BENEFICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES

Tasa 2.50% Comisión del Banco 2.50%  
Periodo Meses: 5  
Carta fianza renovable cada: 3 meses  
Monto aplicable S/. 14,051.841.60  
Costo financiero 3,659.33 11,060.06  
US\$ 4,070.633.00

##### A.4.5. POLIZA DE SEGUROS CONTRA ACCIDENTES DEL PERSONAL

Tasa anual: 0,286%  
Monto asegurable será 100 veces el Sueldo del Trabajador  
Suma de sueldos S/. 1, 137,600.00  
Monto aplicable: S/. 113,760.000.00  
Costo financiero 406,692.00

##### A.4.6. SEGUROS CAR DE RESPONSABILIDAD 3ros Y DESASTRES NATURALES .

Tasa Int. Anual: 0.40%  
Comisión Banco: 2.50%  
Impuestos: 25.00%  
Monto Considerado S/. 5,500.000.00  
Costo financiero 35,234.38  
Sub-total A4 S/. 563.328.43 US\$ 35,108.57





### A.5 MATENIMIENTO DE TRANSITO

Costo estimado de mantenimiento dentro de las zonas de trabajo

Incluye señalización necesaria (banderolas, Mecheros, señales, conos y chalecos de seguridad, cascos, guantes, mascararas, antipolvo etc.) Mano de obra. Equipo mecánico.

#### MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y DESVIOS DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA.

##### Equipo

1 Motoniveladora 125 HP	2 HM/Dia x 15 días	S/. 91.95 = S/.
	2,758.50	
1 Tractor S/. Ortigas 190 – 240 HP	1 HM/Dia x 15 días	S/. 179.00 = S/. 2,691.45
1 Volquete de 6m3	1 HM/Dia x 15 días	S/. 96.23 = S/. 1,443.45
1 Cargador s/ llantas 100 – 115 HP	2 HM/Dia x 15 días	S/. 88.66= S/. 2,569.80
1 Camión Cisterna 2,000 Glns.	2 HM/Dia x 15 días	S/. 74.75 = S/. 2,242.50
1 Rodillo Liso vib. A.P 7-9 ton.	1 HM/Dia x 15 días	S/. 49.78 = S/. 746.70

##### Mano de obra

1 Capataz	2 HM/Dia x 15 días	S/. 10.29 = S/. 308.70
4 Peones	2 HM/Dia x 15 días	S/. 6.87 = S/. 824.40
	3% de M.O	= S/. 33.99

##### Materiales

Tranqueras Avisos mecheros, conos etc.	30% de M.O	= S/. <u>339.83</u>
--	------------	---------------------

Total S/. 14,049.42

Considerando que en todo el tramo no hay mantenimiento vial, Puesto que la variante del Km. 190 – 205 es tramo nuevo y Consideramos 3 km. De mantenimiento vial que equivale a un 10% del total 10.00% S/. 1,404.94



### DESCONSOLIDADO DE GASTOS GENERALES Y UTILIDAD

Componentes	Moneda Nacional		Moneda extranjera	
<b>1.- GASTOS GENERALES</b>				
<b>A. GASTOS FIJOS</b>				
No directamente relacionados con el tiempo	546.147.91	3.90%		
<b>B.- GASTOS VARIABLES</b>				
Directamente relacionados con el tiempo.	3,812.266.37	27.10%	180,822.92	4.44%
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES</b>	4,358.414.29	31.00%	180.822.92	4.44%
2. utilidad 5.00%	702,592.08	5.00%	203,531.65	5.00%
3. Impuestos general a las ventas <i>IG.V.</i> 18%	3,440.312.63		801,897.76	



## **4.8 PRESUPUESTO: CARRETERA ILO - DESAGUADERO**





**PRESUPUESTO : CARRETERA ILO - DESAGUADERO**  
**TRAMO V , Km 205+00- Km 235+01**

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA :  
31/05/96

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	P.U	P.PARCIAL	TOTAL
1.00	<b>PRELIMINARES</b>					<b>571,536.85</b>
1.01	MOVILIZACIO Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	est	1.00	571,536.85	571,536.85	
2.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>3,535,612.64</b>
2.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES	m3	312,256.91	8.74	2,729,125.39	
2.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA RELLENOS	m3	198,251.48	3.73	739,477.95	
2.05	ELIMINACION DE DESMONTE Y DERRUMBES	m3	700.00	1.48	1,036.00	
2.07	LIMPIEZA DE ZONA DE EXPLOTACION DE CANTERAS	m3	46,500.00	0.82	38,130.00	
2.08	BANQUETAS	m3	3,080.00	9.04	27,843.20	
3.00	<b>PAVIMENTOS</b>					<b>4,471,866.09</b>
3.01	SUB - BASE GRANULAR	m3	45,073.40	12.16	548,092.54	
3.02	BASE GRANULAR	m3	43,295.90	13.94	603,544.85	
3.03	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	203,435.00	0.44	89,511.40	
3.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	15,239.06	48.52	739,399.19	
3.07	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN BERMAS	m2	73,476.00	1.45	106,540.20	
3.08	BASE GRANULAR EN BERMAS	m3	1,559.52	15.60	24,328.51	
3.10	GOTEXTIL TIPO A	m2	56,364.00	0.82	46,218.48	
3.11	GOTEXTIL TIPO B	m2	186,200.00	0.57	106,134.00	
3.12	ASFALTO LIQUIDO RC - 250	gl	159,383.66	2.32	369,770.09	
3.14	ASFALTO SOLIDO PEN 85 /100	gl	857,196.84	1.76	1,508,666.44	
3.16	FILLER	kg	915,723.30	0.36	329,660.39	
4.00	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>					<b>2,086,416.45</b>
4.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	25,550.51	1.69	43,180.36	
4.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	4,164.80	26.56	110,617.09	
4.03	ALCANTARILLA TMC 38 °	m3	140.30	31.68	4,444.70	
4.04	ALCANTARILLA TMC 48°	m3	266.75	43.39	11,574.28	
4.07	CONCRETO F'c = 100 kg/cm 2	m3	105.23	129.63	13,640.96	
4.08	CONCRETO F'c = 140 kg/cm 2	m3	147.00	165.47	24,324.09	
4.09	CONCRETO F'c = 140 kg/cm 2 + 30 % PG	m3	654.60	150.23	98,340.56	
4.10	CONCRETO F'c = 210 kg/cm 2	m3	1,169.10	187.66	219,393.31	
4.11	ENCOFRADO DE CIMENTACION	m2	52.46	24.19	1,269.01	
4.12	ENCOFRADO DE ELEVACION	m2	8,170.39	32.24	263,413.37	
4.13	ENCOFRADO DE LOSA	m2	820.20	34.20	28,050.84	
4.14	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 kg/cm2	kg	116,458.58	2.10	244,563.02	
4.15	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS REVESTIDAS	m2	31,528.00	5.23	164,891.44	
4.16	JUNTA DE CONSTRUCCION Y DILATACION DE CUNETAS REVESTIDAS	m	3,249.40	4.16	13,517.50	
4.17	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m2	4,594.89	33.13	152,228.71	
4.18	LIMPIEZA MANUAL DE CAUCES	m3	8,520.00	1.81	15,421.20	
4.23	ESCOLLERAS DE PROTECCION	m3	495.00	8.48	4,197.60	
4.24	MUROS DE GAVIONES	m3	160.00	121.32	19,411.20	
4.25	SUB DRENES (INC. GEOTEXTIL)	m3	1,580.00	33.46	52,866.80	
4.28	DREN PVC	m3	139.50	11.18	1,559.61	
4.29	FILTRO DRENANTE	m3	82.50	28.20	2,326.50	
4.30	CONCRETO F'c = 1175 kg/cm 2	m3	2,770.00	215.59	597,164.30	



ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	P.U	P.PARCIAL	TOTAL
5.00	SEÑALIZACION					223,644.32
5.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	7,123.59	6.91	49,224.01	
5.02	POSTE KILOMETRICOS	u	30.00	70.24	2,107.20	
5.03	SEÑALES PREVENTIVAS	u	14.00	228.25	3,195.50	
5.04	SEÑALES REGLAMENTARIAS	u	12.00	250.03	3,000.36	
5.05	SEÑALES INFORMATIVAS	m2	26.64	86.38	2,301.16	
5.06	GUARDAAVIAS (IONCLUYE TERMINAL)	m2	3,130.00	42.56	133,212.80	
5.07	PINTADP DE MUROS DE PARAPETO Y ALCANTARILLAS	m2	42.60	17.08	727.61	
5.08	TACHAS BIDIRECCIONALES EN BORDES Y CENTRO	u	186.00	23.34	3,874.44	
5.09	POSTES DELINEADORES	u	329.00	48.90	16,088.10	
5.10	REMOCION Y ELIMINAOION DE POSTES	u	6.00	38.95	233.70	
5.11	SOPORTE PARA SEÑALES INFORMATIVAS				0.00	
5.11.01	CIMENTACION Y EMPOTRAMIENTO	m3	8.32	281.92	2,345.57	
5.11.02	TUBO METALICO (d = 3")	m	119.60	61.32	7,333.87	
6.00	TRANSPORTE					2,623,619.10
6.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA d<= 1 KM	m3-km	91,148.34	2.60	236,985.68	
6.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA d> 1 KM	m3-km	1,161,394.80	0.73	847,818.20	
6.03	TRANSPORTE DE DE MEZCLA ASFALTICA PARA d<= 1 KM	m3-km	15,151.31	3.06	46,363.01	
6.04	TRANSPORTE DE DE MEZCLA ASFALTICA PARA d> 1 KM	m3-km	140,807.20	0.77	108,421.54	
6.05	TRANSPORTE DE MATERIAL GENERAL PARA d<= 1 KM	m3-km	280,592.39	2.60	729,540.21	
6.06	TRANSPORTE DE MATERIAL GENERAL PARA d> 1 KM	m3-km	759,438.97	0.73	554,390.45	
7.00	PUNTES					639,246.19
7.01	PUENTE HJAYTIRE	gl	1.00	###	448,868.98	
7.02	ALCANTARILLA MAZOCRUZ	gl	1.00	190,377.21	190,377.21	

TOTAL COSTO DIRECTO		S/. 14,051,841.55
GASTOS GENERALES EN NUEVOS SOLES	31.0%	S/. 4,358,414.29
UTILIDAD	5.0%	S/. 702,592.08
MONTO DEL PRESUPUESTO DE OBRA SIN IGV		S/. 19,112,847.97
MONTO DEL IGV		S/. 3,440,312.63
MONTO DEL PRESUPUESTO DE OBRA CON IGV	18.0%	S/. 22,553,160.60

SON VEINTIDOS MILLONES QUINIENTOS CINCUENTAITRES MIL CIENTOCESENTA Y 60/101 ( NUEVOS SOLES )



## 4.9 FORMULA POLINOMICA





**AGRUPAMIENTO PRELIMINAR  
FORMULA POLINOMICA**

OBRA : Carretera Ilo – Desaguadero Tramo V Km. 205 + 000 - km. 235 + 000

Formula : Presupuesto principal Tramo V

Fecha oferta: 31/05/96

In	Descripción del índice de CREPCO	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.104	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.828	0.000	+02+46+65
09	ALCANTARILLA METALICA	0.035	0.000	
13	ASFALTO	1.946	1.946	
20	CEMENTO ASFALTICO	7.921	1.921	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	7.960	7.961	+31
27	DETONANTE	0.835	0.000	
28	DINAMITA	2.248	0.000	+27
28	DÓLAR	0.015	0.000	
30	DOLAR MAS INFLACION MERCADO USA	0.298	5.732	
31	DUCTO DE CONCRETO	0.001	0.000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL COSUMIDOR	26.480	26.480	
43	MADERA NACIOANL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.397	0.000	
45	MADERA TERCIAADA PARA ENCONFRADO	0.429	0.000	+43+54+73
46	MALLA DE ACERO	0.003	0.000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	13.040	13.040	
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIOANL	14.581	14.581	
49	MARQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	20.343	20.434	
51	PERFIL DE ACERO LIVIANO	0.006	0.000	
53	PETROLEO DIESEL	1.806	1.806	
54	PINTURA LATEX	0.304	0.000	
56	PLANCHA DE ACERO LAC	0.002	0.000	
65	TUBERIA DE ACERO NEGRO Y/O GLAVANIZADO	0.15	0.000	+56+51
72	TUBERIA DE PEVC PARA AGUA	0.004	0.004	
73	TUBERIA DE PVC PARA DEAGUE	0.215	0.000	



### FORMULA POLINOMICA

Obra : Carretera Ilo - Desaguadero Tramo V Km. 206 + 000 - Km. 235 + 000  
 Formula : Presupuesto principal Tramo V Fecha oferta: 31/05/96

MONOMIO	FACTOR	%	SIMBOLO	IND.	DESCRIPCION
1	0.350	41.71	EQ	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
		58.29		49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
2	0.116	15.52	ASF	53	PETROLEO DIESEL
		16.38		13	ASFALTO
		68.10		20	CEMENTO ASFALTICO
3	0.130	100.00	MO	47	MANO DE OBRA INC. LEEYS SOCIALES
4	0.137	41.61	CD	30	DÓLAR MAS INFLACION MERCADO USA
		59.39		21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
5	0.267	100.00	GGU	39	INDICE GEERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

$$K = 0.350 \frac{EQ_r}{EQ_o} + 0.116 \frac{ASF_r}{ASF_o} + 0.130 \frac{MO_r}{MO_o} + 0.137 \frac{CD_r}{CD_o} + 0.267 \frac{GGU_r}{GGU_o}$$





## 4.10 CRONOGRAMA





**CALENDARIO DE OBRA DE LA CARRETERA BINACIONAL ILO - DESAGUADERO ,TRAMO V, Km 205+00- Km 235+00**

**CONSULTOR :** ASOCIACION PYV - H.O.B

UBICACIÓN : PUNO - PUNO

FECHA : 31/05/96

AREA GEOGRAFICA Nro : 06

PART.	DESCRIPCION	DIAS CALENDARIO																		
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450				
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES	█																		
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	█																		
03.00.00	PAVIMENTOS	█																		
04.00.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	█																		
05.00.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL								█											
06.00.00	TRANSPORTE	█																		
07.00.00	PUENTES	█																		



## 4.11 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS







## 4.12 CUADRO COMPARATIVO CON METODOS TRADICIONAL Y METODOS MODERNOS

### ANALISIS COMPARATIVO DE SOLUCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	P.U	P.PARCIAL	TOTAL	TOTAL	
<b>En Forma Tradicional</b>								
3.00	PAVIMENTOS					S/. 3,965,282.51	\$1,639,020.43	
3.01	SUB - BASE GRANULAR	m3	45,073.40	12.16	548,092.54			
3.02	BASE GRANULAR	m3	43,295.90	13.94	603,544.85			
3.03	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	148,500.00	0.44	65,340.00			
3.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	15,239.06	48.52	739,399.19			
3.07	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN BERMAS	m2	73,476.00	1.45	106,540.20			
3.08	BASE GRANULAR EN BERMAS	m3	1,559.52	15.60	24,328.51			
3.11	GOTEXTIL TIPO B	m2	186,200.00	0.57	106,134.00			
3.12	ASFALTO LIQUIDO RC - 250	gl	118,546.16	2.32	275,027.09			
3.14	ASFALTO SOLIDO PEN 60 /80	gl	857,196.84	1.35	1,157,215.73			
3.16	FILLER	kg	915,723.30	0.36	329,660.39			
<b>Aplicación con Geotextil</b>								
3.00	PAVIMENTOS					4,471,866.09	\$1,740,025.72	
3.01	SUB - BASE GRANULAR	m3	45,073.40	12.16	548,092.54		113.06%	
3.02	BASE GRANULAR	m3	43,295.90	13.94	603,544.85		13.06%	
3.03	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	203,435.00	0.44	89,511.40			
3.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	15,239.06	48.52	739,399.19			
3.07	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN BERMAS	m2	73,476.00	1.45	106,540.20			
3.08	BASE GRANULAR EN BERMAS	m3	1,559.52	15.60	24,328.51			
3.10	GOTEXTIL TIPO A	m2	56,364.00	0.82	46,218.48			
3.11	GOTEXTIL TIPO B	m2	186,200.00	0.57	106,134.00			
3.12	ASFALTO LIQUIDO RC - 250	gl	159,383.66	2.32	369,770.09			
3.14	ASFALTO SOLIDO PEN 85 /100	gl	857,196.84	1.76	1,508,666.44			
3.16	FILLER	kg	915,723.30	0.36	329,660.39			
<b>Aplicación con Polimeros</b>								
3.00	PAVIMENTOS					4,746,226.60	\$1,846,780.39	
3.01	SUB - BASE GRANULAR	m3	45,073.40	12.16	548,092.54		120.00%	
3.02	BASE GRANULAR	m3	43,295.90	13.94	603,544.85		20.0%	
3.03	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	203,435.00	0.44	89,511.40			
3.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	15,239.06	49.18	749,399.19			
3.07	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN BERMAS	m2	73,476.00	1.45	106,540.20			
3.08	BASE GRANULAR EN BERMAS	m3	1,559.52	15.60	24,328.51			
3.10	GOTEXTIL TIPO A	m2	56,364.00	0.82	46,218.48			
3.11	GOTEXTIL TIPO B	m2	186,200.00	0.57	106,134.00			
3.12	ASFALTO LIQUIDO RC - 250	gl	159,383.66	2.32	369,770.09			
3.14	ASFALTO SOLIDO PEN 85 /100	gl	857,196.84	1.76	1,508,666.44			
3.15	POLIMERO TIPO SBR 3 %	gl	25,715.91	10.28	264,359.51			
3.16	FILLER	kg	915,723.30	0.36	329,660.39			

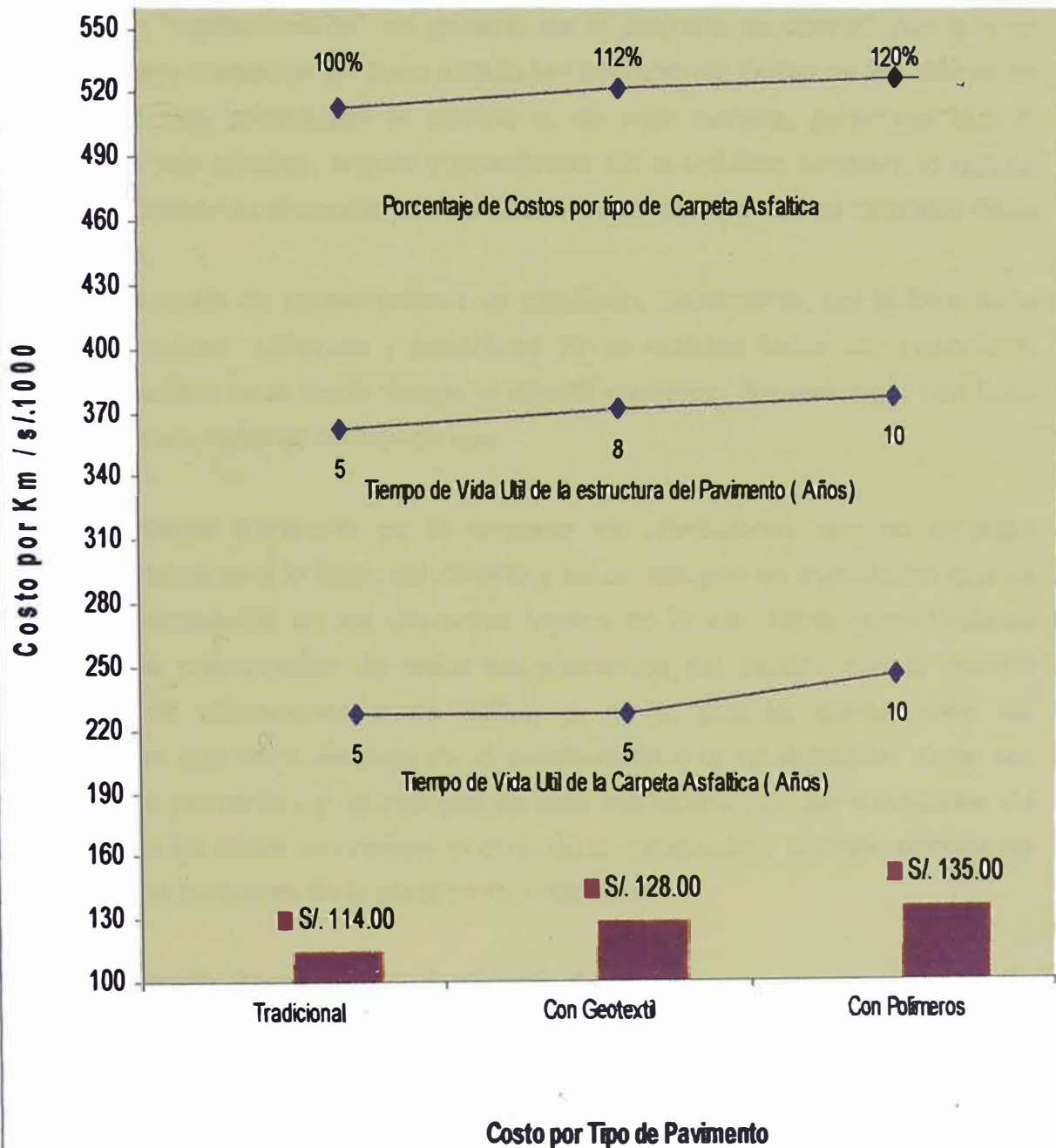


## GRAFICOS DE COSTO VS TIPO DE DISEÑO





### Costo Directo por Tipo de Pavimento / por Kilometro





## 4.13 ASPECTOS CONCEPTUALES PARA EL MANTENIMIENTO VIAL

### DEFINICIONES DE MANTENIMIENTO

El término “mantenimiento”, en general, es el conjunto de operaciones que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen el camino y, de esta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico. En la práctica, también, lo que se busca es preservar el capital ya invertido en el camino y evitar su deterioro físico prematuro.

Las operaciones de mantenimiento se clasifican, usualmente, por la frecuencia como se repiten: rutinarias y periódicas. En la realidad todas son periódicas, pues se repiten cada cierto tiempo el mismo elemento. Sin embargo, con fines prácticos para haberse convenido que:

**Mantenimiento Rutinario** es el conjunto de operaciones que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y se constituyen en actividades que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación. Debe ser de carácter preventivo y se incluyen en este mantenimiento, las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras.

**Mantenimiento Periódico** es el conjunto de operaciones que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Ejemplos de este mantenimiento son el re-perfilado de la vía y la reposición del afirmado.





## HACIA UNA CULTURA PREVENTIVA PARA EL MANTENIMIENTO VIAL

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

### CAMBIO HACIA UNA CULTURA PREVENTIVA EN EL MANTENIMIENTO VIAL



En la práctica, se trata de realizar el mantenimiento rutinario con intervenciones viales diariamente con el propósito de preservar las condiciones de los elementos del camino y de evitar que se produzca su deterioro prematuro. Asimismo, efectuar el mantenimiento periódico, en forma cíclica, con operaciones oportunas para recuperar las condiciones viales afectadas por el uso de las vías. Esto quiere decir que se deben mantener siempre limpias las obras de drenaje, limpiar los cauces para conservar la capacidad hidráulica de



las obras, estabilizar y proteger los taludes, cuidar la vegetación permanentemente, mantener adecuadamente las señales, cuidar las estructuras viales, reponer periódicamente los afirmados y corregir los defectos que se presenten en la plataforma, entre otras.

Procediendo de la manera anterior, se tendrá que después de construida, rehabilitada o reconstruida una vía y que, por lo tanto, se encuentra en buenas condiciones, ella debe ser atendida permanentemente mediante el mantenimiento rutinario y cuando se hayan cambiado sus condiciones de bueno a un estado regular, realizar entonces el manteniendo periódico para volver a unas condiciones similares a las iniciales.



## PARTIDAS PARA EL MANTENIMIENTO PERIODICO

### MANTENIMIENTO Y REHABILITACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	P.U	P.PARCIAL	TOTAL	TOTAL
<b>Mantenimiento Periodico</b>							
3.00	PAVIMENTOS						
3.01	SELLO DE ARENA	m2	15,239.06			SI. 896,131.18	\$ 362,806.14
3.01.01	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	203,435.00	0.4	89,511.40		
3.01.02	EXTENDIDO Y COMPACTADO	m3	203,435.00	3.8	762,881.25		
3.01.03	MATERIAL DE CANTERA	m3	2034.35	21.5	43,738.53		
<b>Rehabilitacion</b>							
3.00	PAVIMENTOS					SI. 3,554,238.9	\$1,382,972.32
3.01	REMOCION DE CAPA ASFALTICA	m2	300,489.33	0.31	93,151.69		
3.02	RECONFORMACION DE PLATAFORMA	m3	14,431.97	18.80	271,320.97		
3.03	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	203,435.00	0.44	89,511.40		
3.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	15,239.06	48.5	739,399.19		
3.07	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN BERMAS	m2	73,476.00	1.45	106,540.20		
3.08	GOTEXTIL TIPO A	m2	58,364.00	0.8	46,218.48		
3.10	ASFALTO LIQUIDO RC - 250	gl	159,383.66	2.3	369,770.09		
3.12	ASFALTO SOLIDO PEN 85 /100	gl	857,196.84	1.76	1,508,668.44		
3.14	FILLER	kg	915,723.30	0.36	329,660.39		



## GLOSARIO

**AHUELLAMIENTO<sup>4</sup>**: Surcos que pueden desarrollarse sobre un pavimento en la huella de las ruedas. Los ahuellamientos pueden ser el resultado de una consolidación o movimiento lateral de una o más capas del pavimento bajo efectos del tránsito, o pueden ser generados por un desplazamiento de la superficie misma del pavimento. Pueden ocurrir en pavimentos asfálticos nuevos que han tenido muy poca compactación durante su construcción, o como resultado del movimiento plástico de una mezcla que tiene muy poca estabilidad para resistir el movimiento vehicular.

**BACHES <sup>12a</sup>**: Hoyos en forma de taza de tamaños variables en el pavimento, resultantes de la desintegración localizada:

**DEFORMACIÓN <sup>12b</sup>**: La deformación de un pavimento es cualquier cambio que presente el pavimento con respecto a su forma original.

**DEPRESIONES DE LA RASANTE <sup>12b</sup>**: Áreas locales bajas de tamaño limitado, que pueden o no estar acompañadas de agrietamiento.

**FISURA (GRIETA) LONGITUDINAL <sup>12a</sup>**: Una grieta que sigue un curso aproximadamente paralelo a la línea central.

**FISURA <sup>14</sup>**: Una fractura fina, por lo general con un ancho igual o menor a 3 mm en la superficie de un pavimento asfáltico.

**FISURA COMPUESTA<sup>9</sup>**: Es una fractura progresiva que comienza en una grieta horizontal superior que gira hacia arriba o hacia abajo en la cabeza del riel con una superficie casi pulida pareja, brillante u oscura, y sigue avanzando hasta formar un ángulo recto con la longitud del riel. Las fisuras compuestas requieren la inspección de ambos lados de la fractura para localizar la grieta horizontal superior desde la cual inicia.

**FISURA TRANSVERSAL<sup>9</sup>**: Es una fractura progresiva y atravesada que comienza en un centro cristalino o núcleo interior de la cabeza del riel desde donde se propaga al exterior como una superficie pulida, clara u oscura redonda u ovalada prácticamente en ángulo recto con la longitud del riel. Los rasgos que



distinguen a una fractura transversal de otros tipos de fracturas o defectos son el centro cristalino o núcleo y la superficie casi pulida de desarrollo que lo rodea.

**FISURAS (GRIETAS) DE DESLIZAMIENTO <sup>12b</sup>:** Fisuras (Grietas) en forma de media luna que apuntan en la dirección del empuje de las llantas sobre el pavimento. Estas grietas resultan cuando hace falta una buena ligazón entre la capa superficial y la capa subyacente.

**FISURAS (GRIETAS) DE JUNTAS DE BORDE <sup>12b</sup>:** Son producto de la separación de la junta que esta entre el pavimento y la berma, y comúnmente son causadas por los ciclos secos y húmedos que ocurren en forma alterna debajo de la superficie de la berma. Otras causas son el asentamiento de la berma, la contracción de la mezcla, y los camiones que se montan en la junta.

**FISURAS (GRIETAS) DE JUNTAS DE CARRIL <sup>12b</sup>:** Son separaciones longitudinales a todo lo largo de la costura de dos carriles pavimentados, y son causadas por una costura débil en el momento de tender las capas adyacentes de pavimento.

**FISURAS (GRIETAS) DE REFLEXION O REFLEJA <sup>12b</sup>:** Son fisuras (grietas) en las sobrecapas que reflejan las trayectorias de las grietas existentes en la estructura del pavimento subyacente. Son causadas por movimientos verticales a horizontales del pavimento subyacente, los cuales se deben a expansiones y retracciones por temperatura o cambios de humedad.

**FISURAS (GRIETAS) DE RETRACCIÓN O CONTRACCIÓN <sup>12b</sup>:** Fisuras (Grietas) interconectadas que forman una serie de bloques largos, usualmente con esquinas o ángulos agudos. Son causadas, frecuentemente, por cambios en volumen ya sea en la mezcla asfáltica o en la base granular o subrasante.

**FISURAS (GRIETAS) PIEL DE COCODRILO <sup>12b</sup>:** Fisuras (Grietas) interconectadas que forman una serie de pequeños bloques que semejan una piel de cocodrilo, y que son causadas por deformaciones (en el sentido de desplazamiento) excesivas de la superficie debido a subrasantes y/o capas inferiores inestables.



**FISURAS REFLEJAS<sup>11</sup>:** Grietas que aparecen en el caso de una repavimentación o superposición de material, provenientes de las juntas o grietas existentes, en bases o superficies originales.

**FRACTURA<sup>14</sup>:** Una abertura larga de ancho pequeño en el pavimento.

**FRACTURA ESPECÍFICA<sup>9</sup>:** Se refiere a una fractura progresiva que se origina en o cerca de la superficie de la cabeza del riel. Estas fracturas no deben ser confundidas con fisuras transversales, fisuras compuestas, ni otros defectos que tienen origen interno. Las fracturas específicas pueden originarse en un desconchado, en una cabeza trizada o con escamas.

**FRACTURA POR QUEMADURA O RONZADURA<sup>9</sup>:** Se refiere a una fractura progresiva que inicia en las manchas donde las ruedas motrices han resbalado o patinado sobre la superficie de la cabeza del riel. Al desarrollarse hacia abajo las fracturas por quemadura se parecen a las fisuras compuestas e incluso a las fisuras transversales con las cuales no se deben confundir o clasificarlas como tal.

**GRIETA<sup>14</sup>:** Una fractura, por lo general con ancho mayor de 3 mm, en la superficie de un pavimento asfáltico. <sup>11</sup>: Quiebre o abertura que se presenta en el suelo o en una superficie cualquiera

**GRIETA EN EL ALMA<sup>9</sup>:** Es una rajadura a lo largo del costado del alma que se extiende dentro o a través de ella.

**GRIETA HORIZONTAL EN LA CABEZA<sup>9</sup>:** Significa un defecto horizontal progresivo que se inicia al interior del cabezal del riel, generalmente ubicado a un ¼" o más debajo de la superficie de rodadura y que avanza horizontalmente en todas las direcciones, por lo general, acompañada de una zona aplastada en la superficie de rodadura. El defecto aparece como una rajadura longitudinal del riel cuando alcanza la cara lateral de la cabeza del riel.

**GRIETA VERTICAL EN LA CABEZA<sup>9</sup>:** Se refiere a una grieta vertical a través de o cerca de la mitad de la cabeza, y que se extiende dentro o a través de ella. Puede verse una rajadura o una traza de herrumbre por debajo de la cabeza cerca al alma o algunos pedazos pueden estar descompuestos en las caras laterales de la cabeza.



**NIVEL DEL SERVICIO<sup>1</sup>:** Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de ciertos factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia, y la seguridad.

**REHABILITACIÓN (DEL PAVIMENTO)<sup>11</sup>:** Nuevos trabajos en una estructura de pavimento o sus materiales componentes, para mejorarlo o corregir deficiencias. Devolver las características iniciales de la vía.



# Capítulo V

## USO DE NUEVAS TECNOLOGIAS

### 5.1 GENERALIDADES

La **regularidad** y la **densidad uniforme** son las dos propiedades más importantes de la superficie de las carreteras para lograr durabilidad y satisfacer a los condiciones de uso y usuarios. Estas dos propiedades están estrechamente relacionadas.

El presente trabajo describe los beneficios que se pueden obtener en el mantenimiento de carreteras y la duración del pavimento como resultado de carreteras con superficies más regulares, es decir, con una mínima desviación de la superficie. Además, se muestra los métodos mediante los cuales se pueden obtener carreteras con una mayor regularidad

En 1982 el Banco Mundial estableció el Índice de Regularidad Internacional –Internacional Roughness Index – más conocido como IRI para medir la regularidad o desviación de la superficie.

Para obtener un pavimento con una densidad uniforme se requiere una mezcla sin segregación de agregados ni temperatura. La mezcla debe ser un compuesto uniforme y no debe estar separada. Se debe tener cuidado durante toda la operación para que no ocurra la separación en ningún momento. La mezcla se debe entregar en la obra a temperatura constante. Las variaciones en la consistencia, temperatura y separación de la mezcla producirán un pavimento con irregularidad.





Un pavimento regular es un pavimento de calidad. Para obtener un pavimento regular la pavimentadora debe funcionar continuamente. El 90% de todos los problemas se eliminan si la pavimentadora funciona a una velocidad constante.

**LAS CARRETERAS MÁS REGULARES DURAN MÁS Y CUESTAN MENOS** A fines de 1988, Astec Industries contrató a Michael S. Janoff del JMJ Research en Newton, Pennsylvania, para que estudiara el efecto de la regularidad inicial sobre el rendimiento del pavimento a largo plazo. El Sr. Janoff presentó los resultados de sus hallazgos en la reunión **anual de la NAPA** que se celebró en enero de 1,990, en su publicación titulada "The Effect Of Increased Pavement Smoothness On Long Term Pavement Performance & Annual Pavement Maintenance Cost". Los resultados de los estudios del Sr. Janoff son los siguientes:

- 1) Los pavimentos con una menor irregularidad inicial tienen niveles más bajos de irregularidad en los 10 años siguientes a la construcción.
- 2) Los pavimentos con una menor irregularidad inicial tienen niveles más bajos de agrietamiento en los 10 años siguientes a la construcción.
- 3) Los pavimentos con una menor irregularidad inicial tienen costos anuales medios de mantenimiento más bajos en los 10 años siguientes a la construcción.



## 5.2 INDICE DE REGULARIDAD IRI (INITIAL SMOOTHNESS)

### INTRODUCCION

El Índice de Serviciabilidad y su predicción en base a parámetros ingenieriles se inicio con el experimento a la fecha, se ha realizado una investigación intensiva para rediseñar el comportamiento del pavimento durante su vida útil, a fin de cuantificar la relación entre serviciabilidad del pavimento, cargas de tráfico y acciones.

Siendo la función más importante del pavimento el proporcionar una superficie resistente al desgaste y suave al deslizamiento, el concepto de serviciabilidad se orienta a evaluar su capacidad para proporcionar, en opinión del usuario, una transitabilidad suave y confortable, siendo un indicador que permite evaluar la condición del pavimento en un determinado momento.

### MÉTODOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE SERVICIABILIDAD.

Existen diferentes maneras de reestablecer el grado de serviciabilidad del pavimento, desde una simple inspección visual realizada por uno o más ingenieros experimentados que en base a las fallas encontradas y su apreciación personal estiman la serviciabilidad presente, hasta el uso de equipos sofisticados que permiten cuantificar las deformaciones longitudinales que se presentan en el vía.

Podemos mencionar tres indicadores para “medir” la serviciabilidad de un pavimento según la metodología seguida:

- a) El rango de serviciabilidad presente (present Serviciability Rating – PSR), el cual establece la condición funcional actual del pavimento (transitabilidad) en base a la opinión de un observador sobre la capacidad o habilidad del pavimento para servir el tránsito que se considera debe soportar, siguiendo los criterios desarrollados en el experimento vial AASHO. La escala de calificación subjetiva empleada varía desde 0 (Esencialmente impasable) a 5 (excelente).



- b) Índice de serviciabilidad presente (Present Serviciability Index - PSI), es la medida de la serviciabilidad empelando medios mecánicos. Para su estimación la tendencia mas difundida es la determinación de la rugosidad o deformación longitudinal del pavimento.

Se han desarrollado para la determinación del PSI, formulas matemáticas diversas que combinan distintos parámetros de deterioro. Una de las primeras expresiones empleadas para calcular el PSI es la propuesta por la AASHTO en 1962, Paterson 1987.

$$PSI = 5.02 - 1.91 \log_{10} (1+5V) - 1.38 (RD)^2 - 0.03 (Cr+P)^{0.5}$$

Donde:

SV= deformación longitudinal

RD= Ahuellamiento en pulgadas.

Cr= Área de fisuramiento (pies/1000 pie<sup>2</sup>);

P= Área de parachado (pies/1000 pie<sup>2</sup>);

En Latinoamérica se han realizado ensayos para adoptar la formada de PSI a las condiciones propias de cada país. Así pro ejemplo, en al Republica Argentina la Dirección Nacional de Vialidad luego de un estudio realizado en 1981, se lleo a la conclusión de que el usuario argentino es sensible a deformaciones en el perfil longitudinal similar a las deformaciones transversales (ahuellamiento), y a desprendimientos de materiales del pavimento, fundamentalmente baches, proponiendo para el calculo del PSI la siguiente expresión para pavimentos flexibles:

$$Psi = 5.0 / \exp (R/5.5) + / - 25\% \text{ para } R < 12$$

Donde

R= Rugosidad en IRI.

- c) Índice de Condición del Pavimento (PCI PAvement Ciondition Index): muchos investigadores consideran que los valores de PSR o PSI no son suficientes para decidir si es necesario realizar el recapado, es por ello



que diversas agencias vinculadas a labores de gerenciamiento del mantenimiento vial han desarrollado sistemas de evaluación de pavimentos que conducen a determinar un valor único denominado Índice de condición del Pavimento.

El rango del PCI varía de 0- 100, siendo 100 la condición optima. Este índice considera además de la rugosidad, las diferentes fallas que presenta el pavimento y su grado de severidad, las cuales disminuyen el valor establecido como óptimo, entre estas fallas se consideran: fisuras transversales, fisuras longitudinales, piel de cocodrilo, fisuras de reflexión, ahuellamiento, ondulaciones, peladuras, exudación, desintegración, superficie pulida, entre otras.

#### **Equipos de medición de rugosidad:**

Siendo la medición de la rugosidad el parámetro principal para determinar el índice de Serviciabilidad Y existiendo diversos métodos para su calculo según el tipo de equipo que se emplee es necesario tener especial cuidado en su medición.

Para medir la rugosidad existen diferente equipos, que pueden clasificarse según Sayers en cuatro grupos:

- a. **Perfilómetros de precisión:** Se realizan medidas muy exactas del perfil longitudinal a distancias no mayores a 25cm y con una preescisión de 0.5 mm. Entre estos equipos están el TRL Road Profile Beam (ver fig.1), siendo una alternativa realizar una medición de precisión. Estas metodologías se emplean generalmente para fines de verificación o calibración de otros equipos de medición.
- b. **Perfilómetros de alta velocidad:** Se basa también en la medición del perfil longitudinal, pero son menos preciso que los indicados en a, siendo además costosos y complejos en sus manejos. Entre los perfilómetros de alta velocidad están: el APL Trailer y el GMR- Type Inertial Profilometer.
- c. **Rugosímetros dinámicos:** Recolectan los datos instalados en un vehículo que recorre la vía a una velocidad uniforme. La precisión de los resultados obtenidos depende de la calibración dinámica del vehículo



para proporcionar los valores de rugosidad, empleando ecuaciones de correlación para convertir las lecturas al a escala IRI (Internacional Reoughness Index). En este grupo se encuentran: el Mays Meter, Bump Integrados, NAASRA Meter, Cox Meter, PCA, Meter entre otros.

Para la calibración de estos equipos, debven emplearse perfilómetros de precisión. Como esta labor demanda mucho tiempo, una alternativa es el uso de instrumentos simples desarrollados especialmente para este fin, uno de los cuales es el MERLIN (Mechine for Evaluating Roughnees Using Low Cost Instrumentation), euiqpo de diseño simple fabricado especialmente para su uso en paises en vias de desarrollo. Este equipo solamente requiere de un operador, que leugo de una calibración previa, recorre a pie el sector en estudio, efectuando 200 mediciones a intervalos regulares, abarcado una distancia de 430 m. aproximadamente.

- d. Evaluación subjetiva; Se estima en base a una inspección visual realizada por un ingeniero experimentado cuando solo se requiere de una información básica o referencial sin una mayor exactitud.

### **RUGOSIDAD Y CONTROL DE ACABADO.**

Como medida de control de calidad de una obra terminada, la rugosidad se emplea desde dos puntos de vista diferentes:

Para determinar si el pavimento es lo suficientemente suave para los usuarios y establecer en muchos casos una apreciación de los costos de operación de los vehículos.

Como un factor de correlación que indica la falla de uno o mas de los componente del pavimento.

La determinación de la rugosidad para efectos de control se realiza utilizando equipos debidamente calibrados, que puedan determinar la rugosidad de la capa de rodadura en términos de IRI; generalmente se utilizan rugosímetros dinámicos, registrando mediciones en distancias no mayores de 1km.

Con los datos obtenidos se calcula el promedio aritmético (P) y la desviación estándar (s), determinándose el valor  $P_{lim}$  por la expresión:



$$P_{lim} = P + t \cdot s$$

Donde:  $t \Rightarrow$  parámetro estadístico que relaciona el porcentaje de la longitud total con probabilidad de presentar valores de rugosidad superiores a  $P_{lim}$ .

Con los valores de rugosidad en IRI y empleando la formula (F.03) se calcula el PSI, que establece la condición funcional actual del pavimento de acuerdo al cuadro 1:

Cuadro 1: Estado del pavimento en base al PSI.

PSI	Estado del Pavimento
0-1	Muy Malo
1-2	Malo
2-3	Regular
3-4	Bueno
4-5	Muy Bueno.

### 5.1.1 APLICACIONES EN EL PERÚ

#### REHABILITACION DE CARRETERAS Y SERVICIABILIDAD

con el objetivo de restaurar las carreteras mas importantes de la Red Vial Nacional del Perú, se inicio en 1991 un Programa de la Red Vial que ha comprendido principalmente:

- (a) La rehabilitación de aproximadamente 1400 Km., de las Carreteras de Panamerica y Central.
- (b) El mantenimiento periódico de aproximadamente 2000 Km. De esas carreteras.
- (c) Servicios de consultorio para al terminación de estudios de Ingeniería de obras a ser ejecutadas en el segundo, tercer y cuarto año del progreso como parte de los estudios de rehabilitación se midieron rugosidades y deflectometria de las superficies pavimentadas, proyectando la solución para que el índice de serviciabilidad final (SI) será de 2.0 considerando un periodo de diseño de 10 años.

Al final de la obra para efectos de control de acabado de superficie de rodura se determino la rugosidad de la superficie de rodadura.



A la fecha se ha concluido la rehabilitación de la carretera Panamericana, que tiene una antigüedad mayor a los 40 años, con un total de 2750 Km., que bordean el litoral desde la frontera con Ecuador en el Norte hasta la frontera con Chile en el Sur.

En lo que respecta a la Carretera Central que tiene una longitud total de 404 Km. Desde Lima hasta Huanuco, los trabajos de rehabilitación se han iniciado este año.

El costo total estimado del Programa ha sido de 300 millones de dólares, con un financiamiento del Banco Interamericano de desarrollo de aproximadamente 70%.

A continuación presentamos los resultados obtenidos en cinco tramos de la Carretera Panamericana que comprenden en general la construcción de capas de refuerzo de concreto asfáltico en caliente de espesor variable.

Los valores de serviciabilidad correspondiente a la vía antes de la rehabilitación han sido estimados en algunos casos mediante una evaluación subjetiva, en cuanto que las mediciones efectuadas para efectos de control después de la rehabilitación han sido realizadas con equipos debidamente calibrado.

Para medir la rugosidad de la vía rehabilitada y estimar el valor del PSI se empleo el rugosímetro dinámico "BUMP INTEGRATOR UNIT" Unidad Integradora de amortiguación (ver gi.3) realizando como mínimo dos medidas en el mismo sector para ambos carriles, este equipo va montado en la tolva de la camioneta, conectado directamente con el diferencial del eje trasero mediante un cable flexible adecuadamente tesado; conforme el vehículo recorre la vía a una velocidad uniforme la "Unidad integradora" mide los movimientos relativos entre el chasis y el eje trasero registrándolos en la Unidad Contadora, instalada en el panel de control de la cabina.



El MERLIN se empleo para correlacionar los resultados de rugosidad obtenidos con el BUMP INTEGRATOR, afinando la calibración del equipo según sus recomendaciones del “Transport and Road REsearch Laboratory” de Inglaterra.

Los datos recopilados en campo con el MERLIN se procesaron con el programa MERLIN 2.0 obteniendo valores de rugosidad en la escala IRI, de igual manera se empleo el programa BUMP 2.0 para procesar la información colectada con este equipo.

Para efectos del presente trabajo hemos resumido la información en tablas donde se indican los promedios obtenidos para sectores con una misma solución de refuerzo, para efectos de control las mediciones se realizaron cada 500m. en ambas vías.

En el presente trabajo se presentan los resultados de las mediciones efectuadas en los siguientes tramos:

- a. Tramo Km. 715+00 – Puente Huway, ubicado en el Departamento de Arequipa.
- b. Tramo Puente Haways – Acc. Microondas, ubicado en el Departamento de Arequipa.
- b. Tramo Acc. Microonda – Dv. Mollendo, ubicado en el Departamento de Arequipa.
- d. Tramo Desvió Mollendo – El Fiscal, ubicado en el Departamento de Arequipa.
- e. Tramo Piura – Las Lomas, ubicado en el Departamento de Piura.

Cuadro 2: Valores de PSI / Tramo Km. 715 + 00 – Puente Haway.

<b>Progresiva inicio (Km)</b>	<b>Progresiva final (Km)</b>	<b>Espesor de Pavimento (cm)</b>	<b>PSI Antes REh (1)</b>	<b>PSI después Reh (2)</b>
715.00	725.00	5.0	1.43	3.52
725.00	728.250	7.5	1.40	3.47
729.250	733.440	5.0	2.33	3.53
733.440	734.600	7.5	2.50	3.57





734.600	748.250	5.0	2.03	3.50
748.250	757.250	7.5	1.01	3.41
757.250	785.520	5.0	1.21	3.46
785.250	807.250	7.5	1.09	3.39
807.250	809.500	5.0	2.15	3.55
PROMEDIO:			1.40	3.46

- (1) Basada en evaluación subjetiva
- (2) Mediciones realizadas con equipo entre el 03/08/94 y 08/08/94

Tramo: Rm 7151000 – Puente Haway: el tramo tiene una longitud total de 94.5 Km. Y se inicia en el Km. 715.00 (con 0.000 en Lima), conservando las características geométricas de la Carretera Panamericana Sur desde el Inicio hasta el Km. 809.500 en donde finaliza.

La rugosidad promedio del tramo obtenida fue de 2.03 IRI que corresponde a un PSI de 3.46

Es así que el PSI promedio incremento de 1.40 a 3.46, mejorando en 2.06 con respecto al PSI promedio antes de rehabilitada la vía, apreciándose homogeneidad en los valores obtenidos a lo largo del tramo.

Tramo: Puente Hayas – Acc Microondas: El tramo tiene una longitud total de 88 km. Y se inicia en el Km. 8089.50 (medio desde Lima), conservando las características geométricas de la Carretera Panamericana Sur desde el inicio hasta el Km. 897.500 en donde finaliza el PSI promedio del tramo fue de 3.45 que corresponde a un rugosidad de 2.04 IRI, mejorando el PSI en 1.58.

El tramo comprendido entre los km. 851.250 y km. 859.00, donde se observa el valor mas bajo del Índice de Serviciabilidad (PSI = 3.06) es una zona con fuerte pendiente, 8% en promedio, lo cual contribuye al desgaste por efecto de la fricción de las llantas.



Tramo: Acc. Microondas – Dv. Mollendo: El tramo se inicia en el km. 897.500 con una longitud total de 84.5 km y conserva las características geométricas de la Carretera Panamericana Sur desde el inicio hasta el km. 982.00 en donde finaliza.

Cuadro 3: Valores de PSI / Puente Haway – Acc. Microondas.

<b>Progresiva inicio (Km)</b>	<b>Progresiva final (Km)</b>	<b>Espesor de Pavimento (cm)</b>	<b>PSI Antes REh (1)</b>	<b>PSI después Reh (2)</b>
809.500	831.750	7.5	1.80	3.48
831.00	833.350	10.0	0.80	3.42
833.350	834.650	10.0	0.60	3.38
834.5650	845.250	10.0	0.79	3.46
845.250	851.250	5.0	1.97	3.50
851.250	859.000	7.5	1.08	3.06
859.000	895.000	5.0	2.54	3.50
895.000	897.000	7.5	1.15	3.45
<b>PROMEDIO PONDERADO:</b>			<b>1.87</b>	<b>3.45</b>

(1) Basada en evaluación subjetiva

(2) Mediciones realizadas con equipo entre el 09/08/94 y 14/08/94

Cuadro 4: Valores de PSI / Acc. Microondas – Dv. Mollendo

<b>Progresiva inicio (Km)</b>	<b>Progresiva final (Km)</b>	<b>Espesor de Pavimento (cm)</b>	<b>PSI Antes REh (1)</b>	<b>PSI después Reh (2)</b>
897.500	901.000	7.5	1.00	3.25
901.000	919.250	5.0	1.98	3.46
919.250	921.500	5.0	2.40	3.41
921.500	930.250	7.5	2.24	3.47
930.250	938.000	5.0	2.31	3.53



938.000	950.250	7.5	1.81	3.35
950.250	953.250	5.0	2.03	3.01
953.250	967.000	5.0	2.45	3.27
967.000	982.00	7.0	2.61	3.39
PROMEDIO:			1.87	3.45

(1) Basada en evaluación subjetiva

(2) Mediciones realizadas con equipo entre el 15/08/94 y 19/08/94.

Progresiva inicio (Km)	Progresiva final (Km)	Espesor de Pavimento (cm)	PSI Antes REh (1)	PSI después Reh (2)
982.000	1002.000	7.5	1.58	3.68
1002.000	1035.000	7.5	1.75	3.62
1035.000	1038.000	7.5	1.40	3.33
1038.000	1040.000	7.5	2.00	3.39
PROMEDIO:			1.68	3.62

(1) Basada en evaluación subjetiva

(2) Mediciones realizadas con equipo entre el 22/03/95 y 24/03/95

Cuadro 6: Valores de PSI / Tramo: Piura – Las Lomas

Progresiva inicio (Km)	Progresiva final (Km)	Espesor de Pavimento (cm)	PSI Antes REh (1)	PSI después Reh (2)
985.180	1017.180	4.0	3.47	3.57
1017.180	1024.180	7.5	2.71	3.28
1024.180	1031.180	2.5	3.34	3.86
1031.180	1032.180	4.0	2.86	3.85
1032.180	1035.180	2.5	2.75	3.67



1035.180	1061.180	5.0	2.74	3.38
1061.180	1093.853	4.5	2.70	3.68
PROMEDIO:			2.97	3.56

- (1) Mediciones realizadas con equipo entre el 03/11/94 y 07/11/94
- (2) Mediciones realizadas con equipo entre el 14/06/95 y 16/06/95

El PSI luego de rehabilitada la vía se incremento de 1.87 a 3.45 mejorando en 1.58. el sector que presenta el menor valor de PSI (3.01), se ubica entre los Km 950.250, donde se coloco un recapado de 5cm.

Tramo Desvió Mollendo – El Fiscal: Se inicia en el Km. 982.00 ((medios desde Lima) con una longitud total de 558 km. Y conserva las características geométricas de la Carretera Panamericana Sur desde el inicio hasta el Km. 1040.000 donde finaliza.

Antes de rehabilitada vía el Índice de serviciabilidad era de 1.68, mejorando el PSI, promedio del tramo a 3.621 luego de la rehabilitación; valor que corresponde a una rugosidad de 1.78 IRL.

Este tramo tiene una valor de PSI promedio mayor al de los otros, observándose que en este caso el proyecto contemplados capas de mezcla asfáltica, una como base negra y otra como superficie de rodadura, que por sus espesores han contribuido a minimizar las ondulaciones existentes.

Tramo: Piura – Las Lomas: El tramo se inicia en el Km. 985.180 con una longitud total de 108.673 Km y conserva las características geométricas de la Carretera Panamericana norte desde el inicio hasta el Km 1093.853 en donde finaliza.

El PSI luego de rehabilitada la via fue de 3.56 que corersopndia a un IRI de 1.87.

En los primeros 32 Km, Piura – Sullana, el tramo tenia antes de la rehabilitación un PSI de 3.47, valor considerado bueno; sin embargo la superficie de rodadura



era demasiado resbaladiza y se apreciaba exudación de asfaltado, lo cual provocaba accidentes frecuentes, este problema fue solucionado al colocar la capa refuerzo, mejorando no solamente el grado de transitabilidad sino también la seguridad de los usuarios de la vía.

### **5.3 SEGREGACION DE TEMPERATURA EN LAS MEZCLAS**

#### **LA DENSIDAD DEL PAVIMENTO ES AFECTADA POR LA SEGREGACIÓN DE TEMPERATURA DURANTE EL TRANSPORTE DE LA MEZCLA DE ASFALTO**

Recientemente, el personal de Astec Industries comenzó a utilizar una cámara Infrarroja de alta precisión para evaluar su posible uso para detectar la segregación de Temperatura. Mediante el uso de una cámara infrarroja para observar la descarga de las mezclas asfálticas desde la plataforma del camión, resultó evidente que el diferencial de temperatura a través de la plataforma era significativamente mayor que lo anticipado. Se halló un diferencial de temperatura máximo de 27°C (80°F) en las mezclas asfálticas que se transportaron a distancias mínimas de 16 a 24 Km. a temperaturas de mezcla de 143°C. Algunas áreas de la capa asfáltica tenían una temperatura mínima de 99°C.

Este fenómeno es conocido como TRUCK FANS, segregación de punto, segregación de final de carga y recientemente como segregación cíclica. El propósito de este estudio consistió en determinar la causa y la solución potencial para el problema de segregación cíclica en pavimentos asfálticos en el Estado de Washington cuando este fenómeno afecta un proyecto de rehabilitación de pavimentos, la vida esperada de la capa superpuesta se puede reducir a aproximadamente la mitad de los 12 a 15 años que el Ministerio de Transporte del Estado de Washington espera normalmente. No existe manera de poder predecir cuáles proyectos se afectarán por la segregación cíclica y el problema ha demostrado ser particularmente insidioso de manera que no se manifiesta durante la construcción pero aparecerá en un proyecto hasta dos años después de la finalización de la construcción”.



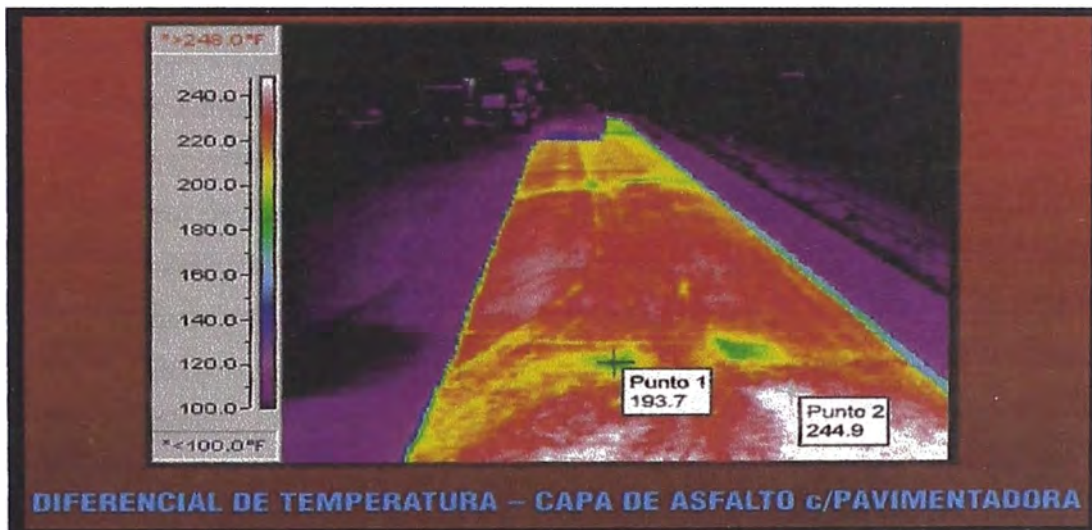
construcción pero aparecerá en un proyecto hasta dos años después de la finalización de la construcción”.

Sr. Read indica: “Si bien el enfoque de este estudio se concentró en lo que se creía que era un problema con la mezcla segregada, a medida que se avanzó en la recolección de datos se hizo evidente que el fenómeno que se observaba no se debía a la segregación del agregado. El problema que en principio se llamó ‘segregación cíclica’ resulto estar relacionado con un diferencial en temperatura de la masa del asfalto mezclado en caliente (HMA) en los camiones y desarrollado durante el acarreo desde las instalaciones de fabricación del asfalto mezclado en caliente hasta el sitio de trabajo. Desde entonces, este fenómeno se llamó ‘daño por diferencial de temperatura’. Este título pareció apropiado dado que el mecanismo que causa el problema esta relacionado con los diferenciales de temperatura en las cargas de asfalto mezclado en calientes antes de su colocación, y el daño de proyecto ocurre durante la construcción; los otros problemas (por ejemplo: formación de surcos, compactación de defectuosa, desmoronamiento de los bordes, etc.) son meramente síntomas de daño que ya ha ocurrido a la matriz de asfalto mezclado en caliente durante el proceso de construcción. El mecanismo por medio del cual ocurre el daño por diferencial de temperatura comienza cuando una carga de camión de asfalto mezclado en caliente se vuelca en la pavimentadora. Si la carga presenta diferenciales de temperatura, el material muy frío que se encuentra a los lados de la carga se esparce hacia los lados de la tolva de descarga de la pavimentadora. Al vaciarse el camión y descargar el apilamiento en la tolva, este material frío cae hacia el interior para después depositarse en la parte superior del material sobre los transportadores de listones. Cuando llega el siguiente camión y vuelca su carga en la pavimentadora, esta mezcla fría se transporta subsiguientemente de regreso a la cámara de tomillo sin fin para su enrasado. El escantillón no puede consolidar la mezcla más fría y aparecen áreas abiertas y segregadas (daño por diferencial de temperatura) en la capa de asfalto. Dado que este mecanismo puede



funcionar para cada una de las cargas colocadas, se vuelve evidente la naturaleza cíclica de este fenómeno”.

Aunque el Sr. Read no contaba con el uso de una cámara infrarroja, él identificó con exactitud el problema y su causa. Por medio del uso de una cámara infrarroja, con capacidad para tomar videos y fotografías de áreas específicas, y, a través del uso de un programa de software para graficar el perfil, puede resultar evidente la ocurrencia de diferenciales de temperatura. La figura 7 muestra la capa de asfalto detrás de la pavimentadora junto con las temperaturas puntuales. Según puede verse, estos puntos fríos se encuentran a temperaturas suficientemente bajas para volver imposible lograr la compactación necesaria en estas áreas.



**Figura 7**

El Centro Nacional para Tecnología del Asfalto ha estudiado segregación en 19 proyectos de Georgia, la cual mostró texturas abiertas, densidades bajas y áreas susceptibles a desmoronamiento de los bordes, agrietamiento y daños por humedad. A continuación se transcriben algunos de los comentarios más significativos de dicho informe:



- “Independientemente del origen de la segregación, siempre resultado más evidente al final de las cargas del camión. Si este único problema pudiera resolverse, la segregación ya no sería un problema principal”.
- “Muchas veces, es difícil ver la segregación durante la construcción y cuando se observa, no siempre es un asunto fácil de corregir”.
- Una conclusión en el informe Brown et al es - “Las áreas segregadas tienen usualmente 8-15% más de granos gruesos en el tamiz #8 que las áreas no segregadas; los porcentajes de vacíos son típicamente 3-5% más elevados y el contenidos de asfalto es a menudo 1-2% menor”.
- Una recomendación en el informe es – “se recomienda considerar el uso de un calibrador nuclear para identificar las áreas segregadas dado que probablemente exista uno en el proyecto para efectuar las mediciones de densidad. En base a los resultados de este estudio, cualquier área segregada ue tenga una densidad de 4 a 5 PSF menor que el área adyacente no segregada tendrá una reducción significativa en las propiedades de la mezcla y; por lo tanto, deberá retirarse y reemplazarse”.

Debe mencionarse que en el estudio realizado en Washington se tomaron medidas de graduación y que ninguna de las áreas frías excedió el 8 al 15% de granos más gruesos en el tamiz # 8. En general, la graduación era muy similar a la de las áreas uniformes. Sin embargo, la densidad y el porcentaje de vacíos excedieron en ambos casos los valores recomendados en el estudio realizado por NCAT.

En un intento para determinar la gravedad del daño causado por los puntos fríos, el Sr. Ronald Collins de PTI, por medio de un compactador vibratorio PTI y un analizador de pavimentos asfálticos compactó una mezcla típica Georgia a 149°, 143°, 138°, 127°, 116°, 104° y 93°C. Se usó un compactador vibratorio para compactar la mezcla a 149°C para lograr un 7% de vacíos. El tiempo necesario para compactar





la frecuencia de vibración y la temperatura se mantuvieron constantes durante el descenso de la temperatura de la mezcla.

La figura 8 muestra el efecto en el porcentaje de vacíos al descender la temperatura. Como puede verse, el porcentaje de vacíos aumenta de aproximadamente 6.8% cuando se compactó a 149°C y a 9.5% cuando se compactó a 93°C. Cada una de las vigas producidas en este estudio se colocó en el analizador de pavimentos asfálticos y se realizó una prueba de fatiga hasta hacer fallar las vigas. Como puede verse en la figura 8, los ciclos necesarios para la falla disminuyeron significativamente a medida que aumentó el porcentaje de vacíos en el pavimento. La mezcla compactada a 104°C tendría aproximadamente del 10 al 12% de la vida útil de la mezcla compactada a 149°C.

La figura 8 también muestra el efecto de las temperaturas de compactación en la formación de ahuellamiento. A mayor porcentaje de vacíos la resistencia al ahuellamiento disminuye. En el ensayo se puede apreciar como aumenta la profundidad del ahuellamiento a medida que aumenta el porcentaje de vacíos.

COMPACTACION A °C	PORCENTAJE DE VACIOS (%)		AHUELLAMIENTO (mm)	FATIGA # DE CICLOS
	PRUEBA DE AHUELLAMIENTO	PRUEBA DE FATIGA		
149	6.7	6.8	6.38	46.718
143	7.1	7.4	6.26	20.956
138	7.0	7.5	6.06	19.690
127	7.6	8.0	7.47	13.198
116	8.5	8.4	9.50	8.010
104	8.2	8.6	10.72	4.578
93	9.1	9.5	14.84	4.250

**Figura 8**

En los capítulos iniciales del documento técnico se indicó que con base en el estudio de Washington, la vida útil del pavimento se reducirá en un



50% debido a la segregación cíclica. En base a estos datos de laboratorio, es evidente que este cálculo es probablemente conservador. Los puntos fríos en la capa de asfalto producirán una densidad no uniforme en el pavimento, lo cual producirá a su vez un mayor porcentaje de vacíos e irregularidad.

Seguidamente, el alto porcentaje de vacíos que ocurre en esta área permitirá la infiltración de agua en la mezcla, la cual se congelará en el invierno y romperá el pavimento para producir un bache. Es importante mencionar que el fenómeno antes descrito actuará exactamente como un punto segregado con las partículas gruesas concentradas, lo cual resultará en la formación de un bache. Sin embargo, en este caso, en vez de ocurrir la segregación de partículas, la causa fundamental es la segregación por temperatura. Al examinar este fenómeno y darse cuenta de las causas, resulta aparente que el contratista de pavimentos asfálticos no controla muchas de las causas del enfriamiento diferencial.

## **5.4 USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS**

- **EL VEHICULO DE TRANSFERENCIA DE MATERIAL**

Para obtener una carpeta muy regular es de vital importancia no detener la pavimentadora. La única razón lógica para detener la pavimentadora es la falta de material en la cámara del transportador de tomillo sin fin. Debido a que la pavimentadora es entonces recargada mientras está detenida, la fuerza del material aumenta desde su nivel anterior y hace que la emparejadora suba a una nueva elevación hasta que se logra un equilibrio de fuerzas. Para volver a lograr la estabilidad se requerirá gradualmente una longitud equivalente a cuatro veces la longitud de los brazos niveladores, o aproximadamente 40 pies. El resultado será una protuberancia, seguida por una larga pendiente descendente.

No se debe permitir que los camiones choquen con la pavimentadora. Aunque las emparejadoras flotan y pueden soportar cierto movimiento de



la pavimentadora sin dañarse, los movimientos bruscos van a producir superficies con protuberancias.

Por lo tanto, cada vez que la pavimentadora se detiene o choca con los camiones se producen protuberancias aumentando la irregularidad de la superficie pavimentada

La Pavimentación Continua elimina ambas causas de irregularidad. Esto se logra con el uso de nuevas tecnologías como el Vehículo de Transferencia de Material.

Ver figura 9.



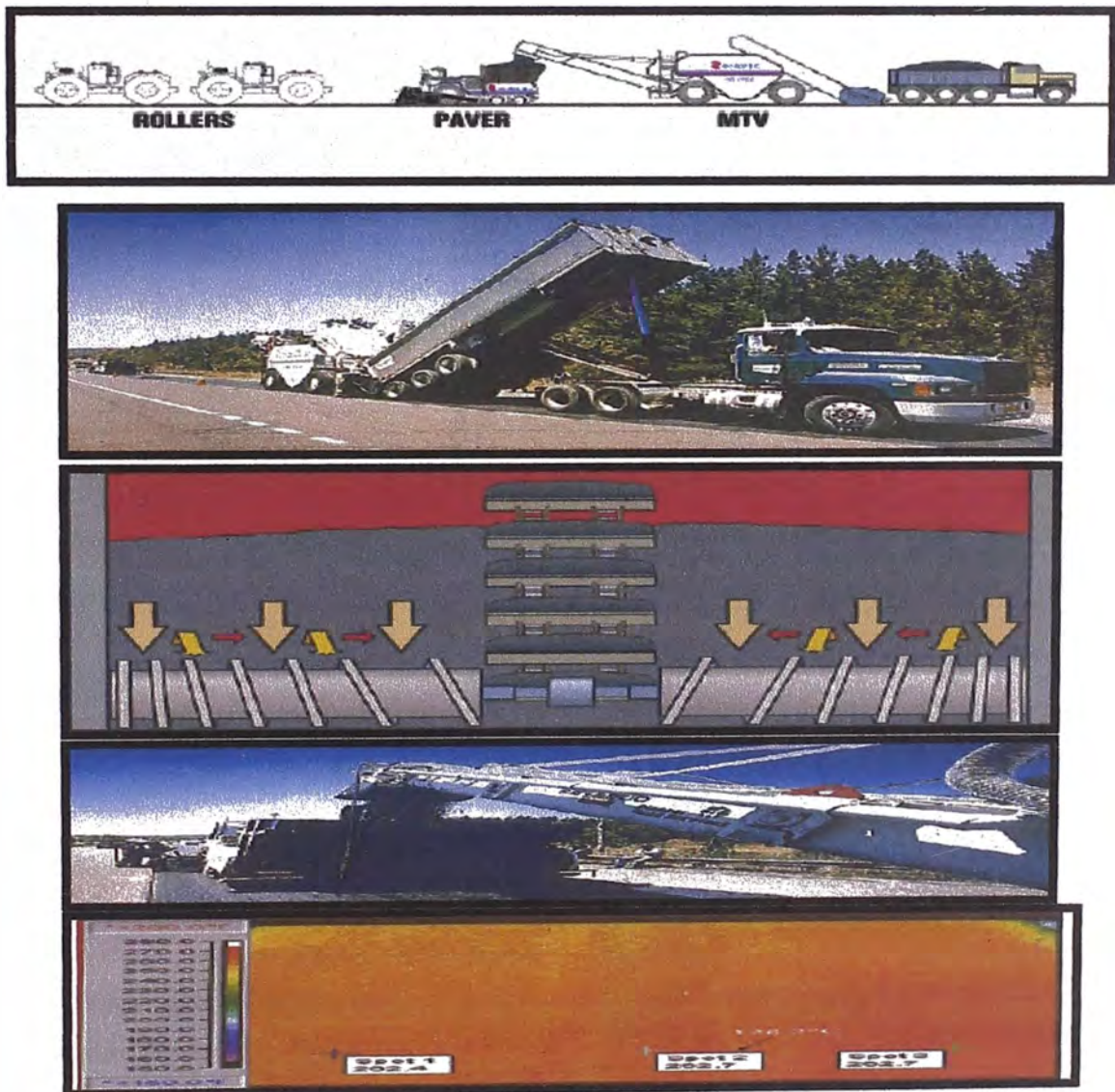
**Figura 9**

Este equipo autopulsado permite que un camión descargue muy rápidamente (1 minuto), cuenta con una tolva de almacenamiento de hasta 25 ton. De capacidad donde se re-mezcla los materiales por medio de un tornillo antisegregación de tres etapas, homogenizando la temperatura y reduciendo dramáticamente la segregación de temperatura y agregados permitiendo obtener una mezcla uniforme de tal forma, que con un mismo equipo se elimina el problema de la segregación de agregados y temperatura y se obtiene carpetas muy regulares al



pavimentar en forma continua. La mezcla homogenizada es posteriormente transportada a la pavimentadora a la cual se le puede colocar una tolva de 20 ton. de capacidad aumentando la cantidad de material en el tren de asfalto a 45 ton. Ver figura 9.

El Vehículo de Transferencia de Material es particularmente útil en la construcción de aeropuertos. También permite que los camiones se mantengan fuera de la capa ligante y resulta en una operación mucho más limpia. En muchas obras similares a las que se muestra en la figura de arriba, la producción aumentó en más del 100 %.





## CAMARAS INFRARROJAS

En la actualidad el uso de las cámaras infrarrojas cumplen un papel importante para la supervisión de la construcción de carreteras en la parte de colocación de la carpeta asfáltica como es de conocimiento de todos los especialistas en esta materia sabemos la importancia e influencia que tiene la temperatura de colocación del asfalto , el cual no debe ser menor de 110 ° C y no debe de existir una variación de ..... de acuerdo con la tabla N° .... Lo que permitirá una adecuada compactación del concreto asfáltico.

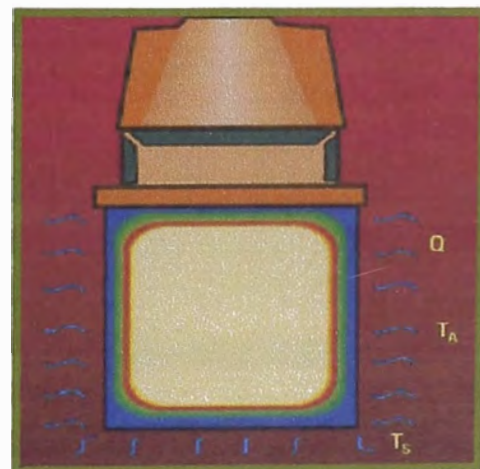
### ThermaCAM™ E25



Este equipo nos ayuda con una alta precisión para evaluar, detectar y observar la segregación de Temperatura en la descarga de las mezclas asfálticas, desde la plataforma del camión ( fig N° 02 ), después de la colocación y compactación y en los diferentes puntos donde sea necesaria su aplicación de acuerdo con las indicaciones de la supervisión .

El la figura podemos apreciar como se produce una transferencia de calor ( pérdida de temperatura de la mezcla asfáltica ( HOT MIX ) , producto de las propiedades de los materiales y del medio ambiente , esta perdida se puede calcular por la siguiente formula :

$$Q = K ( T_2 - T_1 )$$





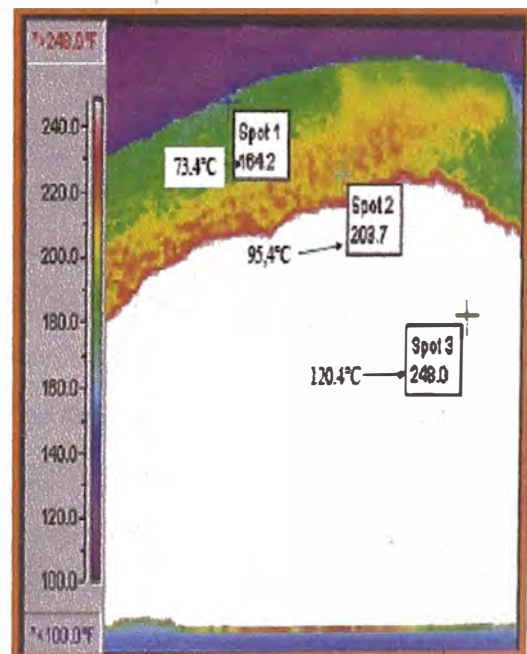
## UN EJEMPLO APLICATIVO DE LA IMPORTANCIA DE LA CAMARA INFRAROJA



En la Fotografía podemos observar en la plataforma del camión la mezcla asfáltica la cual va a ser fotografiada con la cámara infrarroja en donde indicara el rango de temperatura de la mezcla.

La variación de temperatura producto de la transferencia de calor de los materiales y del medio ambiente se muestra continuación.

La Fotografía N° da como resultado un área de diferentes tonalidades la cual indica un rango de temperatura , el área de acción de la cámara en la mezcla dio como resultado un diferencial de temperatura a través de la plataforma era significativamente mayor que lo anticipado. Se halló temperaturas de 73.4 °C , 95.4°C y 120.4°C lo cual nos dio un diferencial de temperatura de 25°C , 22.0°C y de 48°C lo cual produjo un rechazo de la mezcla por parte de la Supervisión y a costo del constructor. ,





## 5.5 ANALISIS DE COSTO

### CONSTRUCCION DE CARRETERAS MAS LISAS CON EL ECONOMICO VEHICULO DE TRANSFERENCIA DE MATERIAL (MTV)

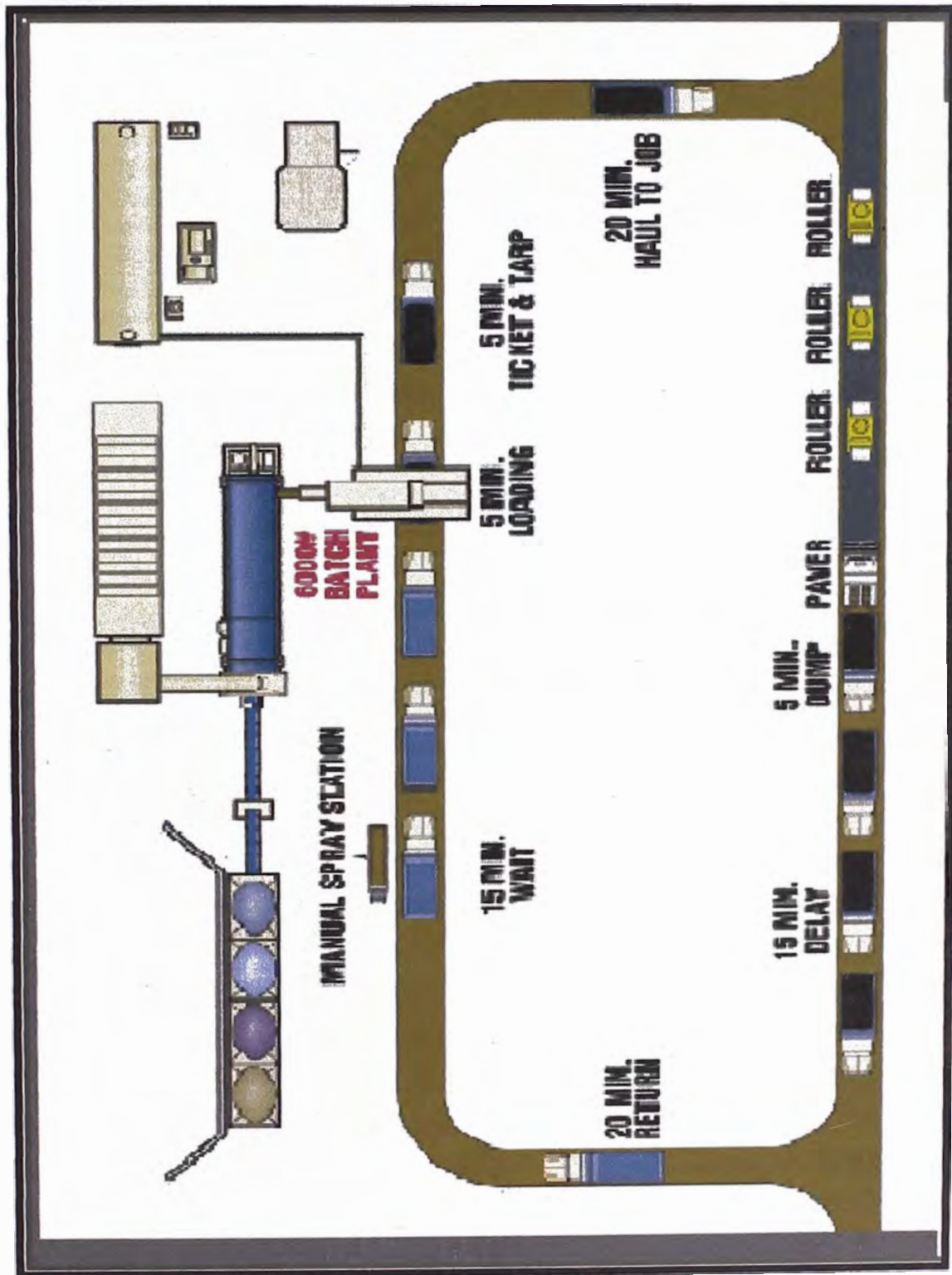
La Figura 10 muestra un ejemplo típico del ciclo de un camión que resulta de una operación que produce 3.000 toneladas (2.722 toneladas métricas) de mezcla por día y en la que se pagan US\$35 por hora para el acarreo. Como se muestra en la figura 10, el tiempo del ciclo de camión sin el uso del Vehículo de Transferencia de Material es de 61 minutos. Por lo tanto, cada camión haría 9,8 viajes en una jornada de 10 horas. Algunos harán 9 viajes, mientras que otros harán 10.

Transportar 3.000 toneladas (2.722 toneladas métricas) a la obra requiere 215 viajes. 9,8 viajes por camión requieren 22 camiones. A US\$35 por hora, el costo total de transporte sería US\$7.700 por día, o US\$2,57 por tonelada. Si usamos un Vehículo de Transferencia de Material (MTV) para este trabajo en particular eliminamos la demora de los camiones y reducimos el tiempo de intercambio en la obra.

Esto reduce el ciclo de camión desde más de 60 minutos a aproximadamente 49 minutos, lo que permite que los camiones hagan 12 viajes por día en lugar de 9, como se muestra en la Figura 10. Debido a la mayor cantidad de ciclos, 18 camiones pueden transportar ahora las mismas 3.000 toneladas (2.722 toneladas métricas) que anteriormente requerían 22 camiones. Si sumamos el costo del Vehículo de Transferencia de Material, que equivale a US\$1,200 por día, el costo total sería US\$7.500, en comparación con US\$7.700 cuando no se usa el Vehículo de Transferencia de Material, o un costo de US\$2,50 por tonelada, en comparación con US\$2,57 por tonelada.



## DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA







<b>Produccion : 300 tn / hora &lt;&gt; 3000tn / dia (10horas)</b>		
<b>Capacidad : 14 tn/camion</b>		
<b>Costo del Camion : \$ 35.00 / hora &lt;&gt; \$ 0.61 min</b>		
ITEM	Vehiculo de Transferencia de Materiales	
	SIN	CON
Demora a la Planta	0.0	0.0
Tiempo de Carga	1.0	1.0
Registro y Lona	5.0	5.0
Transporte a Obra	20.0	20.0
Demora en la Obra	10.0	0.0
Intercambio de Camion	2.0	1.0
Tiempo de Descarga	3.0	1.5
Regreso a Planta	20.0	20.0
Tiempo del ciclo	61.0	48.5
Viajes por camion	9.8	12.0
Numero requerido de viajes	215.0	215.0
Numero de Camiones	22.0	18.0
Costo del camion por dia	7700	6300
Costo del VTM	0.0	1200
<b>Costo total</b>	<b>\$7,700</b>	<b>\$7,500</b>
<b>Costo / Tonelada</b>	<b>\$2.57</b>	<b>\$2.50</b>
<b>Eficiencia de los camiones</b>	<b>66%</b>	<b>83%</b>

El Vehículo de Transferencia de Material es verdaderamente un equipo que hace que la pavimentación sea menos delicada. Incluso cuando la pavimentadora y el Vehículo de Transferencia de Material fueron operados por cuadrillas de pavimentación inexpertas, se lograron muy buenos resultados. En esencia, hace que la operación sea menos delicada. Pueden construir en América Latina carreteras con un menor Índice de Regularidad inicial, como se describe en este trabajo. Es importante la aplicación de nuevas tecnologías en la región, como el uso de la cámara infrarroja para controlar los diferenciales de temperatura, el Vehículo de Transferencia de Material para obtener carpetas con densidad uniforme y con un mínimo de irregularidad. Las entidades encargadas de la construcción, mantenimiento y control de las carreteras pueden aplicar incentivos para la obtención de menores IRI con



bonificaciones. Cuesta menos mantener los pavimentos con menor irregularidad inicial y estos duran más.



## CONCLUSIONES

- En la Actualidad los **Geosintéticos**, cumplen una función de diseño dentro del campo de la Ingeniería Civil.
- Los **Geotextiles**, se utilizan con la finalidad de mejorar el funcionamiento de las carpetas asfálticas para poder constituir una barrera impermeable que impida el paso del agua, absorba esfuerzos de tensión y específicamente se utiliza.
  - Retarda y reduce el agrietamiento producido por reflexión de grietas y juntas de construcción.
  - Al actuar como un elemento de refuerzo retardo o impide el agrietamiento del pavimento.
  - Evita la concavacion interior y en el pavimento (evita el bombeo).
  - Constituye una capa impermeable, el cual evita el ingreso del agua en el pavimento y a la capa subrasante.
- Los **Geotextiles** generan un costo adicional pero su ventaja radica en mejorar las condiciones de diseño, reducción de impacto ambiental, mayor tiempo de vida del **Pavimento**.
- En el presente proyecto el **Geotextil** cumple con la función de proteger del agrietamiento a la estructura inferior del pavimento (la base, sub base), el cual es producto del fenómeno conocido como gradiente térmico, típico en zonas de altura +3500msnm.
- Los pavimentos flexibles en zonas de altura tienen una capacidad de respuesta relacionada con la rigidez de la mezcla o del asfalto, debido a que absorben los esfuerzos y deformaciones



volumétricas generados por el tráfico y el gradiente térmico, esta descenso térmico diario provoca la rigidización de la carpeta asfáltica tornándola quebradiza.

- El tiempo de vida útil de los pavimentos flexibles en zonas de altura es de un promedio de 5 años, a pesar que su periodo de diseño es de 10 años.
- Con el uso del **Geotextil** la vida útil del pavimento será de 5 años, pero el costo de rehabilitación de la carretera se reduce, debido a que la base del pavimento se encuentra protegida del agrietamiento, el cual es producto del fenómeno conocido como gradiente térmico.
- Con el uso de **Polímeros tipo SBS al 3 %**, la vida útil del pavimento será de 10 años, en nuestro país no se tiene experiencia con este tipo de asfalto modificado.
- Del Costo de la carpeta asfáltica de la presente obra y de otros estudios realizados<sup>(1)</sup>, podemos obtener el costo por Km. Para cada tipo de diseño concreto asfáltico:
  - Pavimento Tradicional su costos por Km. es de S/. 114 mil/Km.
  - Pavimento con Alto Indice su costo por Km. S/.126.00 mil/Km. con un incremento del 12% del costo de la carpeta asfáltica.
  - Pavimento con Alto Indice + Geotextil su costo por Km. S/.128.00 mil/Km. con un incremento del 1.56 % del costo de la carpeta asfáltica.
  - Pavimento con Asfaltos Modificados con 3% de polímero SBS, su costo es de S/. 135.00 mil/Km. asfáltica. el cual se incrementa en un 20. % con respecto al costo de la mezcla asfáltica tradicional.



- Los **Geotextiles** pueden controlar con eficiencia los agrietamientos del tipo de piel de cocodrilo, con aberturas menores que 3mm que se presentan en los **Pavimentos**.
- En las rehabilitaciones de **Pavimentos** se debe de investigar la causa del agrietamiento para poder así realizar una evaluación y considerar el tipo de **Geotextil**.
- Los **Geotextiles** generan alta resistencia a la tensión, a la deformaciones, proporciona un confinamiento a la base, disminuye el espesor de la estructura (Geomallas ) y tiene las siguientes funciones :
  - Incrementa la rigidez inicial del pavimento.
  - Retarda y reduce el agrietamiento.
  - Disminuir el tiempo de construcción y mantenimiento del pavimento.
  - Reduce la magnitud de las deformaciones unitarias verticales de compresión en la superficie de la subrasante y los esfuerzos radiales de tensión en el lecho inferior de la carpeta asfáltica.
- La utilización de un **Geotextil** en la reparación de un **Pavimento** asfáltico, es una decisión que se debe tomar considerando los factores de tipo de pavimento.



# BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

1. AASHTO, "Design of Pavement Structures", USA, 1993
2. AASHTO, "Implementation Manual for Quality Assurance", AASHTO Joint Construction/ Materials, USA , 1995
3. Consorcio CESEL S.A. – Pacific Consultant International, "Manual de Procedimientos de Supervisión", Lima, Perú, 2001
4. Ministerio de Transportes y Comunicaciones,
  - " Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM – 99 ", Lima, Perú, 1999.
  - " Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Carreteras EG-2000 ",
5. <http://www.ROADTEC.com/> Paúl Lavaud Aguirre – NUEVAS TECNOLOGÍAS
6. Provias Nacional – Expediente de Ilo - Desaguadero Tramo V., Expediente de Casma Pariacoto Tramo I Rehabilitación.
7. <http://www.cidelsa.com.pe/contac.htm> - GEOTEXTILES
8. Pavimentación y repavimentación con Geotextiles. 675.1 descripción.  
[www.invias.gov.co/info/manuales/Normas/especificaciones](http://www.invias.gov.co/info/manuales/Normas/especificaciones)
9. Boletín Técnico Segregación por Temperatura T-134 por J. Don Brock, Ph D.,P.E. , Herb Jacob ASTEC Industries, INC.
10. Manual de Diseño y construcción de Autopistas con Geosinteticos, Nacional Highway Institute. (Capítulo 6).
11. Pavco – Área de Geotextiles –Ing. Néstor Sifuentes.
- 12 Tesis de Polímeros TP – 4070.
13. Influencia de la Temperatura en el Deterioro de la Carpeta Asfáltica en Zonas de Altura " Convenio Dirección General de Caminos Y la Facultad de Ingeniería Civil

# *ANEXO- I*

## *NORMAS*

### Especificaciones Técnicas Generales para Carreteras ( EG-2000 )

#### **CAPITULO 6 :**

#### **Sección 653 : Geotextil para Pavimentación**

## **CAPITULO 6 : OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

### **Sección 653 : Geotextil para Pavimentación**

#### **Descripción**

**653.01** Esta especificación es aplicable al uso de geotextiles para repavimentación saturados con cemento asfáltico entre las capas de pavimento antigua y nueva.

#### **Materiales**

##### **653.02 Geotextil para pavimentación**

Se deberá emplear un geotextil elaborado con polímeros sintéticos de cadena larga compuestos de por lo menos 95% de su peso por poliolefinas (Polipropileno) o poliésteres. Se empleará un geotextil, de fibras cortas o largas, no tejido punzonado por agujas, calandrado en una cara.

El geotextil usado en pavimentación deberá cumplir los requisitos establecidos en la [Tabla 650-7](#) de estas especificaciones.

##### **653.03 Material bituminoso**

Deberá cumplir con los requerimientos exigidos en este documento para el riego de liga.

#### **Equipo**

**653.04** Para la colocación del geotextil se deberá contar en la obra con un equipo que posea un mecanismo para sostener el geotextil levantado y perfectamente paralelo a la superficie, no permitiéndose que este se arquee. Así también deberá tener un estampador que garantice que el geotextil se adhiera a la carpeta existente con el riego de liga.

No se permitirá la colocación manual del rollo.

**653.05** Carro imprimidor debidamente calibrado.

#### **Ejecución de los Trabajos**

##### **653.06 Preparación**

(a) Limpiar la superficie del pavimento existente, de tal manera que esta quede libre de polvo, mugre, vegetación y humedad, antes de llevar a cabo la colocación del geotextil.

(b) Limpiar las grietas y fisuras mayores de 3.0 mm mediante el uso de aire comprimido y se deberán llenar con sellante para fisuras.

(c) Rellenar y recompactar los baches existentes.



### **653.07 Aplicación del riego de liga**

(a) El riego de liga se deberá aplicar en la cantidad requerida para saturar el geotextil a una tasa de 0.9 a 1.1  $\text{Vm}^2$  definida previamente en el Expediente Técnico. La tasa de aplicación del cemento asfáltico dependerá de la porosidad relativa del pavimento existente, la temperatura ambiente y al tipo de riego usado.

(b) El riego de liga se deberá aplicar mediante un camión distribuidor que garantice su aplicación de manera uniforme, cubriendo quince centímetros (0,15 m) más allá del ancho cubierto por el geotextil.

(c) Si se usan emulsiones asfálticas la cantidad será fijada en el Expediente

### **653.08 Instalación del geotextil**

(a) Se instalará el geotextil en los tramos autorizados teniendo en cuenta lo recomendado en el Reporte de la AASHTO Task Force 25.

(b) Se colocará el geotextil con la cara calandrada hacia arriba mientras que la liga se encuentra tibia y pegajosa asegurando así una buena adherencia y absorción del asfalto.

(c) Se llevará a cabo la instalación del geotextil o con un equipo fabricado para este propósito de acuerdo con lo indicado en la [Subsección 653.04](#). Se deberá ejercer una ligera presión y colocarlo lo más alineado posible asegurando una instalación libre de arrugas.

(d) Retirar las pequeñas arrugas por un simple escobillado sobre el geotextil instalado. Las arrugas mayores a 13 mm podrán ser cortadas y traslapadas en la dirección a la pavimentación, aplicando un riego de liga adicional entre las capas.

(e) Los rollos adyacentes se deberán traslapar como mínimo diez centímetros (0,10 cm) a lo largo de sus bordes longitudinales y quince centímetros (0,15 cm) a lo largo de sus bordes transversales.

### **653.09 Protección**

(a) El geotextil deberá estar seco en el momento de aplicar el cemento asfáltico.

Si durante el lapso transcurrido entre su extensión y la aplicación del riego de liga se ha humedecido, se deberá dejar hasta que se seque.

(b) No se permitirá el tránsito de vehículos sobre el geotextil, excepto el estrictamente necesario para la colocación de la carpeta asfáltica. No se permitirán giros fuertes ni frenados bruscos del equipo de construcción sobre el geotextil.

## **Condiciones para el recibo de los Trabajos**

### **653.10 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor
- Verificar que el terreno se prepare adecuadamente y que se cumplan las dimensiones de la rasante de diseño señaladas en los planos o las ordenadas por él, antes de autorizar la colocación del geotextil.
- Verificar que el material de relleno cumpla las especificaciones del diseño durante el período de ejecución de la obra.
- Supervisar la correcta aplicación del método constructivo indicado, en cuanto a la preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación de la capa granular
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación
- Efectuar ensayos de control de calidad del geotextil y del material granular.
- Verificar que cada rollo de geotextil cuente con la marquilla informativa suministrada por el fabricante y el número del lote.
- Verificar que cada lote tenga el certificado de calidad expedido por el laboratorio del fabricante
- Para el muestreo del control de calidad en obra de los geotextiles, se deberá seguir la norma ASTM D 4354 que establece escoger al azar un número de rollos equivalentes a la raíz cúbica del total de rollos recibidos. En lotes de una o dos unidades (rollos) o menos, se tomará una unidad (rollo). Si la raíz cúbica así calculada resulta un número fraccionario, se tomará el número entero mayor a la fracción resultante. De cada rollo se deberán descartar las primeras dos vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente se deberá tomar una muestra de un metro lineal por el ancho correspondiente al rollo y se deberá empacar y enviar a un laboratorio especializado en medir las propiedades mecánicas e hidráulicas de los geotextiles. No se permitirá que este laboratorio corresponda al fabricante y/o distribuidor de los geotextiles
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles se cubran con empaques que los proteja de la acción de los rayos ultravioleta, de la humedad, polvo, pinturas y otros materiales que puedan afectar sus propiedades
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a su satisfacción.

## **Condiciones Específicas para el recibo**

**653.11** Cada despacho de geotextil deberá venir acompañado de una certificación de laboratorio del fabricante que garantice que el producto satisface las exigencias de calidad

indicadas en los documentos del proyecto y en esta especificación.  
No se aceptará información de catálogo.

**653.12** De acuerdo con el muestreo indicado en la [Subsección 653.10](#) se harán los ensayos físicos y mecánicos, que verifiquen que el geotextil colocado cumple los requerimientos de la [Tabla N° 650-7](#). No se permitirá ningún resultado por fuera de estos límites.

### Medición

**653.13** La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) aproximado al décimo de la unidad, no teniendo en cuenta los traslajos utilizados.

### Pago

**653.14** Para el pago de este trabajo se tendrá en cuenta lo indicado en la [Subsección 650.13](#).

El pago del riego de liga se hará de acuerdo con lo mencionado en la respectiva sección.

**Tabla 650-7**

### Geotextiles para Pavimentación (MARV \*)

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento
Resistencia Grab.	ASTM D4632	N 450	450
Masa por unidad de área	ASTM D776	gm/m	2 140
Deformación última	ASTM D4632	%	³ 50
Retención Asfalto	Texas DOT Ítem 3099	l/m²	Certificación del Fabricante
Punto de Fusión	ASTM D276	°C	150

\* MARV = Promedio - 2 (Desviación Estándar). No se permite el uso de valores típicos o promedios.

**Tabla 650-5**

**Geotextiles para control permanente de Erosión - Requerimientos**

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento (MARV ** )		
			Porcentajes de suelo a retener que pasa la malla 0.075 min. (N° 200)		
			< 15	15 - 50	> 50
Clase de Geotextil	-	-			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tejidos de monofilamento</li> </ul>	-	-	Clase 2 de la <a href="#">Tabla 650-1</a>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los otros geotextiles</li> </ul>	-	-	Clase 1 de la <a href="#">Tabla 650-1</a>		
Permitividad	ASTM D4491	seg -1	0.7	0.2	0.1
Abertura aparente (AOS)*	ASTM D4751	mm	0.43	0.25	0.22
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

**Tabla 650-4**

**Geotextiles para Estabilización - Requerimientos**

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento (MARV ** )
Clase de Geotextil	-	-	Clase 1 de la <a href="#">Tabla 650-1</a>
Permitividad	ASTM D4491	seg -1	0.05
Abertura aparente *	ASTM D4751	mm	0.43
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición

# **ANEXO- II**

## **NORMAS**

**Especificaciones de Geotextiles para**

**Aplicaciones en Vías**

**DESIGNACION AASHTO M288-00**



## 1. ALCANCE

1.1. Esta es una especificación para materiales que cubre los Geotextiles para su uso en drenajes subsuperficiales, separación, estabilización, control de erosión, barreras temporales contra sedimentos y telas para repavimentación. Esta es una especificación para la adquisición de materiales y se recomienda una revisión del diseño según el uso.

1.2. Esta no es una especificación de construcción o diseño. Esta especificación se basa en la supervivencia de los Geotextiles por los esfuerzos de instalación. Refiérase al Apéndice A de esta especificación para las guías de construcción con geotextiles.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### 2.1. Normas AASHTO

- T 88 Análisis del Tamaño de Partículas de los Suelos
- T 90 Determinación del Límite Plástico y del Índice de Plasticidad de los Suelos
- T 99 Las Relaciones Humedad - Densidad de los Suelos usando un martillo de 2.5 kg y altura de caída de 305 mm
- Normas ASTM
- D123 Terminología Estándar relacionada con los Geotextiles
- D276 Método de Ensayo para la Identificación de Fibras en Geotextiles
- D4354 Práctica de Muestreo de

Geosintéticos para Ensayos

- D 4355 Método de Ensayo para el Deterioro de los Geotextiles a la Exposición por Luz Ultravioleta y Agua (Aparato Tipo Arco Xenón)
- D4439 Terminología para los Geosintéticos
- D4491 Método de Ensayo para la Permeabilidad de Agua de los Geotextiles por la Permisividad
- D4533 Método de Ensayo para la Resistencia al Rasgado Trapezoidal de los Geotextiles
- D4632 Método de Ensayo Grab para la Determinación de la Carga de Rotura y Elongación de los Geotextiles.
- D4751 Método de Ensayo para la Determinación del Tamaño de Apertura Aparente de los Geotextiles.
- D4759 Práctica para la Determinación de la Conformidad de Especificaciones de los Geosintéticos.
- D4833 Método de Ensayo para la Resistencia al Punzado de los Geotextiles, Geomembranas y Productos Relacionados.
- D4873 Guía para la Identificación, Almacenamiento y Manejo de los Geotextiles.
- D5141 Método de Ensayo para determinar la Eficiencia de Filtración y Tasa de Flujo para Aplicaciones de Barreras contra Sedimentos

usando Suelos de Sitios Específicos.

- D5261 Método de Ensayo para determinar la Masa por Unidad de Área en Geotextiles.
- D6140 Método de ensayo para determinar la retención de asfalto en geotextiles.

## 3. REQUERIMIENTOS FÍSICOS

3.1. Las fibras usadas en la fabricación de geotextiles y los hilos usados para la unión de los geotextiles mediante costura, deben consistir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos de por lo menos un 95% en peso de poliolefinas o poliésteres. Deben conformar una malla estable de tal forma que los filamentos o fibras mantengan su estabilidad dimensional en relación con los otros, incluyendo los orillos.

3.2. Los geotextiles usados para aplicaciones de drenaje subsuperficial, separación, estabilización y control permanente de erosión deben cumplir los requerimientos físicos de la sección 7. Los geotextiles usados para las barreras temporales contra sedimentos deben cumplir los requerimientos físicos de la sección 8 y los geotextiles usados para repavimentación deberán cumplir los requerimientos físicos de la sección 9.

3.3. Todos los valores de las propiedades a excepción del Tamaño de Apertura Aparente (TAA) en esta especificación, representan los valores mínimos promedios por rollo (VMPR) en la dirección principal más débil



(por ejemplo, los resultados promedio de ensayo de cualquier rollo en un lote muestreado para determinar mediante ensayos su conformidad o aseguramiento de calidad deberán cumplir o exceder los valores mínimos suministrados aquí). Los valores para el TAA representan los valores máximos promedios por rollo.

#### 4. CERTIFICACION

4.1. El contratista debe suministrar al Ingeniero, un certificado donde constate el nombre del fabricante, el nombre del producto, composición química de los filamentos o cintas y otra información pertinente que describa totalmente al geotextil.

4.2. El fabricante es el responsable de establecer y mantener un programa de control de calidad que asegure el cumplimiento con los requerimientos de la especificación. Cuando se requiera debe estar disponible la documentación que describa el programa de control de calidad.

4.3. El certificado del fabricante debe hacer constar que el geotextil suministrado cumple con los requerimientos VMPR de la especificación tal como se evaluó bajo el programa de control de calidad del fabricante. El certificado debe ser autenticado por una persona que tenga autoridad legal para hacer comparecer al fabricante.

4.4. Un etiquetado o una representación errónea de los materiales será razón para

rechazar aquellos productos geotextiles.

#### 5. MUESTREO, ENSAYOS Y ACEPTACION

5.1. Los geotextiles estarán sujetos al muestreo y ensayo para verificar si están conformes con esta especificación. El muestreo para ensayo deberá estar de acuerdo con la norma ASTM D 4354 mas reciente, aplicando la sección titulada "Procedimiento de Muestreo para Ensayos de conformidad de Especificaciones del Comprador". En ausencia de los ensayos del comprador, la verificación podrá basarse en las certificaciones del fabricante, resultado de los ensayos de control de calidad en muestras obtenidas de acuerdo al Manual de Aseguramiento de Calidad (MAC) del fabricante. El tamaño del lote para determinar la conformidad o el muestreo para el aseguramiento de la calidad será considerado como la cantidad del envío de un producto determinado o la carga de un camión de un producto determinado, cualquiera sea el más pequeño.

5.2. Los ensayos deberán desarrollarse de acuerdo con los métodos referidos en esta especificación para la aplicación indicada. El número de especímenes a ensayar por muestra se especifican en cada método de ensayo. La aceptación del geotextil deberá basarse en la norma ASTM D 4759. La aceptación

del producto es determinada mediante la comparación de los resultados promedio de los ensayos de todos los especímenes dentro de una muestra dada para cumplir con las especificaciones. Refiérase a la norma ASTM D 4759 para mayores detalles en relación con los procedimientos de aceptación de los geotextiles.

#### 6. ENVIO Y ALMACENAJE

6.1. El etiquetado, envío y almacenaje deben seguir la norma ASTM D 4873. Las etiquetas de los productos deben mostrar claramente el nombre del fabricante o del proveedor, nombre del estilo y el número del rollo. Cada documento de envío debe incluir una nota certificando que el material cumple con el certificado del fabricante.

6.2. Cada rollo de geotextil debe estar envuelto con un material que protegerá al geotextil de los daños debidos al envío, agua, exposición solar y contaminantes. La envoltura de protección debe mantenerse durante los periodos en envío y almacenaje.

6.3. Durante el almacenaje, los rollos de geotextil deben permanecer elevados del piso y adecuadamente cubiertos para protegerlos de lo siguiente: daños en el sitio de construcción, precipitación, radiación ultravioleta prolongada incluyendo la luz del sol, químicos que sean ácidos o bases fuertes, llamas incluyendo las chispas de soldadura, temperaturas por encima de los 71°C, y cualquier otra condición ambiental que pueda afectar



los valores de las propiedades físicas del geotextil.

## 7. REQUERIMIENTO S PARA LAS PROPIEDADES DE LOS GEOTEXTILES EN DRENAJE SUBSUPERFICIAL, SEPARACION, ESTABILIZACION Y CONTROL PERMANENTE DE EROSION

### 7.1. Requerimientos Generales

7.1.1. La Tabla 1 suministra las propiedades de resistencia para las tres clases de geotextiles. El geotextil debe cumplir con las propiedades de la Tabla 1 basado en la clase de geotextil requerido en las Tablas 2, 3, 4 ó 5 para la aplicación indicada.

7.1.2. Todos los valores numéricos de la Tabla 1 representan los valores VMPR en la dirección más débil. Las propiedades requeridas del geotextil para cada clase dependen de la elongación del geotextil. Cuando se requieren juntas cosidas, la resistencia de la costura, tal como se mide según la norma ASTM D 4632, debe ser mayor o igual al 90% de la resistencia Grab especificada.

### 7.2. Requerimientos para Drenaje Subsuperficial

7.2.1. Descripción. Esta especificación es aplicable a la colocación de un geotextil contra un suelo para permitir el paso del agua a largo plazo dentro de un sistema de drenaje subsuperficial reteniendo el suelo del sitio. La función principal del

geotextil en aplicaciones de drenaje subsuperficial es la filtración. Las propiedades de filtración están en función de la gradación del suelo in situ, la plasticidad y las condiciones hidráulicas.

7.2.2. Requerimientos para el Geotextil. El geotextil debe cumplir con los requerimientos de la Tabla 2. Los geotextiles tejidos de película cortada (p. e., geotextiles hechos de hilos o cintas de forma plana) no serán aceptados para esta aplicación. Todos los valores numéricos de la Tabla 2, excepto el TAA representan el VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan valores máximos promedios por rollo.

7.2.3. Los valores de las propiedades de la Tabla 2 representan valores por defecto que suministran una supervivencia suficiente del geotextil bajo la mayoría de las condiciones de construcción. La nota 2 de la Tabla 2 tiene en cuenta una reducción en los requerimientos mínimos de las propiedades cuando hay suficiente información disponible sobre la supervivencia. El ingeniero también puede especificar propiedades diferentes de aquellas enunciadas en la Tabla 2 basado en el diseño ingenieril y la experiencia.

### 7.3. Requerimientos para Separación

7.3.1. Descripción. Esta especificación es aplicable al uso de un geotextil que prevenga la mezcla del suelo de subrasante y un agregado de cobertura (sub-base, base, materiales seleccionados para terraplenes, etc.). Esta especi-

ficación también puede aplicar a otras situaciones diferentes a su colocación por debajo de una estructura de pavimento donde se requiera la separación entre dos materiales disímiles, pero donde la infiltración de agua a través del geotextil no sea una condición crítica.

7.3.2. La aplicación de separación es apropiada para estructuras de pavimento construidas sobre suelos con un California Bearing Ratio mayor o igual a 3 ( $CBR \geq 3$ , esfuerzo cortante aproximadamente mayor que 90 kPa). Es apropiado para suelos de subrasante no saturados. La función principal de un geotextil en esta aplicación es la separación.

7.3.3. Requerimientos para el Geotextil. El geotextil debe cumplir con los requerimientos de la Tabla 3. Todos los valores numéricos representan los VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan los valores máximos promedios por rollo.

7.3.4. Los valores de las propiedades de la Tabla 3 representan valores por defecto que suministran una supervivencia suficiente del geotextil bajo la mayoría de las condiciones de construcción. La nota 1 de la Tabla 3 tiene en cuenta una reducción en los requerimientos mínimos de las propiedades cuando hay suficiente información disponible sobre la supervivencia. El ingeniero también puede especificar propiedades diferentes de aquellas enunciadas en la Tabla 3 basado en el diseño ingenieril y la experiencia.





#### 7.4. Requerimientos para Estabilización

7.4.1. Descripción. Esta especificación es aplicable al uso de un geotextil en condiciones húmedas y de saturación para suministrar las funciones de separación y filtración simultáneamente. En algunas instalaciones, el geotextil también puede suministrar la función de refuerzo. La estabilización es aplicable a las estructuras de pavimento construidas sobre suelos con un California Bearing Ratio entre 1 y 3 ( $1 < \text{CBR} < 3$ , esfuerzo cortante aproximadamente entre 30 kPa y 90 kPa).

7.4.2. La aplicación de estabilización es apropiada para suelos de subrasante que estén saturados debido a un nivel freático alto o debido a períodos prolongados de humedad. Esta especificación no es apropiada para el refuerzo de terraplenes donde las condiciones de esfuerzos puedan causar fallas globales de la fundación o de estabilidad. El refuerzo de la sección del pavimento es un punto de diseño específico del proyecto.

7.4.3. Requerimientos para el Geotextil. El geotextil debe cumplir con los requerimientos de la Tabla 4. Todos los valores numéricos representan los VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan los valores máximos promedios por rollo.

7.4.4. Los valores de las propiedades de la Tabla 4 representan valores por defecto que suministran una supervivencia suficiente del geotextil bajo la mayoría de las condiciones de construcción. La nota 1 de la Tabla 4 tiene en cuenta una

reducción en los requerimientos mínimos de las propiedades cuando hay suficiente información disponible sobre la supervivencia. El ingeniero también puede especificar propiedades diferentes de aquellas enunciadas en la Tabla 4 basado en el diseño ingenieril y la experiencia.

#### 7.5. Control Permanente de Erosión

7.5.1. Descripción. Esta especificación es aplicable al uso del geotextil entre sistemas armados de absorción de energía y el suelo in-situ para prevenir las pérdidas de suelo resultantes de un escurrimiento excesivo y para prevenir supresiones hidráulicas que causen una inestabilidad del sistema de control permanente de erosión. Esta especificación no aplica para otro tipo de materiales geosintéticos para el control de erosión del suelo tales como los mantos de refuerzo para el césped.

7.5.2. La función principal del geotextil en los sistemas de control permanente de erosión es la filtración. Las propiedades de filtración de los geotextiles están en función de las condiciones hidráulicas, la gradación del suelo in-situ, la densidad y la plasticidad.

7.5.3. Requerimientos para el Geotextil. El geotextil debe cumplir con los requerimientos de la Tabla 5. Los geotextiles tejidos de película cortada (p. e., geotextiles hechos de hilos o cintas de forma plana) no serán admitidos. Todos los valores numéricos representan los VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan

los valores máximos promedios por rollo.

7.5.4. Los valores de las propiedades de la Tabla 5 representan valores por defecto que suministran una supervivencia suficiente del geotextil bajo unas condiciones similares o menos severas que aquellas descritas en la nota 2 de la Tabla 5. La nota 3 de la Tabla 5 tiene en cuenta una reducción en los requerimientos mínimos de las propiedades cuando hay suficiente información disponible sobre la supervivencia o cuando se reduce el potencial de daños por construcción. El ingeniero también puede especificar propiedades diferentes de aquellas enunciadas en la Tabla 5 basado en el diseño ingenieril y la experiencia.

## 8. REQUERIMIENTO S PARA BARRERAS TEMPORALES CONTRA SEDIMENTOS

8.1. Descripción. Esta especificación es aplicable al uso del geotextil como interceptor vertical permeable diseñado para remover los sólidos suspendidos del flujo de agua que viene de arriba del terreno. La función de una barrera temporal contra sedimentos es filtrar y permitir el asentamiento de las partículas de suelo del agua cargado con sedimentos. El propósito es prevenir que el suelo erosionado sea transportado fuera del sitio de construcción por el derramamiento de agua.

8.2. Requerimientos para el Geotextil. El geotextil usado para barreras temporales



contra sedimentos puede estar apoyado entre postes con cables o mallas poliméricas entre sí. El geotextil para barreras temporales contra sedimentos debe cumplir con los requerimientos de la Tabla 6. Todos los valores numéricos representan los VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan los valores máximos promedios por rollo.

8.3. Debe efectuarse una observación en campo para verificar que la colocación del sistema blindado no dañe al geotextil. La altura mínima sobre el piso para todas las barreras contra sedimentos debe ser de 750 mm. La profundidad de empotramiento mínima debe ser de 150 mm. Refiérase al Apéndice para unos requerimientos de instalación más detallados.

## 9. REQUERIMIENTO S PARA GEOTEXTILES DE PAVIMENTACION

9.1. Descripción. Esta especificación es aplicable al uso de telas para pavimentación saturadas con cemento asfáltico entre dos capas de pavimento. La función de la tela para pavimentación es la de actuar como una membrana impermeable y aliviadora de esfuerzos dentro de una estructura de pavimento. Esta especificación no tiene por intención describir los sistemas de membrana específicamente diseñados para las juntas de pavimentos y reparaciones locales.

9.2. Requerimientos para el Geotextil de Pavimentación.

La tela para pavimentación debe cumplir con los requerimientos de la Tabla 7. Todos los valores numéricos en la Tabla 7 representan los VMPR en la dirección principal más débil.

## APÉNDICE

### GUÍAS DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN

#### A 1. GENERAL

A 1.2. Este Apéndice tiene por objeto ser utilizado junto con la especificación AASHTO M288-00 para geotextiles. La especificación detalla las propiedades de los materiales para los geotextiles usados en drenaje, control de erosión, separación / estabilización, barreras contra sedimentos y aplicación de geotextiles para pavimentación. Las propiedades de los materiales son solo un factor en una instalación exitosa que involucre a los geotextiles. Las técnicas adecuadas de instalación y construcción son esenciales con el fin de asegurar que la función con la cual va a cumplir el geotextil sea cumplida.

A 1.2 Identificación, Embalaje y Almacenaje del Geotextil

A 1.2.1. Refiérase a la norma ASTM D 4873

A 1.3. Exposición del Geotextil después de su Colocación

A 1.3.1. La exposición atmosférica de los geotextiles a los elementos después de su colocación en el sitio deberá ser como máximo de 14 días

para minimizar daños potenciales.

A 1.4. Juntas

A 1.4.1. Si se va a efectuar una junta con costura para la unión del geotextil, el hilo debe consistir de polipropileno o poliéster de alta resistencia. El hilo de nylon no debe ser usado. Para las aplicaciones de control de erosión el hilo también debe ser resistente a la radiación ultravioleta. El color del hilo debe contrastar con el del geotextil mismo.

A 1.4.2. Para las juntas con costuras que vayan a ser realizadas en el sitio, el contratista debe suministrar al menos 2 metros de longitud de la junta cosida para ser analizada por el Ingeniero antes de que el geotextil sea instalado. Para las juntas que sean cosidas en la fábrica el Ingeniero debe obtener muestras de las juntas hechas en la fábrica aleatoriamente de cualquier rollo de geotextil que sea usado en la obra.

A 1.4.2.1. Para las juntas que sean cosidas en el campo, las juntas cosidas utilizadas para el muestreo deben ser cosidas utilizando el mismo equipo y procedimiento que los que serán usados para las juntas en el sitio. Si las juntas se cosen en el sentido longitudinal y transversal, se deberá suministrar las muestras de ambos sentidos.

A 1.4.2.2. La descripción del ensamblaje de la junta debe ser suministrada por el Contratista junto con la muestra de la junta. La descripción debe incluir el tipo de la junta, el hilo para la costura y la densidad de las puntadas.

#### A 2. GEOTEXTILES PARA DRENAJE



(Ver las Secciones 7.1 y 7.2)

#### A 2.1. Construcción

A 2.1.1. La excavación de la trinchera debe ejecutarse de acuerdo con los detalles de los planos del proyecto. En todos los momentos la excavación debe ser hecha de tal manera que se prevengan grandes vacíos en los lados y el fondo de la trinchera. La superficie gradada debe ser suave y libre de escombros.

A 2.1.2. Durante la colocación del geotextil para aplicaciones de drenaje, el geotextil debe colocarse suelto sin arrugas ni dobleces y sin espacios vacíos entre el geotextil y la superficie de contacto con el suelo. Los rollos o mantas de geotextil sucesivos, deben traslaparse al menos 300 mm, con la manta de geotextil aguas arriba cubriendo a la manta aguas abajo.

A 2.1.2.1. En las trincheras mayores o iguales a los 300 mm de ancho, después de colocar el agregado el geotextil debe ser doblado sobre la parte superior del agregado de tal forma que se produzca un traslapo mínimo de 300 mm. En trincheras con anchos entre 100 mm y 300 mm, el traslapo debe ser igual al ancho de la trinchera. Cuando el ancho de la trinchera sea menor que los 100 mm el traslapo del geotextil debe ser hecho mediante costura o pegado con calor. Todas las juntas deben ser aprobadas por el Ingeniero.

A 2.1.2.2. Puesto que el geotextil podría dañarse durante la instalación o la colocación del agregado para el drenaje, se debe colocar sobre el área dañada un

parche con el mismo geotextil extendiéndose unos 300 mm más allá del área afectada, o el traslapo especificado con costura, cualquiera que sea el mayor.

A 2.1.3. La colocación del agregado para drenaje debe seguir inmediatamente después de la colocación del geotextil. El geotextil debería ser cubierto con un mínimo de 300 mm de agregado suelto antes de la compactación. Si se va a instalar una tubería colectora perforada en la trinchera, se debe colocar una capa de apoyo con el agregado drenante por debajo de la tubería, con el agregado restante colocado hasta la profundidad de construcción mínima requerida.

A 2.1.3.1. El agregado debería ser compactado con equipos vibratorios hasta alcanzar un mínimo del 95% del estándar AASHTO a menos que la trinchera se requiera para soporte estructural. Si se exige un esfuerzo de compactación mayor, se necesitará usar un geotextil Clase 1 de la Tabla 1 de esta especificación.

A 2.1.4. Las Figuras A1 hasta la A3 ilustran los diferentes detalles en la aplicación de geotextiles para sistemas de drenaje.

### A 3. GEOTEXTILES PARA SEPARACIÓN / ESTABILIZACIÓN (Ver las Secciones 7.1, 7.3 y 7.4)

#### A 3.1. Construcción

A 3.1.1. El sitio de la instalación debe prepararse mediante la limpieza, eliminación de raíces y la excavación o llenado del área hasta alcanzar la superficie de

rasante especificada en el diseño. Esto incluye la remoción del suelo de cobertura y la vegetación.

**NOTA 1-** Los puntos blandos y las áreas inadecuadas serán identificados durante la preparación del sitio o las subsecuentes pruebas de compactación. Estas áreas deben ser excavadas y rellenadas con material seleccionado y compactadas siguiendo los procedimientos normales.

A 3.1.2. El geotextil debe ser colocado sobre la subrasante preparada, suelto y libre de arrugas y dobleces en la dirección del tráfico de la construcción. Los rollos adyacentes de geotextil deben traslaparse, coserse o unirse según los requerimientos de los planos. Ver la Tabla A1 para los requerimientos de traslapos.

A 3.1.2.1. En las curvas el geotextil puede doblarse o cortarse para conformar las curvas. El doblar o el traslapo se realiza en la dirección de la construcción y mantenido en su sitio por pasadores, grapas o con montones hechos con el material de relleno o rocas.

A 3.1.2.2. Antes de la cobertura, el geotextil debe ser inspeccionado por un inspector certificado o por el Ingeniero Supervisor, para asegurar que el geotextil no haya sido dañado durante la instalación (p.e., Agujeros, Rasgaduras, Uniones Descosidas, etc.). La inspección deberá ser hecha por la Supervisión o por el representante designado por ellos.

Los geotextiles dañados, como lo haya identificado el Supervisor, deben ser



reparados inmediatamente. Cubra el área dañada con un parche de geotextil que se extienda más allá del área afectada en una cantidad igual al traslape requerido.

A 3.1.3. La sub-base debe colocarse descargando sobre el geotextil comenzando desde sus bordes o sobre un agregado de sub-base previamente colocado. No se permite el contacto directo de los vehículos de construcción con el geotextil. La sub-base debe ser colocada de tal forma que, en todo momento se tenga por lo menos el espesor mínimo de capa de compactación, entre el geotextil y las llantas de los equipos. No se permitirá el giro de los vehículos sobre la primera capa de compactación por encima del geotextil.

**NOTA 2** – En subrasantes con CBR < 1, el agregado de la sub-base debe extenderse en su espesor total tan pronto como sea posible después del descargue con el fin de minimizar el potencial de una falla localizada de subrasante debido a una sobrecarga sobre la misma.

A 3.1.3.1. Si se presentan ahuellamientos durante la construcción, estos deben ser llenados con material de sub-base y compactados hasta una densidad especificada.

A 3.1.3.2. Si la colocación del material de relleno causa daños al geotextil, el área dañada debe ser reparada tal como se describió previamente en la sección A.2.1.3.1. Los procedimientos de colocación deben ser entonces modificados para eliminar posibles daños adicionales (p.e.,

incremente el espesor de la capa inicial, disminuya las cargas por equipos, etc.).

**NOTA 3** - En las aplicaciones de estabilización, no se recomienda el uso de vibrocompactadores en la construcción de la primera capa de la sub-base, ya que esto puede causar daños al geotextil.

#### **A 4. GEOTEXILES PARA CONTROL DE EROSIÓN (Ver la Sección 7.5)**

##### **A 4.1. Construcción**

A 4.1.1. El geotextil deberá ser colocado en intimo contacto con el suelo, sin arrugas ni dobleces, sobre una superficie gradada lisa, aprobada por el Ingeniero Supervisor. El geotextil debe ser colocado de manera que, el llenado de los materiales encima de él, no lo estire hasta rasgarlo. El anclaje de los bordes del geotextil deberá realizarse a través del uso de zanjas de anclaje o vasta en la cima y cuña en la base de la pendiente. Para detalles de construcción ver figuras A4 a A7.

**NOTA 1** - En ciertas aplicaciones, para acelerar la construcción, han sido usadas con éxito, estacas de anclaje de 450 mm colocadas cada 600 mm a 1,800 mm, dependiendo de la pendiente del área a cubrir.

A 4.1.2. El geotextil será colocado con su dirección de máquina (MD) paralelo a la dirección del flujo de agua, el que normalmente es paralelo a la pendiente por corrimiento de control de erosión y acción

de la ola (Figura A4), y paralelo a la corriente o canal en el caso de cauces y protección de canales (Figura A6). Mantas de geotextil adyacentes deberán unirse por costura o traslape. Los traslapes al final de rollo (transversales) deberán tener un mínimo de 300 mm, excepto cuando se colocan bajo agua, en cuyo caso se usará un traslape mínimo de 1 mt.. Traslape de rollos adyacentes (longitudinal) será de mínimo 300 mm, en todos los casos.

**NOTA 2** – Cuando se traslapen mantas sucesivas de geotextil, deberán ser traslapando la de aguas arriba sobre la de aguas abajo, y/o pendiente arriba sobre la de pendiente abajo. En casos donde la acción de la ola o el flujo multidireccional son previsible, todas las juntas perpendiculares a la dirección del flujo deberán ser cosidas.

A 4.1.1.2. Se debe tener cuidado durante la instalación, como evitar daño en el geotextil como resultado del proceso de instalación. Si se dañara el geotextil durante la instalación, se colocará un parche de geotextil, sobre el área dañada, extendiéndose 1 mt. Más allá del perímetro dañado.

A 4.1.2. El sistema armado colocado debe empezar al pie y continuar pendiente arriba. La colocación debe ser hecha de manera que evite estiramiento y posterior rasgado del geotextil. Rellenos de tipo Rip Rap y piedras pesadas no deben caer de alturas mayores a 300 mm. Piedras de masa superior a 100 Kg no deberán ser



permitidas de rodar por el talud.

A 4.1.2.1. La protección de talud y piedras pequeñas de relleno no deberán caer de alturas mayores a 1 mt., o se proveerá una demostración que pruebe que los procedimientos de instalación no dañarán al geotextil. En aplicaciones submarinas, el geotextil y el material de relleno deberá ser colocado el mismo día. Todos los espacios vacíos en el blindaje de piedra deben ser llenado con piedras de menor tamaño, para asegurar la cobertura.

A 4.1.2.2. Luego de la colocación del blindaje de piedras, reducción de la pendiente no será permitido, si el perfilado resulta en movimientos de las piedras directamente sobre el geotextil.

A 4.1.3. Monitoreo de campo deberá ser hecho para verificar que el sistema de blindaje no dañe al geotextil.

A4.1.3.1. Cualquier daño al geotextil durante la colocación del relleno, será reemplazado, según dirección del Supervisor, a expensas del contratista.

## **A 5. GEOTEXTILES PARA DEFENSAS DE ARCILLA (Ver la Sección 8)**

A 5.1. Requerimientos de materiales relacionados:

A 5.1.1. Postes de soporte de madera, acero o sintéticos de largo mínimo de 1 mt. más la profundidad enterrada que pueda usarse. Estos deberán poseer la suficiente fuerza para resistir daños durante la instalación, soportar las cargas aplicadas por el material acumulado detrás de la defensa de arcillas.

**NOTA 1** – Se ha encontrado rendimiento satisfactorio en postes de madera dura, de dimensiones mínimas de 30x30 mm, Pino Sureño No. 2, de dimensiones mínimas de 30x65 mm o postes de acero UTL de forma C, pesando 600 gr por 300mm.; cuando han sido utilizados como postes de soporte.

A5.1.2. Soportes de defensa de alambre o polímeros deben tener una altura mínima de 750 mm, lo suficientemente fuertes para soportar la carga aplicada. Los soportes de defensa de polímeros deberán tener, por lo menos, las mismas resistencias a la degradación ultravioleta que el geotextil.

**NOTA 2** – Se ha encontrado rendimiento satisfactorio en soportes de defensa de alambres con un mínimo de 6 alambres horizontales, #14. Alambres verticales deberán tener un distanciamiento mínimo de 50 mm.

A 5.2. Construcción:

A5.2.1. La parte inferior del geotextil de la defensa deberá ser enterrado en una profundidad mínima de 150 mm en una zanja de manera que el flujo de agua no pase bajo la defensa de arcilla. La zanja deberá rellenarse y el suelo compactarse sobre el geotextil.

A5.2.1.1. El geotextil podrá empalmarse por costuras, solo en el poste de soporte, o, en cambio, traslapar dos secciones de la cerca, en dichos postes.

A5.2.1.2 El contratista debe demostrar a satisfacción del Supervisor que el geotextil

puede resistir la carga anticipada de sedimentos.

A5.2.1.3. Ver Figura A8 por detalles.

A5.2.2. Los postes deberán colocarse según espaciamiento indicado en los planos del proyecto. Los postes se enterraran un mínimo de 500 mm dentro del suelo. La profundidad se incrementará a 600 mm si la cerca es colocada en una pendiente mayor a 3:1.

**NOTA 3** – Cuando la profundidad de 500 mm es imposible de alcanzar, los postes deberán ser adecuadamente asegurados para prevenir volteo de la cerca debido a la carga del sedimento.

A5.2.3. El soporte de la cerca debe fijado asegurándolo al lado pendiente arriba de los postes de la cerca. El soporte de la cerca debe extenderse de la superficie del suelo a la parte superior del geotextil.

A5.2.4. Cuando se use cerca auto soportada, el geotextil debe asegurarse fijándolo a los postes de la cerca.

A5.2.5. Las defensas de arcilla deben ser continuas y transversales al flujo. La defensa de arcilla debe seguir el contorno del sitio tan cerca como sea posible. La cerca debe también, ser colocada de manera que el agua no pueda correr alrededor del extremo de ella.

A5.2.5.1. Las defensas de arcilla deberá limitarse a manejar una área equivalente a 90 metros cuadrados por 3 metros de cerca. Se debe tener precaución donde la pendiente sea mayor a 1:1, y el flujo de agua exceda los 3



litros por segundo por 3 metros de cerca.

**A5.3. Mantenimiento:**

**A5.3.1.** El contratista deberá inspeccionar todas las barreras temporales de arcilla inmediatamente después de cada precipitación, y por lo menos, a diario, durante una precipitación prolongada. Cualquier deficiencia deberá ser corregida inmediatamente por el contratista.

**A5.3.1.1.** El contratista deberá hacer una revisión diaria de la localización de las defensas de arcilla en áreas donde las actividades de construcción han alterado el contorno natural y la corriente de drenaje, para asegurar que las defensas de arcilla están apropiadamente localizadas, por eficiencia. Donde existan deficiencias, determinadas por el Supervisor, defensas de arcilla adicionales deberán ser instaladas, según instrucciones del Supervisor.

**A5.3.1.2.** Defensas de arcilla dañadas o ineficientes, deberán ser reparadas o reemplazadas con prontitud.

**A5.3.2.** Los depósitos de sedimentos pueden ser removidos cuando alcanzan la mitad de la altura de la cerca, o una segunda defensa de arcilla podrá ser instalada, según instrucciones del Supervisor.

**A5.3.3.** Las defensas de arcilla deben permanecer en su lugar, hasta que el Supervisor autorice su remoción. Luego de la remoción, el contratista debe retirar y disponer de cualquier acumulación de sedimento, preparar el área para darle una apariencia placentera, y revegetar toda área descubierta, de acuerdo a los requerimientos del contrato.

**A5.3.3.1.** Defensas de arcilla removidas pueden ser en otras locaciones a condición de que los requerimientos, del geotextil y los otros materiales, se conserven, a satisfacción del ingeniero supervisor.

## **A 6. GEOTEXTILES PARA PAVIMENTACIÓN (Ver Sección 9)**

**A 6.1. Materiales:**

**A 6.1.1.** El material sellante usado para impregnar y sellar al geotextil, como también para pegarlo al pavimento de base y la capa de repavimentación, debe ser un asfalto para pavimentación recomendado por el fabricante del geotextil y aprobado por el Ingeniero supervisor.

**A 6.1.1.1.** Los cementos asfálticos son los selladores preferidos, sin embargo pueden ser utilizadas las emulsiones asfálticas catiónicas o aniónicas teniendo en cuenta las precauciones que se describen en la Sección A6.3.3. Los cutbacks y emulsiones que contengan solventes no deberán ser usadas.

**A 6.1.1.2.** El tipo del cemento asfáltico especificado para el diseño de la mezcla caliente en cada localización geográfica es generalmente el material más aceptable.

**A 6.1.2.** Se puede esparcir arena lavada sobre un geotextil saturado con asfalto para facilitar el movimiento de los equipos durante la construcción o para prevenir el rasgado o la delaminación del geotextil. También puede usarse el riego de mezcla caliente al frente de las llantas

de los vehículos de construcción para que cumpla con este propósito. Si se aplica arena, las cantidades en exceso deben removerse del geotextil antes de colocar la superficie de rodadura.

**A 6.1.2.1.** Usualmente no se requiere de la arena. Sin embargo, las temperaturas ambiente ocasionalmente son lo suficientemente altas para causar una exudación del sellador asfáltico resultando en una adhesión indeseable del geotextil con las llantas de los vehículos.

**A 6.2. Equipos**

**A 6.2.1.** El irrigador de asfalto debe ser capaz de rociar el sellador asfáltico, a la tasa de aplicación especificada, uniformemente. No se permite salpicaduras, saltos ni veteados. El irrigador también debe estar equipado con un aspersor manual de boquilla sencilla y válvula de interrupción positiva.

**A 6.2.2.** El equipo mecánico o manual de instalación del geotextil debe ser capaz de instalarlo uniformemente.

**A 6.2.3.** Se deben suministrar los siguientes equipos misceláneos: Escobas de cerda rígida o rodillos para uniformizar la superficie del geotextil; tijeras o cuchillas para cortar el geotextil; cepillos para aplicar el sellador asfáltico a los traslapes del geotextil.

**A 6.2.4.** Puede requerirse para ciertos trabajos equipos de compactación neumática para uniformizar la imprimación del geotextil con el sellador y equipos de sanding. El emparejar con rodillos es requerido especialmente en trabajos donde se coloquen capas delgadas o chip seals.



El emparejamiento con rodillos ayuda a la adhesión del geotextil a las capas de pavimento adyacentes en la ausencia de peso y calor asociados con capas más gruesas de pavimento asfáltico.

#### A 6.3. Construcción

A 6.3.1. Ni el sellador asfáltico ni el geotextil deben colocarse cuando las condiciones del tiempo a juicio del Ingeniero Supervisor no sean las adecuadas. Las temperaturas del aire y del pavimento deben ser las suficientes para permitir que el sellador asfáltico haga que el geotextil permanezca en su sitio. Para los cementos asfálticos la temperatura ambiente debe ser de 10°C o mayor. Para las emulsiones asfálticas la temperatura debe ser de 15°C o mayor.

A 6.3.2. La superficie sobre la cual el geotextil va a ser colocado, debe estar razonablemente libre de mugre, agua, vegetación u otro tipo de escombros. Las fisuras que excedan los 3 mm de ancho deben rellenarse con un llenante adecuado para fisuras. Los baches deben repararse adecuadamente, según indicaciones del Ingeniero supervisor. Debe permitirse el curado del sellador antes de la colocación del geotextil.

A 6.3.3. La tasa especificada para la aplicación del sellador asfáltico debe ser suficiente para satisfacer las propiedades de retención asfáltica del geotextil y adherir el geotextil y la capa de repavimentación con el pavimento antiguo.

**NOTA 1** – Cuando se usen emulsiones, la tasa de aplicación debe incrementarse para compensar el contenido de agua de la emulsión.

A6.3.3.1. La aplicación del sellador debe ser hecha mediante una flauta irrigadora, evitando al máximo la aplicación manual. La temperatura del sellador asfáltico debe ser suficientemente alta para permitir un patrón uniforme de riego. Para los cementos asfálticos la temperatura mínima debe ser de 145°C. Para evitar daños al geotextil, las temperaturas del tanque distribuidor no deben exceder los 160°C.

A6.3.3.2. Los patrones de riego con emulsiones asfálticas son mejorados con calentamiento. Es deseable un rango de temperaturas entre 55°C y 70°C. No debe excederse una temperatura de 70°C puesto que a partir de esta puede romperse la emulsión.

A6.3.3.3. El ancho de la aplicación para el sellante asfáltico debe ser el ancho del rollo de geotextil más 150 mm. No debe aplicarse el sellador asfáltico a una distancia mayor a aquella que el contratista pueda mantener libre de tráfico.

A6.3.3.4. Debe limpiarse los derrames de asfalto de la superficie de la vía para evitar la sobresaturación y movimientos del geotextil.

A6.3.3.5. Cuando se usan emulsiones asfálticas, la emulsión debe curar antes de colocar el geotextil y la superficie de rodadura. Esto significa esencialmente que

no debe quedar humedad residual.

A6.3.4. El geotextil debe colocarse sobre el sellante asfáltico con un arrugamiento mínimo antes de que el asfalto se haya enfriado y perdido pegajosidad. Según lo indique el Supervisor, las arrugas o dobleces que excedan los 25 mm deben cortarse y dejarse planos.

A6.3.4.1. El alisado con escobas, o el emparejamiento con rodillos, se requerirá para maximizar el contacto del geotextil con la superficie del pavimento antiguo.

A6.3.4.2. El traslapo de las uniones del geotextil debe ser suficiente para asegurar un cierre total en la junta, pero no debería exceder los 150 mm. Las juntas transversales deben ser traslapadas en la dirección de la pavimentación para evitar que el borde sea levantado por la máquina pavimentadora. Se requerirá una segunda aplicación del sellador asfáltico en los traslapos entre el geotextil si a juicio del Ingeniero Supervisor se requiere una cantidad adicional para asegurar una pega adecuada de la doble capa de geotextil.

A6.3.4.3. La remoción y el reemplazo del geotextil que se dañe será responsabilidad del contratista.

**NOTA 2** – Los problemas asociados con arrugas son relacionados al espesor de la capa de asfalto que ha sido colocada sobre el geotextil. Cuando las arrugas son lo suficientemente grandes como para ser dobladas deberá colocarse suficiente liga, como para satisfacer lo requerido por las capas múltiples de geotextil. Por



esto las arrugas deberán cortarse y aplanarse. Suficiente sellador asfáltico deberá ser regado, sobre el geotextil, para satisfacer el requerimiento del geotextil traslapado.

**NOTA 3** – En el traslapado de rollos adyacentes es deseable mantener una dimensión de traslapo tan pequeño como sea posible, y aún mantener un recubierto positivo. Si la dimensión de traslapado es muy grande, se puede presentar un problema de insuficiente liga para satisfacer las dos capas de geotextil y el pavimento antiguo. Si se presenta este problema se debe colocar una cantidad adicional de liga, a la zona de traslapo. En la colocación adicional de liga, se deberá tener cuidado de no aplicarla en exceso, ya que causaría exudación.

A6.3.4.4. El tráfico sobre el geotextil solo se permitirá para vehículos de emergencia y de construcción.

A6.3.5. La colocación de la mezcla caliente debe seguir inmediatamente a la colocación del geotextil. La temperatura de la mezcla no debe exceder los 160°C. Dado el caso que el asfalto se exude a través del geotextil causando problemas constructivos antes de colocar la carpeta de repavimentación, las áreas afectas deben ser secadas mediante el riego de arena. Para evitar movimientos o daños del geotextil saturado con el sellador, los giros de la pavimentadora y otros equipos deben ser graduales y mantenerse al mínimo.

A6.3.6. Antes de colocar el recubrimiento con el

sellador (o una capa de repavimentación delgada tal como capa friccionante de gradación abierta), riegue ligeramente con arena el geotextil a una tasa de 0.65 a 1.0 kg/m<sup>2</sup>.

### CONSEJO

Se recomienda que por razones de seguridad, no sea permitido el tráfico re el geotextil. Sin embargo si la agencia de contratación elige permitir el tráfico, se recomienda la siguiente acotación:

“Si es aprobado por el Ingeniero, El geotextil saturado con el sellador puede darse al tráfico de 24 a 48 horas antes de instalar la capa de rodadura. Deben colocarse señales de advertencia que avisen al conductor que la superficie puede ser lisa cuando está húmeda. Las señales también deben advertir sobre la velocidad de seguridad adecuada. El exceso de arena debe ser barrido antes de colocar la capa de repavimentación. Si a juicio del Ingeniero, la superficie de la tela parece seca y carece de pegajosidad después de su exposición al tráfico, debe aplicarse una capa ligera de pega antes de colocar la capa de repavimentación”.