

T-UES

1501

P397

1992

EJ-1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



GUÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
DE CARRETERAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR :

Martha Josefina Peña Castillo ✓

Miguel Ángel Hernández Reyes ✓

Jonatán Alvarado Sánchez ✓

PARA OPTAR AL TÍTULO DE :

INGENIERO CIVIL

15103049

JUNIO DE 1992

15102049



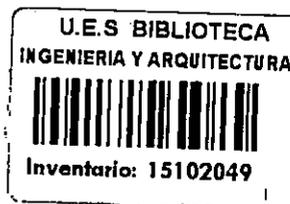
SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTRO AMÉRICA

*Rec. julio/92*

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



**RECTOR :**

**DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA**

**SECRETARIO GENERAL :**

**LIC. MIRNA PERLA DE ANAYA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**DECANO :**

**ING. JUAN JESÚS SÁNCHEZ SALAZAR**

**SECRETARIO :**

**ING. JOSÉ ROGOBERTO MURILLO CAMPOS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DIRECTOR :**

**ING. VICTOR MANUEL FIGUEROA MORÁN**





**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGIENERÍA CIVIL**

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:

**INGENIERO CIVIL**

**GUÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
DE CARRETERAS**

Presentado Por :

Martha Josefina Peña Castillo

Miguel Ángel Hernández Reyes

Jonatán Alvarado Sánchez

Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinador y Asesor:      **ING. MÁXIMO ROBERTO PANIAGUA**

Asesor:                   **ING. OSCAR AMÍLCAR PORTILLO**

Asesor:                   **ING. CARLOS LÓPEZ ARGUETA**

San Salvador, junio de 1992

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGIENERÍA CIVIL

COORDINADOR :



ING. MÁXIMO ROBERTO PANIAGUA

ASESOR :



ING. OSCAR AMÍLCAR PORTILLO

ASESOR :



ING. CARLOS LÓPEZ ARGUETA

## AGRADECIMIENTOS

- A nuestra ALMA MATER por habernos permitido, aun en tiempos difíciles nuestros estudios.
- A aquellas personas que colaboraron en la realización de este trabajo.
- A nuestros asesores que sin su acertada orientación no hubiese sido posible la concretización de este trabajo.
- Al Técnico José René Reyes Montesinos por la elaboración de figuras contenidas en este documento y el que sirvió para material de apoyo en las defensas de nuestro trabajo.
- Al Ing. Gerardo Orantes y colaborador, por la digitación de este Documento.

MARTHA

MIGUEL

JONATÁN

Doy gracias a ese Ser Superior que llamamos DIOS, quien desde mi interior me iluminó y motivó para que yo alcanzara esta meta.

Agradezco infinitamente a Mi Madre MARÍA MARGARITA DE PEÑA, quien me encauzó en este camino, brindándome su colaboración y apoyándome en todo sentido. A mi Padre MANUEL PEÑA CASTILLO, quien con su visión futurista me impulsó a seguir adelante. A mis hermanos MARGARITA, LITA, MEME y KOSHY que siempre me brindaron su colaboración.

De manera especial a mi esposo AMADEO ALFONSO, quien siempre estuvo a mi lado apoyándome y brindándome su colaboración en todo aspecto y muy especialmente a mi hijo JUAN CARLOS quien ha sido el motivo principal para que yo alcanzara este triunfo.

A todo ellos, dedico con amor este trabajo.

Finalmente, agradezco a todo el pueblo Salvadoreño quien ha hecho posible mantener viva la Universidad, aun en el exilio, durante mi período de estudio.

**MARTHYTA**

Agradezco sinceramente a todas aquellas personas que en una forma directa o indirecta y desinteresadamente contribuyeron a que lograré esta meta.

Agradezco especialmente a mi familia por brindarme su apoyo a lo largo de mi formación académica; a todos ellos, dedico este trabajo.

M.H.

"EL PRINCIPIO DE LA SABIDURÍA ES EL TEMOR DE JEHOVÁ"

Proverbios 1:7

Agradezco especialmente:

A mi Señor y Dios porque ha estado a mi lado fortaleciéndome e iluminándome en todo instante.

A mis padres JONATÁN ALVARADO ECHEGOYEN y ANGELA SÁNCHEZ DE ALVARADO, porque con su ayuda y apoyo he podido alcanzar esta meta.

A mi esposa con amor, por su comprensión y ayuda.

A mis hermanas y sus esposos con cariño por haberme brindado su apoyo en todo momento.

A mi demás familia, con afecto.

A mis amigos, por su colaboración.

JONATÁN

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN . . . . .	i
<b>CAPITULO I</b>	<b>GENERALIDADES . . . . . 1</b>
I.1	ABREVIATURAS Y DEFINICIONES . . . . . 1
I.2	LA SUPERVISIÓN . . . . . 18
I.3	LA SUPERVISIÓN APLICADA A LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS . . . . . 25
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>TRABAJOS PREPARATORIOS Y TERRACERÍA . . . . . 54</b>
II.1	TRAZO Y REPLANTEO . . . . . 55
II.2	LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE . . . . . 60
II.3	REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS . . . . . 62
II.4	EXCAVACIÓN Y TERRAPLÉN . . . . . 64
II.5	EROSIÓN DEL SUELO . . . . . 74
II.6	EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS Y ALCANTARILLAS . . . . . 76
II.7	ACARREO Y SOBRECARRERO . . . . . 83
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>LA SUBRASANTE Y ESTRUCTURAS PARA PAVIMENTOS . 86</b>
III.1	PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE . . . . . 87
III.2	REVESTIMIENTO DE LA SUBRASANTE . . . . . 93
III.3	CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE . . . . . 95
III.4	CAPAS DE BASE . . . . . 100
III.5	BASES DE ARENA - ARCILLA . . . . . 107

III.6	BASE DE SUELOS Y AGREGADOS . . . . .	113
III.7	BASES DE SUELO-CEMENTO . . . . .	120
III.8	CONSTRUCCIÓN DE HOMBROS . . . . .	131
III.9	APILAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS . .	134
III.10	PAVIMENTOS BITUMINOSOS MEZCLADOS EN PLANTA GENERAL . . . . .	136
III.11	CAPA DE FRICCIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO DE GRADUACIÓN UNIFORME . . . . .	152
III.12	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE . . . . .	155
III.13	PAVIMENTO BITUMINOSO EN FRÍO . . . . .	157
III.14	IMPRIMACION . . . . .	162
III.15	RIEGO DE LIGA . . . . .	165
III.16	CAPA DE SELLO . . . . .	168
III.17	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO . . . . .	171
III.18	TRATAMIENTO BITUMINOSO DE PRESERVACIÓN . . . .	174
III.19	REVESTIMIENTO CON MEZCLA BITUMINOSA DE PLANTA . . . . .	179
III.20	PAVIMENTOS RÍGIDOS . . . . .	186
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE . . . . .</b>	<b>193</b>
IV.1	ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO . . . . .	194
IV.2	TUBERÍAS DE CONCRETO REFORZADO PARA ALCANTARILLAS . . . . .	197
IV.3	CABEZALES Y MUROS DE ANCLAJE . . . . .	202
IV.4	BORDILLOS Y CUNETAS DE CONCRETO . . . . .	207
IV.5	CUNETAS EMPEDRADAS SENCILLAS O LIGADAS CON MORTERO . . . . .	213

IV.6	CONTRACUNETAS . . . . .	217
IV.7	TUBERÍAS PERFORADAS PARA DRENES SUBTERRÁNEOS .	220
IV.8	RELLENO POROSO . . . . .	223
IV.9	CAPA FILTRANTE Y ENROCAMIENTOS . . . . .	225
IV.10	TUBERÍA PARA DRENAJE DE RELLENO JUNTO A ESTRUCTURAS . . . . .	230
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .</b>	<b>232</b>
V.1	CONCLUSIONES . . . . .	233
V.2	RECOMENDACIONES . . . . .	237
<b>ANEXO A</b> . . . . .		<b>241</b>
<b>ANEXO B</b> . . . . .		<b>246</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> . . . . .		<b>252</b>

## INTRODUCCIÓN

En la construcción de obras civiles, un tópico muy importante lo constituye la construcción de carreteras, las cuales son de gran importancia en el desarrollo socioeconómico de cualquier país.

En países como el nuestro, cuya actividad productiva es básicamente agrícola, necesita vías de comunicación que penetren hasta los polos de concentración de la producción, no solamente agrícola sino también pesquera, ganadera, comercial, educacional y turística.

Las carreteras son las vías de comunicación que por lo general "conectan" a dichos polos de concentración con los centros de consumo, incorporándolos de esta manera al proceso productivo de la nación, volviéndose por esta razón imprescindibles en el desarrollo socioeconómico de nuestro país, puesto que el impacto que genera en esta área es muy grande.

Recientemente la Dirección General de Caminos desarrolló un inventario vial a nivel nacional; este estudio ha permitido definir que la red de carreteras y caminos a cargo de la mencionada dirección, es de 9,826 Km.; de la cual el 80% (7,890Kms) la constituye las vías no pavimentadas, y el 20% restante (1,936 Kms) la constituyen las vías pavimentadas. (Ver Anexo A, figs. A-1 y A-2).

Si observamos el mapa (Anexo A, fig. A-4) donde se muestran las diferentes vías de comunicación existentes en el territorio nacional, nos daremos cuenta que las carreteras no pavimentadas, efectivamente representan un alto porcentaje en comparación con el resto de las demás vías.

Además, considerando la pequeña extensión territorial del país y la magnitud de la red vial, se infiere que existe una alta densidad de vías de comunicación terrestre.

Esto demuestra la necesidad de que se le dé la debida importancia a las vías de comunicación de esta naturaleza en nuestro país; razón por la cual, se ha considerado de gran interés crear una guía orientada a la supervisión de la construcción de carreteras, por el hecho de que la supervisión es una de las áreas de la Ingeniería Civil que tiene una gran relevancia para el buen desarrollo y seguridad de cualquier obra civil; una buena supervisión implica una buena obra terminada.

Por otra parte, en El Salvador aún no existe una guía que reúna las experiencias que existen sobre la supervisión de construcción de carreteras. La ausencia de una guía de este tipo, puede llevar a descuidos de parte de la supervisión por no tener a la mano algunas de las especificaciones o normas necesarias; e incluso a permitir acciones contrarias e incorrectas en algún proceso constructivo debido a la misma ignorancia o inseguridad.

El no supervisar con plena conciencia y dedicación los proyectos de carreteras (o cualquier obra civil), repercute en la baja calidad de la misma, lo que trae como consecuencia poca durabilidad y por lo tanto, mantenimiento correctivo a corto plazo; puesto que se ha comprobado con el correr del tiempo que la construcción de una obra civil, en nuestro caso una carretera, que no cuente con una supervisión adecuada o que definitivamente en el peor de los casos carece de ella, a la larga resulta antieconómica por sus elevados costos de mantenimiento, producto de su poca durabilidad.

Esta guía pretende servir de base y material de apoyo a todas aquellas personas o empresas dedicadas a la supervisión de construcción de obras viales; de igual manera, podrá ser útil a docentes y estudiantes interesados en el tema.

Lo que se pretende desarrollar en esta guía, es una recopilación de los procedimientos técnicos generales para la correcta supervisión de proyectos de construcción de carreteras. Cubrirá paso a paso todas aquellas actividades realizadas en la construcción de una carretera, y los trabajos de supervisión necesarios en cada uno de ellos, lo cual permitirá a la(s) persona(s) encargada(s) de la supervisión, una labor más ordenada, metódica y más efectiva al tratar en ellos los diferentes tipos de pruebas necesarias para comprobar la calidad de los diferentes materiales a incorporar a la construcción, y los

requisitos mínimos a cumplir en los distintos procesos constructivos de la obra; tomando siempre en consideración las normas y especificaciones establecidas a nivel nacional e internacional aplicadas a la construcción de carreteras, tales como: Las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes ( EG-78 ); Las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes en Proyectos de Carreteras Federales ( FP-74 ); Las Normas AASHTO, ASTM y todos aquellos documentos relacionados con el tema.

La guía está estructurada en cinco capítulos, de los cuales se da a continuación una breve descripción de su contenido.

**CAPÍTULO I: "GENERALIDADES"**. Se inicia con una lista de las abreviaturas y definiciones que serán empleados en este documento; luego se tratará sobre la importancia que tiene la supervisión en la construcción de cualquier obra civil, haciendo énfasis en la supervisión aplicada a la construcción de carreteras.

**CAPÍTULO II: "TRABAJOS PREPARATORIOS Y TERRACERÍA"**. Está constituido por todos aquellos trabajos que comúnmente se conoce con el nombre de terracería, tales como: excavaciones, terraplenes, rellenos, etc. y las actividades preliminares necesarias para poder ejecutarla, las cuales son: trazo y replanteo y limpia, chapeo y destronque.

**CAPÍTULO III: "SUBRASANTE Y ESTRUCTURAS PARA PAVIMENTOS"**. Ésta es la combinación de Sub-base, hilada de base y la hilada de superficie colocadas en una subrasante para soportar la carga del tránsito y distribuirla al piso del camino; es de cada uno de estos elementos los que tratará este Capítulo. En cuanto a las bases y superficies de rodamiento, existen una gran variedad de tipos constructivos, pero solamente se tratarán en este documento las más importantes y las que se consideren de mayor interés para el país.

**CAPÍTULO IV: "OBRAS DE DRENAJE"**. Este Capítulo tratará solamente la construcción de obras de drenaje menor; las obras de drenaje mayor pueden ser objeto de estudio independiente, por tanto quedarán fuera del alcance de este trabajo.

Algunas de las obras de drenaje menor que se estudiarán en este Capítulo serán las alcantarillas en sus diferentes tipos, cunetas, contracunetas, etc.

**CAPÍTULO V: "CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES"**. Como su nombre lo indica, en este Capítulo se darán una serie de conclusiones y recomendaciones para cada uno de los casos tratados.

Para cada una de las actividades descritas en los Capítulos II, III y IV, se darán los lineamientos pertinentes sobre la manera de llevar a cabo dichas actividades, los métodos de medición y las

normas para el control de la calidad de los materiales a incorporar a esa actividad específica:

De esta manera se pretende cubrir de una forma amplia todos los aspectos relacionados con la supervisión de construcción de carreteras, esperando que esta pequeña aportación contribuya efectivamente al mejoramiento de los trabajos de supervisión de construcción de carreteras en nuestro país.

# CAPITULO I GENERALIDADES

## I.1 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

### I.1.1 ABREVIATURAS.

Siempre que sean empleadas las siguientes abreviaturas en este documento, o las especificaciones citadas se deben interpretar en la misma forma que las respectivas expresiones que se listan a continuación:

AASHO	:	American Association of State Highway Officials
AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials.
ACI	:	American Concrete Institute.
AI	:	Asphalt Institute.
ASTM	:	American Society For Testing Materials.
BM	:	Banco de Marca de Nivel Fijo.
CPM	:	CRITICAL PATH METHOD. (Método de la ruta crítica).
FP-74	:	Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges in Federal Highways Projects.
EG-78	:	Especificaciones Generales para Caminos y Puentes.
PERT	:	PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE.

- PT : Punto de Intersección.  
PST : Punto sobre tangente.  
SIECA : Secretaría Permanente del Tratado General  
de Integración Económica Centroamericana.

### I.1.2 DEFINICIONES.

Siempre que en este documento o en las especificaciones citadas se empleasen los siguientes términos o pronombres que los suplen, sus designios y sentidos serán interpretados así:

#### **ALINEAMIENTO VERTICAL.**

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical de la llamada "Subrasante". Éste está compuesto por curvas y tangentes.

#### **ALCANTARILLA.**

Cualquier estructura no clasificada como puente. Que proporciona un cauce libre debajo de las carreteras.

#### **ALETÓN O ALA.**

Muro lateral colocado a continuación del cabezal a la entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para proteger los taludes y encauzar las aguas.

**ÁREA DE RESERVA O ZONA DE RETIRO.**

Área o superficie de terreno adyacente a cada lado del derecho de la vía comprendido entre el límite de propiedad frente a la vía pública y la línea de construcción, en la cual no se pueden hacer construcciones de carácter permanente.

**ANCHO DE LA SUBCORONA.**

Es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén cuneta o corte.

**BANCO DE MATERIALES.**

El lugar ubicado en los planos para la extracción de materiales naturales satisfactorios, a usarse en la construcción de obras de drenaje, estructuras y capas del pavimento y balasto.

**BANCO DE PRÉSTAMO.**

El lugar aprobado por el ingeniero para la extracción de materiales de préstamo para los rellenos de las terracerías.

#### **BOMBEO.**

Es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación de agua sobre el camino.

#### **CABEZAL.**

Muro central de entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.

#### **CALZADA.**

Es la parte de una carretera dentro de los límites de la construcción.

#### **CALZADA PARA CIRCULACIÓN.**

Es la parte de la carretera para el movimiento de vehículos excluyendo las bermas (hombros) laterales o acotamiento.

#### **CARRETERA O CAMINO**

Toda vía pública ubicada en zona rural abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios. Se denominan carreteras, aquellas vías públicas que permiten el tránsito permanente; el camino solo puede ser transitado en la estación seca.

Atendiendo a su importancia y características geométricas las carreteras se subdividen en:

**ESPECIALES** : Que son todas aquellas que reúnen condiciones geométricas superiores a las primarias.

**PRIMARIAS** : Las capacitadas para intensidades de tránsito superiores a dos mil vehículos promedio por día, con doce metros de plataforma, siete metros con treinta centímetros de rodaje y un mínimo de siete metros noventa centímetros de rodaje en puentes.

**SECUNDARIAS** : Las capacitadas para intensidades de tránsito comprendidas entre quinientos y dos mil vehículos promedio por día, con nueve metros cincuenta centímetros de plataforma, seis metros cincuenta centímetros de rodaje y un mínimo de siete metros cuarenta centímetros de rodaje en puentes..

**TERCIARIAS** : Aquellas cuya intensidad de tránsito está comprendida entre cien y

quinientos vehículos promedio por día con seis metros de plataforma, revestimiento de materiales selectos y un mínimo de seis metros cincuenta centímetros de rodaje en los puentes.

**RURALES** : Las capacidades para una intensidad de tránsito de cien vehículos promedio por día, con cinco metros de plataforma y un mínimo de tres metros de rodaje en puentes; o que sin llenar tales características dicha carretera haya sido construida por el Gobierno Central.

**CARRIL.**

Cualquier subdivisión de la superficie de rodamiento que tenga el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos.

**CORONA**

Es la superficie del camino terminado que queda comprendido entre los hombros del camino, o sea, las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o los interiores de las cunetas.

### **CONTRACUNETA**

Zanja lateral generalmente paralela al eje de la carretera o del camino, construida en la parte superior de las laderas de corte o en la parte superior de las laderas donde se apoyan los taludes del terraplén; su sección transversal también es variable, siendo comúnmente de forma triangular y cuadrada.

### **CORTE**

Es la excavación que se realiza en el terreno, de conformidad al trazo de la carretera o camino; los cortes pueden realizarse a media ladera o en trinchera.

### **CUNETA**

Zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino construida entre los extremos de los hombros y al pie de los taludes; su sección transversal es variable siendo comúnmente de forma triangular, trapezoidal y cuadrada.

### **CURVAS VERTICALES**

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida.

### **CURVAS HORIZONTALES**

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas.

### **DELANTAL**

Piso de concreto hidráulico o mampostería diseñado y construido a manera de remate de los aletones y diseñado para evitar la erosión y socavación de los mismos aletones y las tuberías.

### **DERECHO DE VÍA**

Área o superficie de terreno, propiedad del estado, destinada al uso de una carretera o camino, con zonas adyacentes utilizadas para todas las instalaciones y obras complementarias y delimitada a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes.

### **DESENRAICE**

Consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando éstas.

### **DESPERDICIO**

Es el volumen de material proveniente de los cortes dentro del trazo de la carretera o camino, que no se utiliza en rellenos o terraplenes.

## **DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS (D.G.C.)**

La dependencia del Ministerio de Obras Públicas, responsable de la planificación, estudios, construcción y mantenimiento de la red vial del país.

### **EQUIPO.**

Toda la maquinaria y equipo, junto con los abastecimientos necesarios para la conservación y mantenimiento; también las herramientas y maquinarias necesarias para la debida construcción y la terminación aceptable del trabajo.

### **ESPECIFICACIONES.**

Vocablo general aplicado a todas las instrucciones, disposiciones y requisitos, relativo a la ejecución de la obra.

### **ESTRUCTURAS.**

Puentes, alcantarillas, colectores, bocas de caída, muros de retención, encofrado, bocas de inspección, muros extremos, edificios, albañales, tuberías de tomas particulares, desagües inferiores, desagüe de cimentación, y otros semejantes que puedan estar comprendidos en la obra sin ser clasificados de otro modo aquí mismo.

## **ESTRUCTURA PARA PAVIMENTO**

Las combinaciones de sub-base, hilada de base, y la hilada de superficie, colocadas en una subrasante para soportar la carga del tránsito y distribuirlo al piso del camino.

## **HOMBRO**

Área o superficie adyacente a ambos lados de la superficie de rodamiento, cuya finalidad es la de dar soporte lateral al pavimento, servir para el tránsito de peatones, proporcionar espacio para las emergencias del tránsito y para el estacionamiento de vehículos.

## **LABORATORIO**

Es un laboratorio de ensayos para controlar la calidad de los materiales y la terracería.

## **LECHO**

Es la parte inferior de la carretera o del camino sobre el que se construyen las capas de sub-base, base, superficie de rodamiento, hombros y cunetas.

## **LIMPIA Y QUEMA**

Consiste en retirar el producto del desmonte al lugar indicado, estibarlos y quemar lo no utilizable.

### **LÍNEA CENTRAL**

Es el eje central de la carretera. A él están referidas todas las medidas de sus componentes; ancho de rodamientos, hombros, cunetas, taludes, contracunetas, alcantarillas, puentes, etc. Se identifica en los planos con el símbolo E o Lc.

### **MATERIALES**

Cualesquiera substancias que estén especificadas para su uso en la construcción del proyecto y sus accesorios.

### **MURO DE CORONAMIENTO**

Muro superior construido a manera de remate de los cabezales y diseñado para sostener los taludes.

### **OBRA**

El trabajo o construcción a ejecutarse de acuerdo con los planos, especificaciones y demás documentos que forman parte del contrato.

### **ORILLA O BORDE DEL CAMINO**

Vocablo general que se designa al área contigua a la orilla exterior del borde del camino. También pueden considerarse como tales, extensas áreas situadas entre los caminos de una carretera dividida.

**PENDIENTE MÁXIMA:**

Es la máxima pendiente del proyecto afectada por condiciones de tránsito y topográficas. Es utilizada cuando conviene desde el punto de vista económico y siempre sin rebasar su longitud crítica.

**PENDIENTE MÍNIMA:**

Empleada para permitir el drenaje. En terraplenes es casi nula y en cortes es 0.5%.

**PENDIENTE TRANSVERSAL:**

La pendiente transversal de la sub-corona es la misma que la de la corona, logrando mantener el espesor uniforme del pavimento, puede ser de bombeo o sobreelevación según la sección, esté en tangente, en curva o en transición.

**PERALTE:**

Es la diferencia de elevación en sentido transversal, que existe entre los extremos interno y externo de la superficie de rodamiento en una curva.

**PLANOS:**

Los dibujos del proyecto que muestran la ubicación, índole o dimensiones del trabajo incluyendo la disposición, perfiles, cortes transversales y otros detalles.

**PRÉSTAMO:**

Es el volumen de corte procedente de excavaciones hechas fuera del trazo de la carretera o camino, pero generalmente en terrenos adyacentes, para su uso en la misma carretera o camino.

**RASANTE FINAL:**

Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.

**RELLENO (EN TUBERÍAS):**

Es el material especial y/o de terracería uniformemente colocado y compactado alrededor de las tuberías, de manera que trabaje como anillo. También se le llama relleno a todo el material de terracería que se coloca atrás de los aletones, muros de coronamiento y también sobre la propia tubería.

**RELLENO Y TERRAPLÉN:**

Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de subrasante.

**ROZA:**

Consiste en quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras.

### **SOBRE-ANCHO:**

Algunas veces se da el sobre-ancho a las calzadas en curvas:

- 1) Debido al ancho adicional ocupado por el vehículo como consecuencia de que las ruedas posteriores no siguen el mismo recorrido de las ruedas delanteras.
- 2) Para aumentar la seguridad, en parte porque el vehículo no circula en curvas tan próximo al borde como en recta, y en parte porque es necesario disponer de un mayor ancho donde la visibilidad se halle reducida.

Por lo general, en la práctica sólo se da el sobre-ancho a las curvas de radio menor de 300 mts.

El sobre-ancho se aplica universalmente en la parte interior de la curva. El valor del sobre-ancho total calculado corresponderá, en teoría, a la totalidad de la curva desde el PC hasta el PT, por lo general ello no sucede debido principalmente a la necesidad de llegar al sobre-ancho en forma gradual. Algunas veces se inicia 30 mts. antes del PC cualquiera sea el valor del radio.

### **SERVIDUMBRE DE PASO:**

Éste es un calificativo general para designar terrenos, fincas rurales, o intereses sobre tales, generalmente en

relación con una faja adquirida para, o necesaria en, la construcción de una carretera. (Derecho de Vía).

**SECCIÓN TRANSVERSAL:**

La sección transversal de una carretera o camino, en un punto cualquiera de éste, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. (Ver anexo A, fig. A-3).

**SUBRASANTE:**

Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento, (Sub-base, Base y Carpetas de una carretera o camino).

**SUBCORONA:**

La subcorona es la superficie que limita a las terracerías y sobre las que se apoyan las capas del pavimento.

Los elementos que definen la subcorona y que son básicamente para el proyecto de la sección de construcción del camino son: La Subrasante, Pendiente Transversal y el Ancho.

**SUPERELEVACIÓN:**

Es el hecho que se da en la carretera para facilitar a los vehículos pasar las curvas a la velocidad de diseño sin que sus ocupantes se sientan incómodos, por lo tanto el

pavimento debe ser inclinado o peraltado de modo que la orilla externa sea más alta que la orilla interna de la curva, ésta inclinación más la resistencia a la fricción entre las ruedas y el pavimento produce una resistencia horizontal a la fuerza centrífuga generada por el movimiento circular del vehículo alrededor de la curva. De la experiencia se desprende que la pendiente transversal del 10% o 10 cms. por metro de ancho es prácticamente la máxima.

**SUPERFICIE DE RODAMIENTO:**

Área o superficie de la carretera o del camino destinada a la circulación del vehículo.

**SUPERFICIE DE RODAMIENTO DE TIERRA:**

Área o superficie donde los vehículos circulan prácticamente sobre terreno natural (libre de tierra vegetal).

**SUPERFICIE DE RODAMIENTO BALASTADA:**

Área o superficie formada por una o más capas de balasto o material selecto, sobre la que circulan los vehículos.

**SUPERFICIE DE RODAMIENTO PAVIMENTADA:**

Área o superficie formada por una o más capas de concreto asfáltico, tratamiento superficial asfáltico, losas de

concreto hidráulico (armadas o sin armar), etc., sobre la que circulan los vehículos.

**TALA:**

Consiste en cortar árboles y arbustos.

**TALUD:**

Es el área o superficie del terreno, en corte o relleno, comprendida entre la cuneta y el terreno original.

**TRANSICIÓN DEL BOMBEO A LA SOBREELEVACIÓN:**

En el alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra curva se requiere cambiar la pendiente de la corona desde el bombeo hasta la sobreelevación correspondiente a la curva, este cambio se hace gradualmente en toda la longitud del espiral de transición.

**TERRACERÍA:**

Es el conjunto de operaciones de corte, préstamos, rellenos, terraplenes y desperdicios de material que se realizan hasta alcanzar una rasante determinada, de conformidad a los niveles indicados en los planos.

**TUBERÍA:**

Es una obra de drenaje construida con tubos de sección circular o abovedada, diseñada y construida para desaguar caudales de agua.

**VELOCIDAD DE DISEÑO:**

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino y se utiliza para determinar los elementos geométricos del mismo.

## I.2 LA SUPERVISIÓN

### I.2.1 BREVE RESEÑA

En el desarrollo de un proyecto de Ingeniería intervienen diferentes tipos de empresas, que por su función se clasifican así: Empresas de Consultoría y Diseño, de Supervisión y de Construcción, aunque en muchos casos existen empresas con doble función, tal es el caso de aquellas de Consultoría y Supervisión de Obras.

Es de la Supervisión y de su incidencia en un proyecto de obra civil (en nuestro caso nos referimos específicamente a proyectos viales) la que se enfocará en esta sección; en las siguientes líneas se da una breve explicación de como la supervisión se independiza de las demás áreas afines, constituyéndose como una rama de la

Ingeniería Civil de gran trascendencia, dentro de lo que comúnmente se denomina "La Industria de la Construcción".

En 1956 se fundó la primera empresa consultora de El Salvador, que a la vez funcionaba como supervisora. Antes se acostumbraba que la empresa que diseñaba era también la que construía, cobrando una suma elevada o un porcentaje del costo final de la obra, en donde el propietario confiaba en la buena fe del contratista.

Debido a algunas experiencias negativas, el propietario, al darse cuenta de que la obra final no era de su entera satisfacción en cuanto a calidad, o el costo pagado al contratista no justificaba el volumen de obra realizado, éste fue comprendiendo que había necesidad de un encargado para vigilar las acciones del contratista y evitar este tipo de situaciones; al contratar por separado los servicios de la consultoría, construcción y de la supervisión, lograba una separación de funciones y responsabilidades, aunque afines en su objetivo final, cual es la ejecución del proyecto, tienen obligaciones distintas, de esta manera garantizaba que la obra terminada cumpliera a cabalidad las exigencias del propietario.

Es así como nacen las empresas especializadas en cada una de las áreas de la Ingeniería Civil y entre ellas la

Empresa Supervisora (ver estructura organizativa, figura A-5), con un papel muy importante, como representante del propietario y colaborando con el contratista (constructor) para llevar a la realidad un proyecto y convertirlo en una obra de servicio para la colectividad.

### I.2.2 MARCO TEÓRICO

La Supervisión se define como el ejercicio de una dirección, que restringe o regula la influencia sobre la producción; tiene una visión general del trabajo y la inspección del trabajo mismo.

La presencia de la Supervisión en la obra, es para constatar que el propietario reciba lo que "compró", y como la mayor parte de la obra queda finalmente cubierta y no puede verse, debe haber inspección constante en cada paso de la producción.

El deber primordial de la Supervisión es inspeccionar las obras a medida que vayan progresando y velar porque los materiales y mano de obra utilizados cumplan con los requisitos establecidos en los planos y especificaciones aprobados. Cuando un gran porcentaje de las obras requiera reformas y reparaciones será señal de que no hay supervisión adecuada. Las buenas normas de inspección producen mejores construcciones con costos de reparación y

operación más reducidos, porque señalan a tiempo los errores al contratista de manera que éste pueda corregirlos sin reformas costosas.

La Supervisión o la falta de ésta no es motivo para que ocurran fallas sino que actúa como una advertencia o hasta el paro de los trabajos, para prevenir la falla que ocasionaría un error u omisión del que alguna otra persona es responsable. El control competente en cada nivel de responsabilidad, es el mejor seguro contra ocurrencias indeseables. La escasez de tal personal, especialmente al nivel de superintendente o jefe directo de los trabajadores, es una situación crítica que debe corregirse intensificando los esfuerzos de adiestramiento y solución.

Este punto de la responsabilidad es muy delicado, pueden suceder incidentes en los que se producen daños a la vida o a la propiedad, lo cual va seguido de un intento para asignar la responsabilidad a alguien. Si no se determina primero la causa de la falla, la búsqueda de la persona responsable es un esfuerzo infructuoso que va acompañado por incriminaciones, demandas y contrademandas y faltas de ética. Por lo anterior se hizo necesario, en un simposium, decretar factores que deben preverse para establecer la división de la responsabilidad entre los distintos aspectos de una operación de construcción,

tendiente a lograr la ejecución correcta y buenos resultados. Entre esos factores están: un diseño correcto con especificaciones competentes; diseño construible, es decir, debe usarse materiales, mano de obra, equipo y experiencia local disponible; el contratista, subcontratista y proveedores deben tener la capacidad necesaria. El otro factor, referente a nuestro tema, es el siguiente: "Debe tenerse un inspector o alguien que cuide que el contratista cumpla las funciones para las que se le contrató, pero no puede esperarse que el supervisor haga imposibles. Él no podrá hacer nada para compensar la incompetencia ni la falta de intereses de las demás personas que forman el equipo".

Si cada uno de los miembros del equipo hace bien su trabajo y evita el hacer el trabajo de los demás, la ejecución tendrá éxito y el producto será satisfactorio.

Se puede observar que el supervisor tiene una misión muy importante dentro del proceso constructivo por lo que tiene que regirse por ciertos lineamientos que lo conlleven a realizar su labor eficientemente. Las siguientes funciones generales le permitirán lograr el objetivo planteado.

### I.2.3 CUALIDADES DEL SUPERVISOR

El residente de las supervisión de una carretera y en general de cualquier obra civil debe cumplir con ciertas cualidades técnicas como personales.

#### I.2.3.1 CUALIDADES PERSONALES:

- RESPONSABILIDAD. El supervisor tiene que ser una persona responsable de todas sus acciones; pues en gran parte dependerá de ello el buen desempeño de la obra.
- CAPACIDAD DE DECISIÓN. Este factor está ligado con el aspecto técnico, porque en el desarrollo de la obra deberá tomar decisiones cruciales, las cuales puedan repercutir técnica y hasta económicamente en la obra.
- ORDENADO Y PUNTUAL. Para evitar cualquier atraso en la obra.
- HONESTIDAD. Factor muy determinante en la calidad de la obra. La única compensación que debe recibir por los servicios prestados, son los honorarios que le pagará el cliente.

### **I.2.3.2 CUALIDADES TÉCNICAS**

- **COMPETENTE.** Es decir, conocedor de la materia, con experiencia en el ramo.
  
- **NIVEL ACADÉMICO.** Deberá ser un Ingeniero civil o técnico en Ingeniería civil con experiencia en el ramo de carreteras. O el nivel necesario según la exigencia y naturaleza del trabajo.

### **I.2.4 OBLIGACIONES GENERALES**

- I.2.4.1** - El supervisor, mantendrá informado al propietario acerca de todas las actividades concernientes a su función, así como de las ocurrencias extraordinarias que pudieran suscitarse durante el desarrollo de la misma.
  
- I.2.4.2** - El supervisor deberá contar con una organización apropiada para responder a las exigencias de su contrato y poder cumplir con todas sus obligaciones sin causar demoras innecesarias al contratista de la obra.
  
- I.2.4.3** - El supervisor deberá poseer la experiencia necesaria para desempeñarse eficientemente, manteniendo cordiales relaciones con el personal del contratista y conservando el nivel de autoridad que le confiere su función.

- I.2.4.4 - Proveer asesoría técnica necesaria para la revisión constante del proyecto y su adecuación a las condiciones que se vayan encontrado en el desarrollo de la obra; para lo cual deberá conocer detalladamente planos, especificaciones y aspectos generales del proyecto.

### I.3. LA SUPERVISIÓN APLICADA A LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Por todo lo expresado anteriormente, se observa que la supervisión reviste una gran importancia en todo proceso constructivo, por lo cual no pueden quedar por fuera las carreteras; que al igual que otro tipo de construcción, requiere estricta supervisión en todos sus procesos constructivos ya que su objetivo es prestar un servicio al usuario y depende de las características geométricas que presente, así será su nivel de servicio. De aquí que la supervisión de éstas debe estar a cargo de personal competente y experimentado y regirse por algunas reglas que lo orienten en su labor.

#### I.3.1 PERSONAL DE APOYO.

En la supervisión aplicada a la construcción de carreteras, ésta deberá hacerse acompañar del laboratorio de suelos y materiales, de forma permanente; el cual será

el encargado de velar por la buena calidad de los materiales a incorporar en el proyecto y por el estricto control de los procesos de terracería y cualquier otra actividad que así lo amerite.

Otro personal de apoyo para la Supervisión, el cual puede ser en forma de consulta o visitas a la obra, serán especialistas en estructuras, geología, geotecnia, hidrología, etc. de manera tal que puedan solventar alguna duda o controversia relacionada con alguna de estas áreas.

Será necesario contar con cuadrillas de topografía, compuesta cada una por lo menos con tres hombres especializados y con experiencia, que supervisará directamente el sitio de las obras, replanteando o verificando lo ejecutado por el constructor.

Todo el personal auxiliar, técnico y de oficina que sea requerido para el cumplimiento de las obligaciones del supervisor.

La supervisión podrá retirar en cualquier momento y con el solo previo aviso, al personal de apoyo que a su juicio no posea los conocimientos mínimos necesarios, ni la habilidad necesaria para desempeñar las funciones que se les asignen.

## **I.3.2 OBLIGACIONES ESPECÍFICAS**

### **I.3.2.1 REVISIÓN DE DOCUMENTOS CONTRACTUALES.**

El supervisor revisará y estudiará los documentos contractuales con el objeto de informarse a profundidad de las condiciones que regirán en el transcurso del proyecto. Además, debe analizar las especificaciones técnicas y formas de medición y pago. Ésto le servirá para aclarar posibles dudas que puedan afectar el desarrollo normal del proyecto.

### **I.3.2.2 APROBACIÓN DE CAMPAMENTOS, INSTALACIONES Y EQUIPO DEL CONTRATISTA.**

El supervisor inspeccionará la construcción de los campamentos y comprobará que éstos reúnan las condiciones de higiene y salubridad adecuadas.

Comprobará la existencia y condiciones de trabajo de los equipos estacionarios, así como los de campo, camiones, tractores, cargadores, mototraíllas, motoniveladoras, motopatas, pipas, etc. Además, estará sujeto a su aprobación la adquisición de equipo para ser integrado a la obra a fin de que se adapte a las condiciones y circunstancias del proyecto. Comprobará la existencia de repuestos y facilidades disponibles

para su correcto mantenimiento, así como sus posibilidades de rendimiento.

Igualmente se indagará acerca de las previsiones adoptadas para el abastecimiento de insumos y almacenamiento de explosivos, combustibles y otros materiales deteriorables.

En caso de que el estado, cantidad o tamaño de los equipos disponibles no permitan garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos para la culminación de la obra; el supervisor presentará un informe al propietario y dará las instrucciones al contratista para que proceda al reemplazo, sustitución o adición de equipo de construcción.

#### **I.3.2.3 CONTROL DEL PERSONAL.**

El supervisor comprobará que el contratista cumpla con los requisitos de asignar al personal profesional experimentado en este tipo de obra indicado en las bases y señalado en su propuesta y que el personal subalterno y de mando intermedio sea adecuado para un eficiente y normal desenvolvimiento de la ejecución del proyecto. Velará porque el personal obrero empleado tenga las calificaciones necesarias y en el número que

requiere el proyecto para que su avance se ajuste al ritmo señalado en los cronogramas del proyecto.

El supervisor exigirá que los sueldos y salarios pagados por el contratista estén conformes con los dispositivos legales en vigencia y que se le garantice al personal el otorgamiento de todos los beneficios sociales a que tiene derecho.

#### **I.3.2.4 REVISIÓN Y APROBACIÓN DE MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN PROPUESTOS POR EL CONTRATISTA.**

El supervisor revisará los métodos de construcción y planes de trabajo que propongan el contratista para la ejecución del proyecto.

Estos planes de trabajo comprenderán los procedimientos de construcción, equipo y personal que empleará el contratista para cumplir con las especificaciones de construcción y los programas de trabajo y según el caso, aprobará o rechazará y deberá vigilar el cumplimiento de tal programa a fin de que el avance de la obra esté de acuerdo con el tiempo establecido para su ejecución.

#### **I.3.2.5 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DEL PROYECTO.**

Antes del inicio de la construcción, el supervisor efectuará un minucioso recorrido de la zona donde se ejecutará la obra para familiarizarse con las condiciones en que se encuentra el área de trabajo e identificará los problemas que pudieran presentarse.

Sobre la base de este reconocimiento comprobará cualquier modificación en el diseño, teniendo en cuenta además todos los problemas, externos a la obra que pudiesen interferir con su normal desenvolvimiento adoptando las medidas y soluciones necesarias.

En caso de verificar que existen condiciones muy diferentes a las consideradas en el diseño y cuando se juzgue que éstas pueden alterar el precio o el plazo de ejecución de la obra, el supervisor propondrá al propietario, las modificaciones que fueran necesarias a fin de considerar el mayor plazo o mayor costo de ejecución que pudiera derivarse de ello.

#### **I.3.2.6 REPLANTEO GENERAL DE LA OBRA.**

El supervisor verificará la correcta demarcación de todos los elementos del proyecto. Realizará el replanteo general del trazo, procediendo al estacado y remonumentación de BM, PT, PST, etc., posteriormente el supervisor acompañado del contratista, recorrerá el

estacado del eje de la carretera para constatar si no han sido removidos los BM, PI, PST y reponer los que faltasen y será una sola vez que el Ingeniero hará entrega al contratista del trazo en referencia.

#### **I.3.2.7 CONTROL TOPOGRÁFICO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.**

Las tareas relacionadas con los aspectos de control topográfico que realizará la supervisión se pueden clasificar en 3 grandes grupos :

- Verificación y comprobación de todos los BM.
- Control permanente de la obra para comprobar que se está realizando de acuerdo a los ejes, niveles y demás elementos del diseño geométrico de la carretera.
- Mediciones que deberán efectuarse en el campo para determinar las partidas de obra ejecutadas en : movimiento de tierras, demoliciones, remoción de derrumbes, cunetas, contracunetas, muros de contención, alcantarillas, obras de defensa de ríos, reubicación de servicios públicos (canales, líneas telegráficas, etc). Además deberá vigilar en lo posible, que no se destruyan árboles cuya existencia no afecte el desarrollo de las obras.

#### **I.3.2.8 CONTROL DE LABORES TOPOGRÁFICAS REALIZADAS POR EL CONTRATISTA.**

El supervisor comprobará que el contratista cuente con los equipos adecuados para el dimensionamiento de la obra, tales como: teodolitos, niveles, eclímetros, miras, jalones, cintas de medir, etc. y que éstos se mantengan en buen estado de conservación y de calibración. Así mismo, verificará que los replanteos parciales de los ejes y niveles efectuados en el campo por el contratista estén de acuerdo con lo indicado en los planos y que los errores de cierre en distancias y elevaciones estén dentro de las tolerancias aceptables.

El supervisor llevará un adecuado registro de todas las operaciones efectuadas en el control topográfico, debiendo mantener para tal efecto un sistema de numeración de libretas de campo, hojas de cálculo, formato de coordenadas y elevaciones de los BM permanentes, los cuales serán archivados ordenadamente. La actualización de los planos deberá hacerse en forma constante con base a las medidas y niveles reales de obra efectuada.

#### **I.3.2.9 MODIFICACIONES EN EL DISEÑO ORIGINAL.**

El supervisor hará verificaciones y correcciones necesarias. Si durante los replanteos se encuentra que alguna de las medidas o elevaciones indicadas en los planos tiene notable discrepancia con las condiciones físicas del terreno y se hace necesario cambiar el

diseño, se deberá poner ésto en conocimiento del propietario y se procederá a su pronta corrección o modificación constatando si estas variaciones o diferencias encontradas representarán un aumento en el costo de la obra. Si tales variaciones no se cubren con las cantidades de obra estimada para el proyecto, el supervisor procederá a efectuar una orden de cambio por las cantidades de obra faltantes. Ésta solo tendrá valor cuando haya sido aprobada previamente por el propietario y aceptada de común acuerdo con el contratista.

El trabajo ejecutado obedeciendo a órdenes de cambio se pagará a los precios unitarios contractuales.

#### **I.3.2.10 ACTUALIZACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.**

El supervisor deberá verificar en forma continua, tomando todas las medidas y efectuando todos los estudios de carácter técnico que fuesen necesarios, para asegurar que las obras se realicen de acuerdo con los planos y especialmente que integran el proyecto y conforme a los documentos contractuales.

El supervisor mantendrá 2 juegos de planos actualizados en el lugar de la obra y en su oficina central y exigirá que el contratista tenga a su vez los

planos con las últimas actualizaciones y revisiones efectuadas en la obra, debido a las condiciones cambiantes o modificaciones solicitadas por el propietario.

**I.3.2.11 FACULTAD PARA DETENER LAS OBRAS.**

El supervisor tiene la autoridad, para definir y tomar decisiones sobre problemas que se presenten con respecto a la calidad de materiales, ejecución de obra, ritmo de avance, interpretación de planos, especificaciones y cumplimiento del contrato; en consecuencia podrá aceptar o rechazar cualquier material y/o trabajo parcial o totalmente y si fuere necesario, interrumpir la ejecución de cualquier aspecto de la obra si comprueba que ésta no se realiza de acuerdo a las indicaciones de los planos y especificaciones; si su ejecución se viene efectuando defectuosa, o no está de acuerdo con las prácticas modernas de la ingeniería y tecnología de la construcción, podrá tomar decisiones para la correcta ejecución del trabajo que notificará por escrito al contratista. Estas decisiones serán definitivas, siempre y cuando aseguren el cumplimiento de los documentos contractuales o que no estén involucradas en cuestiones financieras o de tiempo.

**I.3.2.12 ACCESO A LAS ZONAS DE TRABAJO Y COMUNICACIÓN DE LAS OBSERVACIONES DEL SUPERVISOR.**

El supervisor y los miembros de su equipo de supervisión tendrán libre acceso a todos los frentes de trabajo. En el caso de inspección de materiales, esto incluye el acceso a las fuentes de materiales, lugares de aprovisionamiento y zonas de almacenaje.

El supervisor está autorizado para revisar los inventarios, ingresos y salidas de materiales dentro de las instalaciones del proyecto, planillas de mano de obra, que el contratista destine para la obra.

La inspección será continua y permanente. Cualquier observación o rechazo de trabajos efectuados, así como las órdenes de cambio necesarias serán comunicadas por escrito.

El supervisor compartirá la responsabilidad con el contratista si se incorporasen materiales de baja calidad en la obra sin haber hecho mención o tomado las medidas necesarias para evitar su uso.

**I.3.2.13 CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA. ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES.**

La realización de ensayos de laboratorio para el control de calidad de los materiales a emplearse y las pruebas de control que deben efectuarse, durante el proceso constructivo de toda obra vial, es de primordial importancia. Acorde con este criterio se instalará un laboratorio de campo para cada sector de construcción con el equipo e instrumental básico suficiente.

Cada laboratorio dispondrá del personal técnico necesario para la ejecución de un control eficiente, que garantice el buen cumplimiento de las especificaciones de construcción, por parte del contratista.

Para alcanzar el objetivo mencionado, llevará a cabo los ensayos de material indicado en las especificaciones técnicas, examinará y aprobará la calidad o cantidad de dichos materiales, equipos y calificación de mano de obra utilizadas o a ser incorporados en la obra por el contratista o pudiendo someter a examen, cuando juzguen necesario, la calidad de los materiales que se proyecte emplear en la obra; así como en su caso, la de aquellos ya incorporados a las mismas. Analizará el resultado de dichos exámenes y dará al propietario los informes correspondientes.

Se realizarán ensayos de campo y laboratorio, tanto para los suelos y pavimentos como para el concreto, acero, asfalto y otros materiales que se incluyan en la obra.

Las principales pruebas y controles de laboratorio y campo serán las siguientes :

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Pruebas de abrasión
- Pruebas de durabilidad
- Valor soporte.
- Expansión, adhesividad, afinidad con el asfalto.
- Peso específico
- Densidad máxima
- Densidad de campo
- Pruebas de carga
- Resistencia a compresión del concreto
- Asentamiento del concreto (Slump)
- Penetración del asfalto.
- Viscosidad del asfalto.
- Punto de inflamación del asfalto.
- Temperatura de asfaltos.
- Estabilidad de mezclas asfálticas.
- Contenido de asfalto.

- Acidez del agua
- Sondajes y muestreo profundo.

El programa de ensayos y comprobaciones estará de acuerdo con la importancia de cada una de las fases de la obra y se pondrá especial cuidado en llevar registros cronológicos debidamente identificados que hagan posible ubicar cualquier deficiencia que sea detectada.

Los ensayos y controles de calidad indicados anteriormente, se agruparán de acuerdo con las principales fases de la obra.

#### **I.3.2.14 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CONFORMACIÓN DE LAS CAPAS INFERIORES DEL PAVIMENTO.**

En los trabajos de movimientos de tierra y construcción de la infraestructura del pavimento, el supervisor comprobará si las características de los suelos sobre los que se va a construir la obra corresponden a las previstas en el diseño y a las exploraciones efectuadas en la etapa correspondiente. Esto será corroborado paulatinamente conforme avancen las labores de explanación y se irá verificando mediante pruebas en el laboratorio de suelos.

Las variaciones sustanciales de los suelos serán puestas en conocimiento del propietario, para efectuar las modificaciones que sean convenientes en el diseño, proporcionando todos los elementos de juicio para determinar igualmente las variaciones que éstas implicarán en el costo y plazo de ejecución de las obras.

**I.3.2.15 COMPROBACIÓN DE DISEÑO DE MEZCLAS.**

El supervisor solicitará al contratista las muestras de los materiales que incluirá en las mezclas de concreto y asfálticas que serán utilizadas en la obra, para constatar su calidad y realizar los ensayos que conducirán a la elección de los proporcionamientos convenientes. Si los resultados de los mismos no corresponden a los márgenes de tolerancia fijados en las especificaciones, dará instrucciones para que se efectúen las correcciones pertinentes y si se demostrare que ello no es posible, adoptará las soluciones técnicas más aconsejables y señalará las repercusiones económicas de ello.

**I.3.2.16 DEPÓSITO DE MATERIALES Y CANTERAS.**

Las canteras y yacimientos de materiales propuestos para emplearse en la obra, el contratista las explorará

y las muestras obtenidas de ellas las ensayará en el laboratorio. El Supervisor después de los análisis correspondientes dará su rechazo o aprobación a dichos materiales. El contratista propondrá el uso de otras fuentes, previo análisis de los mismos; el Supervisor comprobará solamente la calidad del material, siendo responsabilidad del contratista que las cantidades sean suficientes para la totalidad de la obra.

**I.3.2.17 OTROS ENSAYOS Y COMPROBACIONES.**

El Supervisor programará además de las inspecciones, mediciones y ensayos que juzgue convenientes para verificar otros aspectos del diseño, tales como estabilidad de taludes, existencia de aguas subterráneas, depósitos orgánicos, etc.

En cada uno de estos casos sugerirá las acciones más convenientes para darles solución.

**I.3.2.18 PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD A TERCEROS.**

El Supervisor vigilará e inspeccionará los inmuebles aledaños a ambos lados de la vía cuya instalación y/o cimentaciones queden comprendidas en el área de influencia de las excavaciones efectuadas para el proyecto y que puedan ver afectada su estabilidad o continuidad.

El Supervisor comprobará las necesidades de apuntalamientos, calzaduras, muros de contención o cualquier otra obra que sea necesaria para evitar accidentes o demandas de los propietarios.

Además de ello exigirá que el contratista adopte todas las precauciones necesarias para evitar que el tránsito de la maquinaria de construcción, el uso de explosivos o materiales inflamables y la interrupción de vías de agua o servicios produzcan inconveniencias o daños en la propiedad de terceros.

En su caso, el Supervisor será responsable ante el propietario por los errores constructivos que causen o no daños a las obras comprendidas en el contrato, o a terceros durante o después de su ejecución, cuando dichos errores se deban a cambios ordenados por la supervisión, por su negligencia, incapacidad o descuido durante el período de construcción.

**I.3.2.19 REVISIÓN DE TRABAJOS DE INGENIERÍA COMPLEMENTARIOS PREPARADOS POR EL CONTRATISTA.**

Será obligación del Supervisor, revisar y dar su conformidad a los diseños preparados por el contratista

para determinados trabajos de ingeniería no previstos en el proyecto, verificando si cumplen con las condiciones y especificaciones de construcción de los documentos de licitación.

La aprobación de dichos trabajos, sin embargo, no releva al contratista de la responsabilidad de los diseños o trabajos de ingeniería que efectúe. Todo documento o plano que presente el contratista para su aprobación deberá ser firmado por el profesional responsable. Los comentarios y aprobaciones de los trabajos o diseños que presente el contratista serán comunicados por escrito al Supervisor y remitiendo copia de toda esa documentación al propietario.

Si el propietario ordenara al Supervisor que adopte un diseño o tome medidas que, a juicio de él, pusiese en peligro la seguridad a la economía del proyecto, éste último argumentará por escrito sus razones técnicas. El propietario aceptará plena responsabilidad por esas decisiones.

#### **I.3.2.20 CONTROL DE LA PROGRAMACIÓN Y AVANCE DE OBRA.**

El Supervisor comprobará el estado de avance del proyecto en forma continua, y mantendrá informado al

propietario y a la entidad financiadora si la hubiese, mediante informes periódicos de avance.

También verificará que se le dé cumplimiento y actualización al programa de trabajo por actividades (CPM o PERT), preparados por el contratista como documentos contractuales, en forma continua por las variaciones que se presenten durante la ejecución del proyecto.

El contratista deberá presentar la programación de la obra tomando en consideración las fechas y plazos de terminación fijados en las bases de licitación incluyendo las necesidades de equipo, personal y entrega de materiales. En aquellos casos donde no esté claramente fijada la fecha de terminación de un determinado trabajo, el Supervisor exigirá que éste se efectúe con la máxima eficiencia operativa de los equipos y personal disponibles, cuidando de que no se comprometa otras acciones de la obra.

El Supervisor organizará y dirigirá reuniones en la obra entre representantes de los contratistas y de la supervisión para revisar periódicamente el estado de avance de la obra. El Supervisor informará oportunamente al Ingeniero Coordinador del proyecto,

acerca de dichas reuniones para que pueda asistir a ellas si así lo juzga conveniente.

En caso de observarse atrasos en la obra, propondrá soluciones por escrito al contratista y si lo estima necesario, recomendará al propietario la imposición de la correspondiente multa por causas imputables al contratista, caso contrario, la sanción será impuesta a la Supervisión.

Presentará informes adicionales al propietario cuando éste lo requiera, si dichos informes son técnicamente necesarios para el buen cumplimiento del proyecto.

De acuerdo al programa de trabajo presentado por el contratista, el Supervisor presentará al propietario para su aprobación, un programa de trabajo actualizado considerando como base el del contratista.

I.3.2.21

**CONTROL Y REVISIÓN DE ESTIMACIONES. OBRAS IMPREVISTAS Y PRESUPUESTOS ADICIONALES.**

El Supervisor elaborará las estimaciones, según los metrados realmente ejecutados, con base en las unidades de medida de las partidas de obra terminada y de acuerdo al procedimiento establecido en los documentos contractuales.

Inspeccionará la obra física realizada para los pagos mensuales del contratista, verificará las estimaciones mensuales de trabajo que éste presentará a cobro; comprobará la calidad y las cantidades de obra realizada y las presentará al propietario, acompañadas del cálculo de volúmenes de obra, firmadas y selladas por el Supervisor y el contratista.

La estimación de material en el lugar, los documentos por amortización de adelanto y retención para fondo de garantía se efectuarán de acuerdo a lo señalado en las bases de licitación. Deberá también solicitar y revisar los presupuestos por obras adicionales autorizados por el propietario al contratista mediante órdenes de cambio, ampliaciones o reducciones de la obra, debidamente firmadas por los representantes autorizados del propietario y el Supervisor, comprobará que los presupuestos adicionales

que presente el contratista sean razonables y negociará con éste para obtener la máxima economía en cada caso.

Posteriormente, verificará la estimación de los avances efectuados en los trabajos adicionales aparte del proyecto original.

**I.3.2.22 CONTROL DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA Y MANTENIMIENTO DEL TRÁFICO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.**

El Supervisor exigirá que las normas de seguridad para la construcción en el país sean cumplidas por el contratista para evitar la ocurrencia de accidentes. En este aspecto, comprobará que se empleen todos los equipos de seguridad que se requieren para todas aquellas tareas que puedan implicar accidente.

El Supervisor exigirá que se tomen todas las medidas y precauciones necesarias tales como: desvíos, tómulos, señales, avisos, luces y faroles donde sea necesario para evitar accidentes en las obras, especialmente cuando se presenten obstáculos o excavaciones en lugares transitados que puedan producir accidentes imputables a la obra misma.

La Supervisión deberá cuidar que se programen los desvíos del tráfico adecuadamente en la zona del

proyecto y se pueda evitar toda clase de incomodidades y demoras a los usuarios de la vía. Esta labor la coordinará con las autoridades de tránsito y preverá que los avisos que sean necesarios publicar, sean hechos con la debida anticipación, al igual que la señalización sea dispuesta en los lugares más convenientes.

**I.3.2.23 ASESORÍA EN CONTROVERSIAS CON EL CONTRATISTA Y TERCEROS.**

El Supervisor asesorará al propietario en todos los aspectos técnico-administrativos en las controversias que se susciten entre el propietario y los contratistas y deberá mantener archivos que permitan sustentar cualquier discusión relacionada con:

- Interpretación de los documentos de licitación
- Reclamos de costos adicionales por obras o cambios de condiciones.
- Solicitudes de prórroga en los plazos de terminación de obras.
- Reclamos por reintegros por alzas en materiales y mano de obra.
- Reconocimiento de gastos generales adicionales por diversos motivos.

Asesorará al propietario, cuando lo solicite, en el caso de que el constructor solicite reajuste de precios unitarios, compensaciones por trabajos adicionales o ampliaciones del plazo contractual, a cuyo efecto deberá comprobar si las solicitudes son o no justificadas de acuerdo a las estipulaciones contractuales del constructor.

La Supervisión propondrá al propietario los trabajos adicionales que juzgue indispensables y presentará el estudio necesario para su aprobación en el caso de que el constructor solicite por esta causa ampliación del plazo y compensaciones por el trabajo adicional ordenado presentando para ello, un análisis de costos.

Asesorará también al propietario en controversias con terceros en aspectos técnico-administrativo, tales como reclamos por daños y perjuicios ocasionados por la ejecución de la obra no imputables al contratista, así como para expropiaciones urbanas y rurales, que no hubieran estado contempladas en el proyecto original.

**I.3.2.24 CONTROL DE LOS TRÁMITES ADMINISTRATIVOS Y DEL ESTADO FINANCIERO DE LA OBRA.**

El Supervisor colaborará con el propietario para poder realizar el seguimiento de todos los trámites administrativos concernientes a la obra, facilitando la documentación necesaria para cada caso y elaborando los informes que fueran solicitados. Igualmente hará posible la determinación del estado financiero de la obra y vigilar por que se mantenga la contabilidad permanentemente actualizada por medio de comprobaciones y reajustes periódicos y efectuando proyecciones con las tendencias del alza que se vayan registrando.

**I.3.2.25 PREPARACIÓN DE INFORMES MENSUALES DE AVANCES DE OBRA.**

El Supervisor preparará informes mensuales al propietario sobre el progreso alcanzado en la ejecución de la obra. Dichos informes contendrán como mínimo, la siguiente información:

- Resumen del trabajo efectuado en el período cubierto por el informe y de las principales incidencias ocurridas.
- Estado de avance de la obra, según las partidas del contrato y presupuesto base.
- Medidas correctivas propuestas para incrementar el ritmo de la obra si fuere necesario.
- Condiciones metereológicas en el área del proyecto y otros factores que afecten el desarrollo normal de la obra.

- Resultados de la inspección y control de calidad del trabajo realizado por el contratista.
- Equipo de construcción empleado por el contratista indicando rendimientos y sus principales características, así como sus comparaciones con el equipo mínimo solicitado en las bases y/o propuesto por el contratista en su oferta.
- Personal profesional de mando intermedio y común empleado por el contratista en el período del informe incluyendo subcontratistas.
- Presentación de fotografías del trabajo en ejecución y del trabajo terminado, para aquellas actividades y ocurrencias que revistan características especiales.
- Organización del Supervisor y recursos empleados o asignados a la obra.
- Plan de trabajo del contratista para el siguiente período.
- Análisis del empleo de fondos asignados al proyecto.
- Variante o cambios del proyecto original si hubiesen sido efectuados.
- Visitas a las obras.
- Información miscelánea.

**I.3.2.26 PREPARACIÓN DE INFORMES ESPECIALES PARA EL PROPIETARIO.**

El Supervisor presentará los informes especiales que sean requeridos por el propietario.

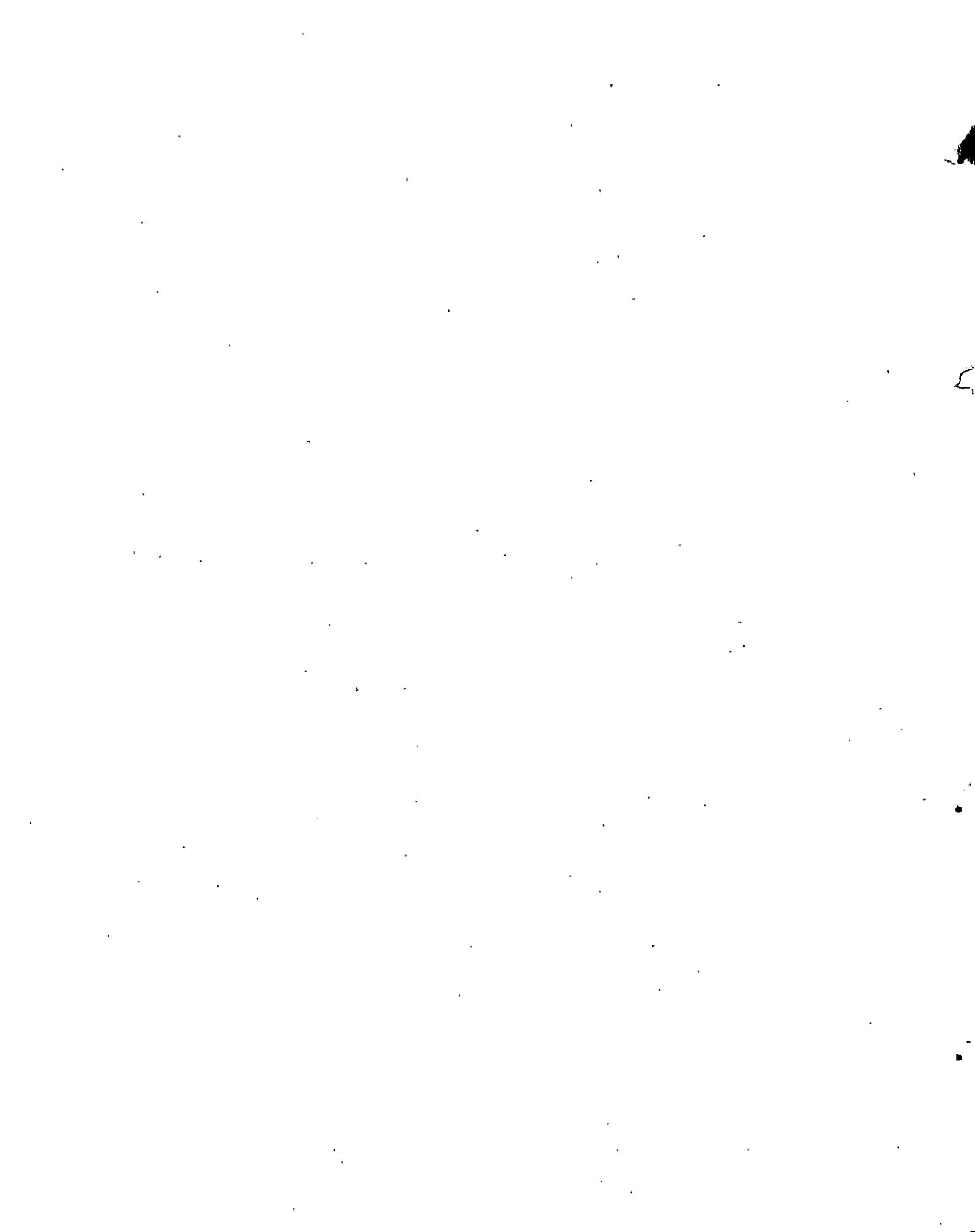
El contenido de estos informes dependerá de los requerimientos del propietario encuadrados dentro de las disposiciones legales vigentes y las del contrato con el Supervisor.

**I.3.2.27 MANTENIMIENTO DEL ARCHIVO GENERAL DEL PROYECTO.**

El Supervisor mantendrá en su oficina de campo y su oficina central, los archivos completos de todo el proyecto y su actualización, conforme la obra se vaya desarrollando.

Los archivos contendrán la historia de la obra y el ordenamiento y lista de todos aquellos cambios en especificaciones, metrados o características que hayan sido dictados durante su ejecución por sugerencia del proyectista, supervisor o propietario.

Igualmente, llevará un archivo adecuado de la correspondencia cursada entre el Supervisor, contratista y propietario, así como el control de valorizaciones, control topográfico y resultados de los análisis y pruebas efectuadas en los laboratorios de suelos y materiales de construcción.



#### **I.3.2.28 PREPARACIÓN DE PLANOS, METRADOS Y MEMORIA DESCRIPTIVA.**

El Supervisor preparará de acuerdo a lo ejecutado, los planos de planta y perfil del proyecto, complementados con un cuadro de metrados de las partidas de obras ejecutadas en el tramo comprendido en el plano.

Así mismo, preparará los planos y metrados de todas las estructuras y obras auxiliares con sus correspondientes fechas de iniciación y término, cantidades de materiales y costos.

La memoria descriptiva de la obra incluirá un sumario general de los resultados de ensayos y controles, un relato de las principales incidencias de la obra, indicando prórrogas, trabajos adicionales, reajustes, etc., copias de las valorizaciones efectuadas y la documentación fotográfica necesaria para poder apreciar las características más importantes del proyecto.

#### **I.3.2.29 RECEPCIÓN DE LA OBRA.**

Al término de la obra, el Supervisor redactará en común acuerdo con el propietario, un acta de recepción en la que consten las observaciones sobre el trabajo

terminado por el contratista. El acta en cuestión será firmada por el contratista y el propietario.

El Supervisor deberá además efectuar la liquidación final de la obra, levantando los inventarios y recibiendo oficialmente los equipos, materiales e instalaciones que debe integrar el contratista al término de la obra de acuerdo a su contrato y definirá si ésta ha efectuado los pagos adeudados a su personal y acreedores.

**I.3.2.30 FINALIZACIÓN DEL PERÍODO DE SUPERVISIÓN.**

Una vez concluida su función, el Supervisor presentará toda la documentación necesaria que permita a su vez efectuar la liquidación de su contrato o el cierre de la partida pertinente, adjuntando los inventarios.

## CAPÍTULO II

### TRABAJOS PREPARATORIOS Y TERRACERÍA

En el presente capítulo se tratan las partidas que comprenden los trabajos preparatorios y terracería, en ellas se hace una breve descripción de la actividad y luego se detallan las tareas que tiene que realizar el supervisor para cumplir una labor eficiente en el control de la ejecución de las obras.

Dichas tareas están orientadas no solo a verificar que la obra se realice de acuerdo a las condiciones planimétricas y altimétricas señaladas en el proyecto, sino a garantizar su calidad, la correcta utilización de los materiales, procedimientos constructivos y los respectivos ensayos de campo y laboratorio que se especifique en cada proceso.

Además de las tareas que debe realizar el supervisor para la correcta ejecución de las actividades descritas en este capítulo, y para las que se describen en los capítulos siguientes, están las tareas de recolección de información proveniente del proyecto; la que pueda ser utilizada como base estadística para otros proyectos similares.

El equipo utilizado, la calidad y cantidad de personal asignado para cada una de las actividades del proyecto, así como también los

tiempos de ejecución de dichas actividades, son ejemplos del tipo de información que deberá ser registrada.

Esto servirá para la obtención de rendimientos y para el cálculo de costos.

## II.1. TRAZO Y REPLANTEO

### II.1.1 DESCRIPCIÓN.

Esta actividad consiste en la colocación de estaquillas y marcas para los controles fundamentales del proyecto, tales como: alineaciones, los declives, perfiles de rasante, capas de asiento, de superficie y estructuras, incluye también todo aquel estaquillado auxiliar necesario para establecer claramente los elementos geométricos del proyecto.

Unidad de medida: Km.

Los pasos a seguir por el supervisor para el control de esta actividad se detallan a continuación:

### II.1.2 REPLANTEO DE LA LÍNEA CENTRAL.

II.1.2.1 Verificar cuidadosamente que los datos aparecidos en las libretas de topografía del emplazamiento, coincidan con los datos aparecidos en las hojas de los planos del

proyecto, con el objeto de identificar adecuadamente la línea que haya de construirse.

II.1.2.2 Una vez realizado el paso anterior, verificar el establecimiento de la línea central de la carretera en los puntos que sea necesario.

### II.1.3 NIVELES TRANSVERSALES

II.1.3.1 Esta actividad se realiza después de que se ha rectificado el replanteo de una parte considerable de la línea central.

II.1.3.2 El supervisor comprobará las posibles diferencias entre el perfil transversal trazado y el que aparece indicado en los planos; de ser así, se tomarán en cuenta estos datos para la modificación de los cálculos de medición de cantidades.

### II.1.4 COTAS DE REFERENCIA

II.1.4.1 En esta actividad, el supervisor verificará que las cotas de referencia temporales, emplazadas por el constructor se encuentren efectivamente en lugares

estratégicos de tal forma que faciliten la nivelación de la construcción.

## II.1.5 LEVANTAMIENTO DE PERFILES TRANSVERSALES

II.1.5.1 Generalmente esta actividad se realiza simultáneamente con el estaquillado de taludes.

II.1.5.2 Las separaciones usuales entre estaciones de las cuales se levantará el perfil transversal, son las siguientes:

- Separación normal : 10 - 20 mts.
- En terreno plano y fácil : 30 mts.
- En terreno abrupto o difícil : 7.5 mts.

También tienen que tomarse otros perfiles transversales en algunas estaciones desusadas, en las que se han notado apreciables cambios bruscos de elevación.

## II.1.6 ESTAQUILLADO DE TALUDES

II.1.6.1 El supervisor verificará, que las estaquillas en taludes se hayan colocado a intervalos adecuados, para un mejor control del trabajo.

II.1.6.2 Verificará que las estaquillas se coloquen en los puntos en los que el talud de corte o terraplén corta la superficie del terreno natural.

II.1.6.3 A medida que se va colocando cada una de las estaquillas, el supervisor controlará la elevación de ésta en relación con la estaquilla más cercana de las ya colocadas, tomando en consideración la diferencia de pendiente entre las dos estaciones.

II.1.6.4 La información mínima que ha de venir indicada en el estaquillado de un talud, es la siguiente:

1. Donde debe comenzar un corte o un terraplén.
2. La pendiente que ha de seguir.
3. La profundidad o altura del corte o el terraplén respectivamente.

II.1.6.5 Es obligación del supervisor, indicar al constructor, el modo en que debe interpretar las marcas puestas en las estaquillas.

#### II.1.7 OTROS ESTAQUILLADOS.

De igual forma, el supervisor verificará y controlará, otras actividades o tipos de estaquillado tales como:

II.1.7.1 Estaquillado de referencia en taludes. Se refiere a la colocación de estaquillas, en aquellos puntos que probablemente no deban sufrir transformación y servirán como referencia a las estaquillas de taludes.

II.1.7.2 Estaquillados de acabados. El objetivo de éste es controlar adecuadamente las operaciones de aplanado y acabado, así como la colocación y tendido de los materiales de la subrasante y rasante. Se colocan cuando se ha terminado el aplanado tosco del firme del camino.

II.1.7.3 Estaquillado de Alcantarillas. Se utilizan para identificar los emplazamientos de las alcantarillas, así como también los demás componentes de la misma, tales como los muros de cabecera y los canales de entrada y de descarga.

## II.1.8 REPLANTEOS DIVERSOS

II.1.8.1 El Ingeniero Supervisor deberá disponer la colocación de estaquillas suficientes para el control adecuado de todas las estructuras y construcciones adyacentes no comprendidas entre las antes enumeradas; por ejemplo: puentes, bóvedas, cajas, muros de protección. Cuando se coloquen las estaquillas para estos trabajos, el

Ingeniero Supervisor del proyecto deberá cerciorarse de la bondad de los métodos propuestos por el contratista y habrá de establecer sus controles de modo que las estaquillas no resulten destruidas debido a las operaciones del contratista.

## II.2 LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE

### II.2.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo debe consistir en desmonte, tala, eliminación y remoción de los árboles, de toda la vegetación viva o muerta, así como de otros materiales que queden dentro de los límites del derecho de vía.

Unidad de Medida: La unidad de medida deberá ser según se indique en los documentos contractuales; la que en muchos casos es el m<sup>2</sup>. Cuando se dificulte su medida, se puede establecer la suma global y cuando existan árboles a remover, se puede agregar además del m<sup>2</sup>, la unidad.

El supervisor realizará las siguientes actividades para el control de esta actividad.

- II.2.2 Determinar los límites del área por limpiar, según indiquen los planos, hasta los límites del derecho de vía o según su criterio.
- II.2.3 Indicar los árboles o arbustos que no deben ser removidos, con el fin de su preservación. Éstos son aquellos que no interferirán en el proceso de construcción.
- II.2.4 Verificar que el destronque y desenraice se realice según especificaciones y de acuerdo a la terracería del área.
- II.2.5 Determinar las áreas que pudieran utilizarse para la extracción de la madera proveniente de las áreas chapeadas e informar al propietario, para la respectiva evacuación de la madera utilizable.
- II.2.6 Indicar los lugares en que se necesita efectuar remoción de derrumbe o material inestable y delimitar el área de trabajo.
- II.2.7 Verificar que se adopten todas las medidas de seguridad para proteger al personal que realiza el trabajo, peatones y al tránsito.

- II.2.8 Disponer la utilización o eliminación del material removido.
- II.2.9 Controlar la eliminación o acumulación de todo el desperdicio; aprobando sus métodos, los cuales no causarán daños a la propiedad privada y evitarán al máximo la contaminación ambiental.
- II.2.10 Verificar la extensión del área limpiada y hacer el croquis de ubicación respectivo, con todos los datos recogidos en el campo.

### II.3 REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS

#### II.3.1 DESCRIPCIÓN.

Consiste en la eliminación total o parcial y en deshacerse satisfactoriamente de todas las construcciones, vallas, estructuras, pavimentos viejos, tuberías abandonadas y cualesquiera otras obstrucciones que no están señaladas ni tengan permiso para permanecer allí, excepto las obstrucciones que deben ser quitadas y disponer de ellas.

Unidad de Medida: Suma Global (S.G.)

Actividades de la supervisión para su control:

- II.3.2 Señalizar las estructuras o instalaciones que se encuentren dentro del área y que no serán demolidas, para evitar que sean dañadas.
- II.3.3 Señalizar las estructuras según los planos, o a su criterio, que se tendrán que demoler.
- II.3.4 Verificar que se adopten todas las medidas de seguridad para proteger al personal que realiza el trabajo y a propietarios adyacentes.
- II.3.5 Verificar que el material y escombros de la demolición sea retirado del derecho de vía.
- II.3.6 Controlar la eliminación o acumulación del material.
- II.3.7 Si el material es tirado a un terreno privado, constatar que el contratista tenga el permiso respectivo del dueño.
- II.3.8 Si se remueven estructuras que serán reutilizables, vigilará que éstas sean cuidadosamente desmanteladas para evitar que sean dañadas.

- II.3.9 Confeccionar croquis de ubicación con todos los datos recogidos en el campo.

## II.4 EXCAVACIÓN Y TERRAPLÉN

### II.4.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la excavación del camino, excavación de préstamo, construcción de terraplenes, excavación de cunetas laterales, contracunetas, el retiro y utilización o disposición de todos los materiales que se encuentren dentro de los límites de la obra, conforme a las líneas, pendientes y dimensiones que muestren los planos.

La unidad de medida es el metro cúbico ( $m^3$ ), utilizando cualquier método de medición, en nuestro medio generalmente se utiliza el método del promedio de áreas extremas.

Los pasos a seguir por el supervisor para el control de esta actividad se detallan a continuación.

### II.4.2 EXCAVACIONES

- II.4.2.1 Verificar el replanteo del eje de la línea central, las secciones transversales del camino y el estaquillado de taludes, entre otros ( Ver II.1 TRAZO Y REPLANTEO ); por otra parte, antes de iniciar los trabajos de excavación y terracería, en cualquier zona del proyecto

se verificará que se haya realizado todo el despeje y desenraice necesario de acuerdo a la sección II.2 (LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE).

- II.4.2.2 Dibujar y calcular nuevos volúmenes, si hay variación de alineamientos o secciones transversales.
- II.4.2.3 En cuanto a la excavación de taludes de corte, el supervisor vigilará que éstos sean recortados nítidamente, salvo en roca; el talud máximo aceptable para cortes que no sean en roca es de 1 horizontal a 1.5 vertical. Todas las excavaciones deben hacerse en forma que drenen correctamente.
- II.4.2.4 Solamente se permitirá rebajar la inclinación de los taludes de corte, cuando el material encontrado fuese inestable o si hubiese necesidad de obtener material adicional, esta acción se realizará con el visto bueno del Ingeniero Supervisor.
- II.4.2.5 Cuando se trate de excavación en roca, el supervisor velará porque todas las rocas o piedras grandes encontradas en el lecho de la vía, sean excavadas hasta los límites laterales de la carretera señalados en los planos, y a una profundidad por lo menos de 15 cm por

debajo de la subrasante dentro de los límites del firme del camino.

II.4.2.6 Exigirá al contratista que rellene con el material apropiado los espacios dejados como producto de la extracción de rocas del firme del camino.

II.4.2.7 Vigilará porque ningún material proveniente de la excavación de cunetas sea dejado ni depositado dentro de un límite de un metro de la orilla de la cuneta.

II.4.2.8 La excavación de cunetas y contracunetas se hará como lo indique el Supervisor y de manera tal, que se evite daño por erosión a los terraplenes.

II.4.2.9 Cuando se trate de excavación de préstamo, el supervisor determinará las áreas de préstamo de donde se extraerá el material, si es necesario.

II.4.2.10 Al material proveniente del banco de préstamo se le harán todas las pruebas necesarias para determinar su calidad, de ésta dependerá la aceptación o no de dicho material. Las principales pruebas que se harán son las siguientes:

- Granulometría.
- Límites de Plasticidad

- Prueba Triaxial
- Contenido de humedad
- Peso Específico
- Densidad Máxima.
- Absorción
- C.B.R.

II.4.2.11 Si el material proveniente del banco de préstamo se utilizará para acabado, éste debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Deberá ser de tal graduación que todas sus partículas puedan pasar por un tamiz con aberturas cuadradas de 3 pulgadas, y no mas del 75 % pasará por el tamiz No. 200, según lo estipula la AASHTO T-11.
- La porción del material que pase por el tamiz No. 40, deberá tener un índice plástico no mayor de 6 y un límite líquido no mayor de 30, obtenido según los métodos de ensayo AASHTO T-90 y T-89 respectivamente.

II.4.2.12 El Supervisor vigilará porque ningún material inadecuado (fango por ejemplo), sea utilizado en la construcción de la vía y exigirá al Contratista que lo retire y a su vez, deberá rellenar la excavación con

material apropiado, dejándolo debidamente conformado y compactado.

II.4.2.13 Vigilará que todo el material sobrante y de buena calidad proveniente de la excavación, sea usado en la ampliación de terraplenes, dentro del límite de acarreo libre, y en todos aquellos lugares que el ingeniero supervisor determine.

II.4.2.14 En general, vigilará que el equipo utilizado para la excavación y movimiento de tierra, sea el suficiente y adecuado de acuerdo a la magnitud del proyecto y a las características del suelo.

#### II.4.3 CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES

Consiste en la construcción de terraplenes para caminos, incluyendo la preparación de las zonas sobre las que tienen que ser construidos; la colocación y consolidación del material aprobado en zonas cercanas al camino de donde se hubiesen retirado materiales inadecuados, y la colocación y consolidación del material del terraplén en hoyos, fosas y otras hondonadas inmediatas a las zonas del camino.

A continuación se enumeran los pasos a seguir por el supervisor para el control de esta actividad, y para cada uno de los diferentes tipos de terraplén que se mencionan:

#### II.4.3.1 TERRAPLENES EN GENERAL

II.4.3.1.1 Su construcción sólo será iniciada cuando el área a rellenar esté completamente despejada y concluidos todos los trabajos de limpia, chapeo, destronque, demolición y retiro de las estructuras existentes (si las hubiera).

II.4.3.1.2 Verificar que los orificios productos del destroncamiento y las excavaciones pequeñas que se encuentran dentro del límite del terraplén, sean rellenados y apisonados perfectamente.

II.4.3.1.3 Cuando la superficie de tierra, incluyendo tierra arada o suelta, o superficie áspera por pequeños deslaves o de otras formas, ésta, debe restaurarse aproximadamente a su talud original.

II.4.3.1.4 Si el terraplén es solamente de un metro o menos de altura, y se requiera el escarificado; verificar que la tierra natural sobre la que se construirá el

terraplén, sea compactada a la misma densidad y por el mismo método que el especificado para la colocación del relleno.

- II.4.3.1.5 Si el terraplén quedará colocado en laderas (taludes), verificar que la superficie sea desmontada y desbrozada y que la capa de suelo orgánico sea eliminada.
- II.4.3.1.6 Verificar que todas las laderas iguales o con inclinación mayor que dos horizontal y uno vertical, estén debidamente escalonadas.
- II.4.3.1.7 El terraplén debe colocarse en capas, empezando en la parte más baja, en capas de anchos parciales que irán aumentándose conforme el terraplén se aumente de altura.
- II.4.3.1.8 En general, vigilará que el equipo utilizado para la construcción de terraplenes, sea el suficiente y adecuado de acuerdo a la magnitud del proyecto y al tipo de suelo.

## II.4.3.2 TERRAPLENES DE ROCA.

II.4.3.2.1 Verificar que los terraplenes de roca sean contruidos en capas sucesivas, cada una con un espesor máximo de 45 cm, extendidas a todo lo ancho de la sección transversal, las que se conformarán y compactarán antes de que se coloque la siguiente capa.

II.4.3.2.2 Cuando el material excavado contenga más de un 25% de roca mayor de 15 cm. en su mayor diámetro, y que no pueda ser colocado en capas del espesor indicado en el numeral anterior, tal material podrá ser colocado sobre el terraplén, en capas que no excedan en espesor el tamaño promedio aproximado de las rocas de mayor tamaño, pero nunca mayores de 60 cm.

II.4.3.2.3 Verificar que antes de colocar un relleno de roca sobre tierra, ésta debe ser perfectamente compactada; los taludes se conformarán de tal manera que faciliten el drenaje, y desde el centro hacia las orillas en su sentido longitudinal.

II.4.3.2.4 Verificar que el equipo utilizado para compactar este tipo de terraplén, cubra en su ancho total a

dicho terraplén y con un mínimo de tres pasadas completas por cada capa.

### II.4.3.3 TERRAPLENES DE TIERRA.

II.4.3.3.1 En general, los terraplenes de tierra deben construirse en capas sucesivas a todo lo ancho de la sección transversal y en longitudes tales que permita el riego y la consolidación por medio de los métodos establecidos.

II.4.3.3.2 El espesor de las capas, ya compactadas, deberá ser de acuerdo al equipo utilizado.

II.4.3.3.3 El espesor de las capas horizontales del material (tierra) no deberá sobrepasar los 20 cm en estado suelto.

II.4.3.3.4 Verificar que antes de colocar la siguiente capa, la anterior ya haya sido compactada adecuadamente.

II.4.3.3.5 Independientemente del tipo de suelo (excepto roca), el supervisor vigilará que el equipo de

compactación traslape por lo menos 30 cms a cada lado del área de compactación.

II.4.3.3.6 Vigilará porque la capa última compactada el día anterior, sea debidamente escarificada con el objeto de lograr homogeneidad y adherencia entre las capas.

II.4.3.3.7 La densidad de la compactación no deberá ser menor del 95% de la máxima obtenida por la norma AASHTO T-180, con el contenido de humedad óptimo; a menos que se indique lo contrario.

II.4.3.3.8 Realizar, durante el avance de la consolidación, los ensayos de densidad con la frecuencia necesaria, haciendo uso de los métodos que permitan la obtención de resultados con la mayor rapidez y precisión; por ejemplo los especificados en las normas AASHTO T-191, T-205.

II.4.3.3.9 Cuando se trate de materiales uniformes podrá reducirse el número de controles, siempre que sea posible relacionar el número de pasadas del equipo compactador con la densidad y el espesor de las capas colocadas y luego de haber hecho las pruebas experimentales necesarias.

- II.4.3.3.10 Comprobar las pendientes de los taludes y el perfil final para el cálculo de los volúmenes finales.
- II.4.3.3.11 Llevar un control adecuado con los registros de densidad, ubicación y fecha.

## II.5 EROSIÓN DEL SUELO

### II.5.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la toma de medidas de control provisorio, como indiquen los planos o como ordene el Ingeniero, que durante el período del contrato controle la erosión del suelo y contaminación del agua a través de diferentes métodos.

Unidad de Medida: Suma Global (S.G.)

Tareas del supervisor para el control de esta actividad:

- II.5.2 Revisará y aprobará o rechazará el programa propuesto por el contratista para la realización de los trabajos de control de la erosión, provisorios y permanentes aplicables en el desmonte y desbrozo, nivelación y otras actividades que lo ameriten. Una vez aprobados los métodos, se podrán iniciar dichos trabajos.

- II.5.3 Limitará las áreas que ameriten trabajos de control de erosión e indicará donde se necesitan. Por ejemplo: en propiedades adyacentes, para evitar la contaminación de arroyos, lagos, lagunas u otras áreas de depósito de agua.
- II.5.4 Controlará que en los taludes de relleno se siembre vegetación o se le dé la debida protección a medida que avance la excavación hasta el punto donde se le considere deseable y práctico.
- II.5.5 Vigilar porque se incorpore al proyecto lo más pronto posible las medidas de control de erosión permanentes para reducir al mínimo la necesidad de medidas temporarias.
- II.5.6 Exigirá que se apliquen medidas provisorias de control de la erosión para corregir las condiciones que se desarrollen durante la construcción, que no se previnieron en la etapa de diseño.
- II.5.7 Donde la erosión sea un problema, vigilará que las operaciones de limpia, chapeo y destronque se programen y realicen de tal forma que las operaciones de nivelación y detalles de control permanente de la erosión puedan realizarse inmediatamente.

II.5.8 Limitará el área de excavación, operaciones de préstamo y terraplén, de acuerdo al progreso del Contratista en el control de la erosión con el programa aceptado.

## II.6 EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS Y ALCANTARILLAS

### II.6.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la excavación y relleno necesarios para las cimentaciones y colocación de puentes, alcantarillas y desagües inferiores. La excavación para estructuras incluirá la remoción de todo el material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones; la limpia, chapeo y destronque completo del lugar de la obra, la construcción y remoción posteriori del cimbrado, apuntalamiento, tablestacado, encofrados y ataguías; el bombeo, achicamiento, drenaje, relleno, acondicionamiento de los sobrantes de material no apropiado; y la limpia final que se necesite para la adecuada ejecución del trabajo.

Unidad de Medida: m<sup>3</sup>.

### II.6.2 PREPARACIÓN PARA LA CIMENTACIÓN

II.6.2.1 Se deberá chequear con la suficiente anticipación, al inicio de cualquier excavación, los niveles o

elevaciones de las secciones transversales y medidas necesarias del estado actual del terreno.

- II.6.2.2 Verificar que todas las áreas deben limpiarse, chapearse, y destroncarse antes de principiar cualquier trabajo de excavación. Éstos se harán de conformidad con lo que se ordenare y serán verificados en el lugar de trabajo.
- II.6.2.3 Las estructuras viejas, rocas, troncos y cualquier otro material inconveniente, u obstáculos no previstos que se encuentren en el área de la excavación, deben ser retirados, siendo constatados por el encargado de la supervisión o el laboratorio de suelos y materiales.
- II.6.2.4 La excavación se hará hasta donde indiquen los planos o hasta donde lo establezca el laboratorio de suelos y materiales. Cuando el material sobre el que se colocará la cimentación sea inapropiado, se ordenará que excaven a mayor profundidad de la indicada en los planos, hasta obtener el material adecuado para la cimentación, debiendo reponer el material extraído, rellenando con material adecuado, debidamente compactado, según la norma correspondiente, hasta alcanzar la elevación de la cimentación.



### II.6.3 EXCAVACIÓN DE LAS CIMENTACIONES

En esta actividad la supervisión verificará lo siguiente:

- II.6.3.1 Que las áreas de las cimentaciones se excavarán de acuerdo al diseño de los cimientos que aparezcan en los planos.
- II.6.3.2 Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se haga de tal forma que permita que la roca sólida quede al descubierto y se prepare en lechos horizontales, dentados y salientes.
- II.6.3.3 Que las grietas o cavidades que queden expuestas, se limpien y rellenen con concreto o mortero.
- II.6.3.4 Que cuando se usen pilotes para la cimentación, debe completarse la excavación de éstos a la profundidad estipulada, antes de ser construidos.
- II.6.3.5 Cuando se tenga duda de los estratos que se encuentren por debajo del suelo dispuesto para la cimentación de estructuras, se ordenará se hagan las pruebas necesarias tales como penetración standard, para comprobar la calidad de éste.

#### **II.6.4 TABLESTACADOS**

II.6.4.1 Cuando en el fondo de las excavaciones se encuentren aguas subterráneas, deberá verificarse el uso de ataguías impermeables y apropiadas.

II.6.4.2 Verificar que el retiro o desmontaje de ataguías, encofrados y tablestacados no dañe ni resquebraje la mampostería construida.

#### **II.6.5 SELLO DE CONCRETO**

II.6.5.1 Cuando el fondo de una cimentación sea de material arenoso o poroso, debe ordenarse el sello de dicho fondo de concreto cuya resistencia a los 28 días sea de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **II.6.6 PROTECCIÓN**

II.6.6.1 No permitir que se haga ninguna excavación en la parte exterior de los tablestacados, emparrillados o ataguías ni permitir alterar el lecho natural ni el cauce de las corrientes adyacentes a las estructuras.

## II.6.7

### EXCAVACIÓN PARA TUBERÍAS O ALCANTARILLAS

En las zanjas para tuberías de drenaje, colectores de agua lluvia, colectores sanitarios y alcantarillas, deberá supervisarse lo siguiente:

- II.6.7.1 Cuidar que las excavaciones para tuberías se hagan de conformidad con lo especificado en los planos, ajustándose a las dimensiones, líneas y pendientes señaladas.
- II.6.7.2 Las paredes de las zanjas deben quedar lo más verticales posibles; debiendo tomarse las precauciones necesarias en las excavaciones profundas, protegiendo las paredes de las zanjas con ademados adecuados para evitar derrumbes.
- II.6.7.3 Observar cuando se están excavando las zanjas para tuberías, si las paredes de éstas presentan la estabilidad adecuada como para no derrumbarse; de lo contrario, deberá ordenarse el respectivo ademado. Lo mismo se ordenará si la profundidad de la zanja sobrepasa a 1.5 mts.
- II.6.7.4 Al hacer la excavación, la forma del fondo de la zanja debe ser lo más aproximada a la de las tuberías.

II.6.7.5 Cuando se encuentre roca, o cualquier otro material duro, que no permita por su dureza conformar un lecho apropiado para colocar la tubería, éste debe ser removido hasta 30 cm por debajo de la rasante y reemplazarse por otro material adecuado, el que se compactará de acuerdo a la norma. De igual forma, al encontrar material blando o con excesiva humedad, se sobreexcavará hasta encontrar material apropiado y será restituido, debidamente compactado.

II.6.7.6 Se comprobará que la rasante del fondo de las zanjas para tubería, cumple en su magnitud y dirección.

#### II.6.8 INSPECCIÓN

II.6.8.1 Después de terminar cada excavación, se deberá constatar y aprobar la profundidad y la calidad del material de la cimentación, antes de que el contratista coloque mampostería, tubería o alguna otra estructura sobre ella.

#### II.6.9 RELLENO

II.6.9.1 Todo el material usado en el relleno debe ser de calidad aceptable, y no contendrá rocas, madera u otras materias extrañas. Se podrá usar piedra, sólo con la autorización de la supervisión.

- II.6.9.2 Se verificará que los rellenos realizados sobre estructuras de mampostería o de concreto, tengan la suficiente resistencia, según la edad, para soportar el peso del material colocado sobre ellas, sin causar daños a las estructuras.
- II.6.9.3 Controlar que el relleno en las pilas, alrededor de alcantarillas de tubo, alcantarillas de caja y demás estructuras, el material debe ser depositado en capas horizontales no mayores de 20 cm de espesor, o de acuerdo al equipo utilizado en el proceso de compactación y compactarlas a la densidad especificada para los terraplenes corrientes, o sea, un 90% de la densidad máxima AASHTO T-180.
- II.6.9.4 No permitir que opere equipo pesado sobre una tubería, hasta que haya sido correctamente compactado el relleno y cubierta por lo menos con cincuenta centímetros de material.
- II.6.9.5 No permitir que se coloque ningún pavimento o material de superficie sobre ningún relleno, hasta que éste haya quedado perfectamente compactado.

## II.6.10 DISPOSICIÓN DE EXCEDENTES

II.6.10.1 Se constatará que todo el material excavado que no se use en rellenos y terraplenes, será dispuesto de manera que no afecte la apariencia y utilidad de las carreteras, y en ningún caso debe colocarse el material al cauce de las corrientes de agua.

## II.7 ACARREO Y SOBREACARREO

### II.7.1 ACARREO

#### DESCRIPCIÓN

La distancia del acarreo libre es la distancia especificada que el material excavado deberá ser transportado sin compensación adicional. El transporte de los materiales, para una distancia de 600 mts. o menos, se considera como acarreo libre, a no ser que los documentos contractuales estipulen otra cosa. La supervisión verificará el acarreo libre y separará éste del sobreacarreo.

### II.7.2 SOBREACARREO

#### DESCRIPCIÓN

Sobreacarreo o acarreo adicional, consiste en el acarreo extra, autorizado en exceso de la distancia correspondiente al acarreo libre.

La unidad de medición de este rubro será en base a "metros cúbicos-kilómetro" que es la cantidad de acarreo que se requiere para trasladar un metro cúbico, una distancia de un kilómetro más allá de la distancia de acarreo libre. La unidad "Tonelada-milla" es la cantidad de acarreo que se requiere para trasladar una tonelada (907 Kg), una distancia de una milla (1,609 mts) más allá de la distancia del acarreo libre.

- II.7.2.1 En el acarreo extra, se verificará que se eviten los acarreos excesivos y se aseguren los registros adecuados para el cálculo de las cantidades a pagar.
  
- II.7.2.2 Los puntos de equilibrio indicados en los planos (curva masa) representan el acarreo más económico. Se tiene que llevar registros ordenados del cálculo de las cantidades que realmente se hayan hecho rebasando la distancia del acarreo libre.
  
- II.7.2.3 Si el contratista elige, por su propia conveniencia y comodidad, que el acarreo del material se haga dando un rodeo, o sea por una ruta más larga, la supervisión deberá advertirle que no se hará pago alguno por el acarreo adicional que resulte de tal rodeo.  
  
La distancia de acarreo adicional para material obtenido dentro de los límites del camino y colocado

dentro de éstos, será medido por la línea del centro del camino.

II.7.2.4 Si existen cambios en los volúmenes de acarreo, el supervisor, actualizará la curva masa y delimitará los nuevos volúmenes correspondientes a acarreo y sobreacarreo, según lo indique la curva masa.

II.7.2.5 Llevará un registro de los volúmenes movidos, para el pago correspondiente.

## CAPÍTULO III

### LA SUBRASANTE Y ESTRUCTURAS PARA PAVIMENTOS

Los pavimentos son estructuras generalmente integradas por la sub-base, base y la superficie de rodamiento, las cuales son construidas en ese orden sobre la subrasante. Con el objeto de resistir, transmitir y distribuir las cargas ocasionadas por el tráfico. Es precisamente de cada uno de estos elementos y sus diferentes tipos los que trataremos en este capítulo.

Para cada una de las secciones contempladas, se da una breve descripción de las mismas y posteriormente se mencionan los lineamientos generales a seguir por el supervisor para el control de los trabajos que comprende la actividad en cuestión.

De manera general, los pavimentos se clasifican en pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, los primeros están constituidos por una o varias capas de base sobre la que se asienta una capa de rodadura conformada por una capa de concreto asfáltico, los segundos están constituidos por losas de concreto de cemento portland, asentadas sobre una base debidamente conformada y compactada.

En cuanto a las bases existen una gran variedad de tipos constructivos, en este documento solamente se tratarán las más importantes y que se utilizan con mayor frecuencia en nuestro País.

### III.1 PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE

#### III.1.1 DESCRIPCIÓN

- La subrasante se define como la superficie superior del piso del camino sobre la que se construye la estructura del pavimento y las bermas (hombros) laterales, incluyendo el cordoneado.
  
- Los trabajos comprendidos en esta sección deberán consistir en el acabado del firme del camino (piso) y las bermas (hombros) laterales, en conformidad razonablemente apegada al alineamiento y pendientes, así como a las secciones transversales que aparezcan en los planos, o fuesen estaquilladas por el supervisor. El trabajo se deberá llevar a cabo después de que el terraplenaje haya sido terminado en lo esencial, y todas las alcantarillas y construcciones adyacentes hayan sido terminadas y rellenadas.

**UNIDAD DE MEDIDA.**

- Firme nuevo: no se medirá para efecto de pago directo; el trabajo comprendido para la ejecución del firme nuevo y bermas, se medirá de acuerdo a lo estipulado en la sub-sección: excavación y terraplén puesto que se considera inherente al trabajo incluido en esta actividad.
  
- Firme construido con anterioridad: puede medirse de las dos formas siguientes:
  - a. Por el número de metros cúbicos, medido a lo largo del eje del camino acabado hasta la anchura requerida y estipulada en los planos.
  
  - b. por el número de metros cuadrados de subrasante preparada satisfactoriamente, tal como se establece en los lineamientos descritos anteriormente.
  
- Las acciones a tomar por parte del supervisor para el control de esta actividad se detallan a continuación:

**III.1.2 FIRME NUEVO.**

- III.1.2.1 Después de que el firme haya sido terminado en lo esencial, el supervisor deberá verificar que el ancho

total de éste, sea acondicionado mediante la remoción de cualquier material blando o inestable que no se consolide debidamente o no sirva para el fin propuesto.

III.1.2.2 Verificará que las zonas resultantes y todas las partes bajas, hoyos o depresiones sean niveladas con material apropiado.

III.1.2.3 Velará porque todo el firme del camino sea conformado y compactado, tal como se estipula en la sub-sección II.4.3.3.

III.1.2.4 La escarificación, el allanado con pala, el arrastre, el aplanado u otros métodos de trabajo deberán ser empleados o ejecutados, según resulte necesario para proporcionar un firme del camino cabalmente compactado, construido de acuerdo a las nivelaciones y secciones transversales que figuren en los planos o sean pedidas por el ingeniero supervisor.

III.1.2.5 El firme del camino deberá ser mantenido continuamente en un estado apropiado para el tránsito, hasta que la capa siguiente, si la hubiese, del material sea colocado, o hasta la terminación completa de la obra, según sea el caso.

### III.1.3 BERMAS LATERALES

III.1.3.1 Cuando los planos estipulen la construcción de bermas laterales utilizando materiales del camino y de excavaciones de préstamo, estas deberán ser construidas con alineamiento y pendiente, así como la sección transversal de acuerdo a lo estipulado en la subsección III.1.2.

III.1.3.2 El supervisor vigilará porque las bermas terminadas queden alineadas y niveladas, así como estructuradas en forma razonablemente ajustada a la sección que figura en los planos. Deberán estar limpias de cualquier acumulación, reacondicionadas según fuese necesario y mantenidas en buen estado hasta su aceptación final.

### III.1.4 FIRMES CONSTRUIDOS ANTERIORMENTE.

III.1.4.1 Cuando el lecho de la vía o subrasante hubiese sido construido con anterioridad, deberá perfeccionarse como se describe a continuación; antes de la construcción de la sub-base, la subrasante se escarificará, homogenizará, mezclará, uniformizará, conformará y compactará hasta que quede razonablemente ajustada de conformidad con la alineación, niveles y secciones transversales que indiquen los planos o que indique el supervisor.

- III.1.4.2 El supervisor vigilará porque todas las malezas, gramas, hierbas, raíces y otro material indeseable que se extraiga dentro de los límites de la plataforma del camino, sea retirado de la superficie.
- III.1.4.3 Vigilará porque todo el material que se incorpore a este proceso, sea completamente mezclado y pulverizado hasta que no más del 5% del material, exceptuando la grava y la piedra, queden retenidos en un tamiz de 50.8 mm (2 pulg.). El material mezclado en esa forma deberá ser colocado formando camellones que serán mezclados entre sí, hasta que todos los materiales estén distribuidos uniformemente a lo largo del camellón combinado; durante la operación del mezclado se deberá añadir suficiente agua para proporcionar la humedad indispensable a la compactación. Para corregir partículas de mayor tamaño que el requerido se hará mediante lo establecido en la norma AASHTO T-224.
- III.1.4.4 Controlará porque se evite en lo posible la segregación de los materiales.
- III.1.4.5 Verificará que todo el material de deslizamiento, incluyendo los escombros en las entradas y salidas de las alcantarillas, sean recogidos, y el firme actual, incluyendo las zonas de estacionamiento, sea

escarificado, nivelado con pala y conformado hasta que quede razonablemente ajustado de conformidad con la alineación, niveles y secciones transversales que indiquen los planos.

III.1.4.6 Comprobará que cualquier parte alta en el firme del camino, sea rebajada a nivel, y el material resultante sea retirado y depositado en las zonas bajas o en terraplenes.

III.1.4.7 Cuando quedasen algunas hondonadas o terraplenes angostos, se deberá conseguir suficiente material aprobado para arreglar el ancho y/o la superficie del firme del camino; el supervisor vigilará porque esta actividad se realice en conformidad razonable con la alineación, niveles y secciones transversales mostrados en los planos o establecidas por el supervisor.

III.1.4.8 En el caso de que sucediera lo descrito en el numeral anterior; el firme del camino deberá ser nuevamente nivelado con pala y conformado.

III.1.4.9 Cuando existan intersecciones con otros caminos, los firmes de los caminos de acceso deberán ser tratados de igual forma que el firme del camino en construcción; el supervisor determinará la longitud hasta donde se

realizarán dichos trabajos, en caso de que no se especifique en los planos. Esto garantizará la debida unión entre las superficies de rodaje propuesta y la existente.

- III.1.4.10 El supervisor vigilará porque el firme del camino sea compactado de acuerdo a lo que se estipula en la subsección II.4.3.3, y deberá mantenerse en dicha condición hasta cuando llegue el tiempo de la colocación de cualquier capa de asiento, capa de superficie o pavimento.

## **III.2 REVESTIMIENTO DE LA SUBRASANTE**

### **III.2.1 DESCRIPCIÓN**

Generalmente el revestimiento se aplica a caminos de tipo terciario, rural o vecinal, los cuales no llevan otra capa sobre la subrasante, más que la de revestimiento y se construirá de acuerdo a niveles, pendientes y secciones transversales indicados en los planos o como lo indique el supervisor.

#### **UNIDAD DE MEDIDA:**

Se medirá el número de metros cuadrados de revestimiento de material selecto construido. Al calcular

el área, el largo será el que tenga el trabajo ejecutado y el ancho, el construido dentro de lo delimitado y dimensionado en las secciones típicas de pavimento, y de acuerdo con los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos o lo que indique el Ingeniero Supervisor.

Los Pasos a seguir por el Supervisor para el control de esta actividad se enumeran a continuación:

III.2.2 El Supervisor verificará que el material selecto sea de calidad uniforme y exento de residuos de material perjudicial o extraño. Debe tener un peso unitario suelto no menor de 1280 kilogramos por metro cúbico. El tamaño máximo del agregado grueso del material no debe exceder de 10 centímetros; el que sea de mayor tamaño debe ser retirado en el lugar de extracción. Dicho material debe tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, de acuerdo a lo establecido por las normas AASHTO T-89 y T-90 respectivamente.

El % de desgaste de los materiales no sobrepasará el 50%, de acuerdo a lo establecido en la norma AASHTO T-96. Así mismo, se realizarán pruebas de intemperismo

mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, según norma AASHTO T-104.

- III.2.3 Verificará que el material selecto sea esparcido y compactado uniformemente en todo el ancho de la superficie preparada de la carretera (subrasante) con el espesor que indiquen los planos. Dicho material deberá tener un CBR por lo menos de un 80% en estado compactado y un % de expansión de la muestra durante la saturación no mayor de 1%, según lo establecido en la norma AASHTO T-116.

### III.3 CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE

#### III.3.1 DESCRIPCIÓN

La sub-base se define como las capas de material especificado o seleccionado de espesor establecido, colocado sobre una subrasante para sostener la capa de base.

En toda la extensión de la carretera, antes de la construcción de la base, se construirá, cuando sea necesaria, una sub-base estabilizada; de lo contrario, la base se construirá directamente sobre la subrasante debidamente tratada como se indica en la sección III.1.

En algunas ocasiones se hace necesario la construcción de una sub-base, para facilitar el drenaje del pavimento y la construcción del resto de la estructura. Tiene la capacidad para absorber algunos cambios de volumen de la subrasante y, además, se coloca principalmente con fines económicos, dado que actúa como una sustitución parcial de la base.

#### UNIDAD DE MEDIDA.

Se medirá el número de metros cúbicos de sub-base colocadas en su posición final.

Para el control de este proceso, el supervisor deberá guiarse de acuerdo a lo descrito a continuación:

- III.3.2 Verificar que la sub-base tenga el espesor que señalen los planos o indique el supervisor, de acuerdo con la capacidad de soporte de la subrasante.
- III.3.3 Verificar que la sub-base que se construya tenga un valor soporte por lo menos igual a treinta de acuerdo a lo estipulado en la norma AASHTO T-193.
- III.3.4 El valor soporte deberá ser obtenido mediante la construcción de la sub-base con materiales apropiados

obtenidos en la excavación misma, o en bancos de préstamo, o mediante la estabilización del material corrigiéndolo con la adición de materiales adecuados para ese efecto, tomando en cuenta sus deficiencias de granulometría, plasticidad, etc.

III.3.5 El supervisor controlará que en la construcción de la sub-base se utilicen los mejores materiales disponibles provenientes de los cortes o de los bancos de préstamo; estos materiales seleccionados serán usados por separado o mezclándolos para poder obtener el valor soporte requerido.

III.3.6 El supervisor, no permitirá el uso de terrones de arcilla, materias orgánicas y otras sustancias deletéreas en la construcción de la sub-base; además, cuando existan pedruscos mayores de 7.0 centímetros, éstos deberán ser retirados de la fuente de aprovisionamiento, salvo cuando se trate de rocas de tal naturaleza que se quiebren durante las operaciones de mezcla, motonivelación o compactación.

III.3.7 El supervisor podrá autorizar la utilización de materiales aditivos cuando los materiales del camino y de los bancos de préstamo no tengan el valor soporte especificado; el tipo de material aditivo a utilizar

será el que recomiende el laboratorio y que resulte apropiado para la estabilización. Como ejemplo de materiales aditivos están: arcilla arenosa, roca tamizada, etc.

III.3.8 No debe utilizarse para la construcción de la sub-base los materiales que tengan un índice de plasticidad mayor de 6 (o mayor de 8 cuando existan excelentes condiciones de drenaje), un límite líquido mayor de 30 o una curva de granulometría inadecuada, según normas AASHTO T-90, T-89, T-11 ó T-27 respectivamente.

III.3.9 El supervisor determinará los materiales que sean aceptables para la construcción de la sub-base; los bancos de préstamo que contengan materiales apropiados para base y sub-base, serán mantenidos en reserva, si en opinión del supervisor se prevé escasez de los mismos. La aceptación o el rechazo de los materiales, dependerá de los resultados que arrojen las pruebas del laboratorio.

III.3.10 Para el estricto control de calidad de los materiales a incorporar, el supervisor verificará que se cumpla lo siguiente:

- III.3.10.1 Se hará un ensayo de valor soporte cada 500 metros cúbicos hasta llegar a 3000. En adelante se harán los ensayos cada 3000 metros cúbicos, incluyendo los ensayos de plasticidad y equivalente de arena.
- III.3.10.2 Si los materiales no llenan las características requeridas, en más del 33% de los ensayos, el material debe corregirse o rechazarse.
- III.3.11 Cuando sea necesario mezclar materiales diversos para obtener el valor soporte requerido, el supervisor verificará que dichos materiales sean colocados en una o mas capas que no excedan al espesor compactado de 15 centímetros cada una y siempre que se obtenga una mezcla y compactación satisfactorias de los materiales.
- III.3.12 Si se usa material aditivo para corregir fallas existentes, el supervisor comprobará que éste, se aplique separadamente por cada capa y en la cantidad necesaria para alcanzar por lo menos el valor soporte requerido.
- III.3.13 El material aditivo se mezclará por medio de arado, escarificadora, rastra, motoniveladora, mezcladora rotativa o cualquier otro equipo aprobado por el

supervisor, hasta lograr un valor soporte uniforme en todo el ancho y espesor de la capa.

III.3.14 El supervisor verificará que la densidad de compactación de cada capa que conforman la sub-base, sea por lo menos 95% de la densidad máxima, según la norma AASHTO T-180, método D.

III.3.15 Deberá controlar la compactación cada 400 metros cuadrados en cada una de las capas. Las densidades de campo deberán efectuarse cada 60 metros en los extremos y en el centro de la plataforma, las densidades en los extremos deberán ser hechas a 50 cm. como mínimo del borde o como el supervisor indique.

III.3.16 Deberá controlar que el equipo de compactación sea el adecuado y que la cantidad de equipo utilizados sea el suficiente de acuerdo a la magnitud del proyecto.

### III.4 CAPAS DE BASE

#### III.4.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y la colocación de una o varias capas de asiento con agregado o aditivos si se necesitan, sobre una superficie preparada de acuerdo con

las especificaciones en conformidad razonable con los alineamientos y pendientes, espesores y secciones transversales que figuran en los planos o fuesen fijadas por el supervisor.

La base se define como la parte del pavimento cuya resistencia estructural distribuye en la subrasante las cargas concentradas del tránsito.

Cuando se necesita una base de gran espesor, por razones de economía se construye una parte de ella con especificaciones más bajas y se le denomina sub-base (Ver Sección III.3).

Las mejoras en la capacidad de sustentación de la subrasante se traducen en economías en la construcción de las bases, cuyo costo es alto.

#### UNIDAD DE MEDIDA

- La unidad de medida es el metro cúbico, medidos en su ubicación final después de compactados satisfactoriamente de acuerdo con las especificaciones. Al calcular el volumen de base, su largo, ancho y espesor, estará dentro de los límites y dimensiones indicadas en las secciones típicas de pavimentación y de acuerdo a los alineamientos horizontal

y vertical mostrados en los planos o a los indicados por el ingeniero supervisor.

Los pasos a seguir por el supervisor para el control de este proceso se detallan a continuación:

- III.4.2 El supervisor verificará que la superficie de la base sea acabada a la perfección porque resultaría muy difícil subsanar sus irregularidades cuando sea colocada la carpeta de rodamiento.
- III.4.3 Como máximo, el supervisor permitirá irregularidades de 6 milímetros de altura en cuatro metros de extensión medidos en cualquier dirección.
- III.4.4 Cualquier elevación o depresión que rebase el límite mencionado en el numeral anterior, tiene que ser respectivamente recortada o rellenada con material adecuado y compactado convenientemente.
- III.4.5 A juicio del ingeniero supervisor, los trabajos hechos en campo abierto sólo deben ser ejecutados cuando las condiciones atmosféricas no perjudiquen las operaciones ni la obra final.

- III.4.6 En los trabajos de construcción de bases de materiales estabilizados mecánicamente, el supervisor exigirá que se hagan los trabajos en condiciones atmosféricas que no perturben la humedad óptima necesaria a la compactación del material.
- III.4.7 En los trabajos de bases y pavimentos hechos con materiales bituminosos, el supervisor exigirá que la superficie de aplicación esté seca o contenga una cantidad mínima de humedad, considerada aceptable por el ingeniero supervisor.
- III.4.8 El supervisor debe tener presente que ningún material bituminoso debe colocarse cuando las condiciones del tiempo no permitan el manejo y terminación correcta del trabajo a realizar.
- III.4.9 En el proceso de colocación de la base, el supervisor controlará que todo el material sea colocado sobre el firme preparado y compactado en capas del espesor que indiquen los planos. Cuando se necesite más de una capa, cada una de ellas deberá conformarse y estar compactada antes de que sea colocada la siguiente capa.
- III.4.10 La colocación del material deberá iniciarse en el punto señalado por el ingeniero supervisor. Deberá hacerse el

vaciado desde cajas distribuidoras o desde vehículos especialmente equipados para distribuir el material en una capa continua y uniforme, o camellón. Esa capa o camellón deberá ser de tal tamaño que al ser extendido y compactado, tomando debidamente en cuenta cualquier material para mezcla que tenga que ser añadido en el camino, la capa terminada deberá estar en conformidad razonable con el espesor nominal que figura en los planos.

III.4.11 Cuando se hagan acarrees sobre material colocado previamente, el supervisor velará porque el equipo de acarreo sea dispersado uniformemente sobre toda la superficie de la capa construida anteriormente, con el objeto de que haya un mínimo de rodaduras o de compactado disparejo.

III.4.12 En los tramos con bombeo, el supervisor vigilará porque la compactación se haga longitudinalmente partiendo de las orillas hacia el centro de la carretera; cada pasada de la aplanadora deberá traslapar aproximadamente la mitad de la anterior. Cada vez que la aplanadora se detenga para retroceder o para avanzar, debe hacerlo en un punto distanciado cerca de un metro de aquel en que lo haya hecho en cualquier pasada anterior.

- III.4.13 En los tramos con peralte, el supervisor estará atento a que la compactación se haga desde la orilla más baja hacia la más alta. A veces, para el mejor acabado de la superficie, conviene hacer en diagonal las pasadas finales de la aplanadora.
- III.4.14 Cuando el material esté mezclado uniformemente, la mezcla se deberá extender en forma alisada para el compactado al espesor nominal del plano. Inmediatamente después del esparcimiento y alisado finales, cada capa deberá ser compactada hasta el ancho completo, por medio de rodillos mecánicos de ruedas lisas, rodillos con ruedas neumáticas, u otro equipo aprobado para la compactación.
- III.4.15 El supervisor vigilará porque cualquier irregularidad o baches que surjan, sean corregidos aflojando el material en esos lugares y añadiendo o quitando material, hasta que la superficie quede lisa y uniforme, a lo largo de las aceras, cabezales y muros, y en todos los lugares inaccesibles para el rodillo, el material de base deberá ser completamente compactado con apisonadores aprobados.
- III.4.16 El grado de compactación que el supervisor deberá exigir, será no menos del 95% de la máxima densidad

determinada de acuerdo con el método D de AASHTO T-180, u otro método aprobado.

III.4.17 Realizar densidades de campo, en todos aquellos sitios señalados por el supervisor. Se recomienda que se hagan cada 20 metros y alternadamente a ambos lados y en el centro de la plataforma, los ensayos deberán estar de acuerdo a lo establecido en la norma AASHTO T-191 u otro método aceptado. Posiblemente se requiera la corrección de partículas de tamaño mayor que el regular, para ello se empleará la norma AASHTO T-224.

III.4.18 El ingeniero supervisor deberá tomar mediciones en agujeros de prueba escogidos al azar, para comprobar la profundidad y densidad especificada durante el adelanto de la obra.

III.4.19 En general, el supervisor vigilará porque se utilice el equipo adecuado (y en la cantidad adecuada) de acuerdo a las características del proyecto y al tipo de actividad que se esté ejecutando en ese momento.

## III.5 BASES DE ARENA - ARCILLA

### III.5.1 DESCRIPCIÓN

Las mezclas de arena y arcilla tienen considerable resistencia a la desintegración, razón por la cual pueden soportar la circulación de tránsito ligero, pero su estabilidad decrece al rebasarse el contenido de humedad por encima de la óptima. Protegidas por un buen drenaje subterráneo y por una capa de rodamiento pueden formar bases y sub-bases bastante buenas.

Las mezclas estabilizadas de arena y arcilla se componen principalmente de estos materiales, aunque generalmente tienen también limo; se recomienda la incorporación de grava fina siempre que sea posible. La mezcla puede ser natural o artificial, convenientemente dosificada. A veces alguno de los materiales, arena o arcilla, se encuentran en la subrasante, en cuyo caso se añade el otro.

Los materiales, equipo y proceso constructivo deben cumplir con ciertos requisitos y el supervisor vigilará que éstos sean cumplidos tal como se establecen en las especificaciones técnicas.

**UNIDAD DE MEDIDA:**

La medida se hará por el número de metros cúbicos de base ARENA - ARCILLA contruidos satisfactoriamente.

Las actividades a realizar por parte del Supervisor para el control de la calidad de los materiales, proceso constructivo y equipo, se enumeran a continuación:

III.5.2 En cuanto a los materiales, el Supervisor verificará que la arena sea dura, angulosa y perfectamente silícea. El ligante arcilloso debe ser de calidad uniforme y estar libre de terrones, materia vegetal y substancias deletéreas. Todo el material debe pasar por el tamiz de 37.6 mm. (1 ½"); es conveniente que en el tamiz No. 10 quede retenido del 10 al 25%, aunque podrá admitirse material que pase totalmente. La granulometría del que pasa el tamiz No. 10 estará dentro de los límites que se expresan a continuación:

TAMIZ No.	PORCENTAJE EN PESO DEL MATERIAL QUE PASA LOS TAMICES DE ABERTURA CUADRADA U. S. STANDARD					
	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
2 mm (No. 10)	100		100		100	
0.425 mm (No. 40)	40	- 80	40	- 80	40	- 80
0.180 mm (No. 80)	25	- 65	35	- 48	20	- 40
LIMO	7	- 20	8	- 15	9	- 18
ARCILLA	3	- 20	9	- 20	12	- 22

La fracción que pasa por el tamiz No. 200 no será mayor que la mitad de la que pasa por el tamiz No. 40. El límite líquido no será mayor de 25, ni el índice de plasticidad mayor de 6.

III.5.3 Verificará que este tipo de base posea un CBR no menor del 50% y un hinchamiento no mayor del 1% después de 4 días de saturación, determinados por las normas AASHTO T-193 y T-190, respectivamente.

III.5.4 El supervisor controlará la calidad de los materiales y lo hará de la forma siguiente:

III.5.4.1 Valor soporte, un ensayo cada 500 metros cúbicos hasta llegar a 3000 metros cúbicos. En adelante se harán ensayos cada 5000 metros cúbicos.

III.5.4.2 Abrasión, un ensayo cada 10,000 metros cúbicos de material original. Después cada 20,000 metros cúbicos de material producido.

III.5.4.3 Plasticidad y equivalente de arena, un ensayo cada 1000 metros cúbicos de material producido y uno cada 5000 metros cúbicos colocado.

III.5.4.4 Si los materiales no llenan las características requeridas, en más del 33% de los ensayos, el material debe corregirse o rechazarse.

III.5.5 La cantidad de Equipo a utilizar deberá estar de acuerdo a la magnitud e importancia del Proyecto a ejecutar y deberá estar formado por lo menos de los siguientes tipos de maquinaria:

- Escarificador o pulverizador - mezclador.
- Arado de discos.
- Arado de rejas.
- Motoniveladora.
- Rodillos de pata de cabra o equivalentes.
- Aplanadora de ruedas neumáticas.
- Equipo de distribución de agua.

El Supervisor dará su aprobación del equipo, especialmente respecto a su funcionamiento; todo el equipo deberá estar en la obra antes de que se de inicio a los trabajos.

III.5.6 En cuanto al proceso constructivo, el Supervisor verificará que la base sea construida sobre una subrasante ajustada al trazo, perfiles longitudinal y transversal, bombeo y peralte proyectados, su superficie debe ser exacta, tersa y tener una densidad no menor de 95% de la máxima. Cuando se utilice para la mezcla el suelo de la subrasante, ésta se escarificará hasta la profundidad uniforme señalada en los planos, o que indique el ingeniero supervisor, dejando a dicha profundidad una superficie continua sin alterar. El suelo escarificado se pulverizará hasta que quede en condiciones de ser mezclado y debe dejarse uniformemente distribuido en todo lo ancho de la carretera.

III.5.7 El supervisor deberá dar instrucciones, sobre la manera de colocar los materiales, en caso de usar dos graduaciones en el material pétreo. Por lo general se coloca primero el más grueso y encima el más fino.

III.5.8 El Supervisor verificará que todos los materiales sean mezclados lo más uniformemente posible, por medio de motoniveladora y arados de disco, se empleará el agua necesaria sin pasar de la humedad óptima de compactación determinada en el laboratorio.

Cuando la mezcla esté terminada satisfactoriamente, se distribuirá y conformará con la motoniveladora de acuerdo con el trazo, perfiles longitudinal y transversal, bombeo y peralte, abarcando todo lo ancho de la explanación y agregándose el agua necesaria para compensar las pérdidas por evaporación.

III.5.9 Una vez terminada la actividad anterior el Supervisor podrá autorizar la compactación, para lo cual se utilizarán rodillos de pata de cabra o aplanadora de ruedas neumáticas, según el mayor o menor contenido de arcilla en la mezcla. La compactación debe hacerse progresar gradualmente de los bordes al centro del camino, salvo en las curvas peraltadas, donde se hará desde el borde inferior de la carretera al superior. La terminación de la compactación debe de hacerse, en todo caso, con aplanadora de ruedas neumáticas. La compactación se controlará siguiendo el método indicado en la sub-sección III.3.15. Solo que las densidades se realizarán a cada 20.0 metros.

III.5.10 Durante todo el proceso de mezcla, distribución y compactación, el supervisor deberá verificar que no se produzcan irregularidades en la superficie, en caso de que existan dichas irregularidades, deberá añadirse o eliminarse material según sea el caso, volviendo a conformar y compactar adecuadamente, hasta alcanzar una densidad no menor del 100% de la densidad máxima.

III.5.11 Cuando la base esté construida por dos o más capas, el Supervisor verificará que éstas sean aproximadamente iguales en espesor. Cada capa será colocada y mezclada como se ha indicado para el caso de una sola capa, pero en la operación de agregar una segunda o tercera capa, el equipo debe operarse de manera que rompa la parte superior de la capa subyacente y penetre en ella aproximadamente dos centímetros.

## III.6 BASE DE SUELOS Y AGREGADOS

### III.6.1 DESCRIPCIÓN

La adición de grava o agregado es una de las maneras de mejorar la capacidad de soporte del suelo. Siempre que tenga las condiciones requeridas se podrá utilizar en la mezcla el suelo de la subrasante.

Las mezclas establecidas de suelo y agregado, se forman con agregado mezclado natural o artificialmente con el suelo, o con material de relleno que actúa como ligante, hasta formar un material clasificado.

Esta actividad comprende: el apilamiento, almacenamiento, transporte, tendido, mezcla, humedecimiento, conformación y compactación del material; la regulación del tránsito; así como el control del laboratorio de todas las operaciones necesarias para construir la base de grava o piedra triturada en una o varias capas conforme a lo indicado en los planos; ajustándose razonablemente a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación.

**LA UNIDAD DE MEDIDA:**

La medida se hará por el número de metros cúbicos de base de suelo y agregados construidos satisfactoriamente.

Los lineamientos generales a seguir por el supervisor para la correcta ejecución de esta actividad se enumeran a continuación:

- III.6.2 El supervisor controlará la calidad de los materiales a incorporar de acuerdo a lo descrito en la sub-sección

III.3.10; para las partículas planas o alargadas se hará un ensayo cada 100 metros cúbicos de los primeros 1000 producidos, después cada 5000 metros cúbicos colocados. En cada banco se deberá hacer un ensayo de granulometría cada 50 metros cúbicos y enseguida cada 200 metros cúbicos.

III.6.3 Verificará que los materiales cumplan con una granulometría adecuada. A continuación se indican cuatro tipos de granulometría utilizados en la construcción de bases y sub-bases con suelo agregado.

TIPO A:

Se compondrá de mezclas naturales o artificiales de suelos arcillosos o calcáreos con gravilla, arena u otros agregados. El retenido en el tamiz No. 4 se compondrá de partículas duras, durables y estarán libres de sustancias deletéreas o perjudiciales.

TIPO B Y C:

Los materiales de esos tipos consistirán en mezclas naturales o artificiales de grava, piedra o escoria y suelo poco arcilloso. El agregado grueso será grava, piedra o escoria natural y contendrá material laminar u otros materiales de rápida descomposición. El

agregado fino estará compuesto de productos de cernido y suelo cohesivo.

TIPO D:

Estos materiales se compondrán de grava, residuos de cernido de piedra y escoria, arena o mezclas duras, libres de sustancias perjudiciales o deletéreas y de graduación uniforme de gruesa a fina.

La granulometría de la mezcla estará dentro de los límites del cuadro siguiente. En todos los casos la fracción que pase por el tamiz No. 200 será menos de la mitad de la que pase por el tamiz No. 40. El Límite líquido no será mayor de 25 ni el índice de plasticidad mayor de 6, fijadas por las normas de AASHTO T-89 y T-90 respectivamente.

TAMICES	Porcentaje en peso del material que pasa los tamices de abertura cuadrada U.S. STANDARD			
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
50.88 mm (2")			100	
37.6 mm (1½")			70 - 100	
25.4 mm (1")	100	100	55 - 85	
19 mm (¾")		70 - 100	50 - 80	100
9.5 mm (3/8")		50 - 80	40 - 70	
4.75 mm (No. 4)		35 - 65	30 - 60	70 - 100
2 mm (No. 10)	65 - 100	25 - 50	20 - 50	35 - 80
0.841 mm (No. 20)	55 - 90			
0.425 mm (No. 40)	35 - 70	15 - 30	10 - 30	25 - 50
0.075 mm (No. 200)	8 - 25	5 - 15	5 - 15	8 - 25

III.6.4 La cantidad de equipo a utilizar deberá estar de acuerdo a la magnitud e importancia del proyecto a ejecutar y deberá estar formado por lo menos por los siguientes tipos de maquinaria:

- Escarificador o pulverizador - mezclador.
  - Arado de discos.
  - Arado de rejas.
  - Motoniveladora.
  - Pisones de mano y mecánicos.
  - Rodillos de pata de cabra o equivalentes.
  - Aplanadora de ruedas neumáticas.
  - Equipo de distribución de agua.
- El supervisor dará su aprobación del equipo, especialmente respecto a su funcionamiento. Todo el equipo deberá estar en la obra antes de que se dé inicio a los trabajos.

III.6.5 En cuanto al proceso constructivo, el supervisor verificará que la base sea construida sobre la subrasante ajustada al trazado, perfiles longitudinal y transversal, bombeo y peralte proyectados; su superficie debe ser exacta, tersa y tener una densidad no menor de 95% de la densidad máxima.

- III.6.6 Cuando se utilice para la mezcla el suelo de la subrasante, el supervisor verificará que esta sea escarificada hasta la profundidad uniforme señalada en los planos, dejando intacta una superficie continua a dicha profundidad. El suelo escarificado se pulverizará hasta que quede en condiciones de ser mezclado y distribuido uniformemente en toda la anchura o formando camellones a lo largo de la carretera.
- III.6.7 Verificar que todos los materiales sean mezclados lo mas uniformemente posible por medio de motoniveladoras y arados de discos. El agua a emplear será la necesaria para la mezcla, sin sobrepasar la humedad óptima de compactación. Luego, la mezcla se depositará en camellones de sección uniforme para ser distribuida y compactada después.
- III.6.8 Una vez preparada la mezcla en camellones, el material deberá ser distribuido con motoniveladora por toda la explanación; cuando sea requerido se agregará el agua que haga falta para compensar las pérdidas por evaporación. La conformación se continuará hasta que el material haya adquirido la forma debida en planta, perfil y sección transversal.

- III.6.9 Realizada la actividad anterior, el supervisor podrá autorizar el comienzo de la compactación, que deberá ir progresando gradualmente de los bordes de la carretera hacia el centro, salvo en las curvas peraltadas, donde la compactación progresará del borde bajo hacia el elevado.
- III.6.10 La utilización de rodillos pata de cabra, podrá ser autorizado por el supervisor cuando el suelo sea algo arcilloso, aunque la terminación se haga por medio de aplanadora de ruedas neumáticas, se podrá usar también para el acabado, aplanadora de cilindros lisos. En lugares de difícil acceso, el supervisor podrá autorizar la utilización de pisones de mano o mecánicos.
- III.6.11 Durante todo el proceso de compactación, el supervisor velará porque no se produzcan irregularidades en la superficie, de lo contrario se agregará o quitará material empleando la motoniveladora y compactando adecuadamente.
- III.6.12 El supervisor deberá realizar, con la frecuencia necesaria, comprobaciones de la humedad y densidad de la compactación, la cual se continuará hasta alcanzar por lo menos el 100% de la densidad máxima. La

compactación se controlará siguiendo el método indicado en la sub-sección III.3.15, solo que las densidades de campo se realizarán a cada 20.0 metros.

- III.6.13 Verificará que este tipo de base posea un CBR no menor del 80% y un hinchamiento no mayor del 1%, determinados según norma AASHTO T-190 y T-193.

### III.7 BASES DE SUELO-CEMENTO

#### III.7.1 DESCRIPCIÓN

Las mezclas de suelo-cemento tienen diversas aplicaciones en las construcciones de bases y sub-bases para carretera.

Se distinguen las mezclas ricas, que suelen contener del 5 al 15% de cemento y las mezclas pobres, que contienen menos de 5% de cemento. También se denominan a estas mezclas, "estabilización con cemento", en vez de suelo-cemento. La adherencia de las mezclas ricas a las carpetas de asfalto que se construyen sobre ellas es generalmente mala. En las mezclas pobres la adherencia es mucho mejor.

El suelo-cemento no debe ser empleado como superficie de rodamiento porque no resiste a la acción directa del tránsito.

La estabilización con cemento consiste en escarificar, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar, hasta que quede razonablemente ajustada de conformidad con la alineación, niveles y secciones transversales que indiquen los planos o que fije el ingeniero supervisor.

Desde hace algunos años se están usando con buenos resultados mezclas pobres en capas de 10 centímetros inmediatamente debajo de los pavimentos de concreto de cemento portland; esto se hace para evitar la posibilidad de que se forme lodo y de que ocurra el fenómeno de bombeo que destruye esos pavimentos. Las bases y sub-bases de suelo-cemento se consideran especialmente adecuadas para zonas donde no haya piedra y además no se encuentre arena de buena calidad.

**UNIDAD DE MEDIDA:**

Se hará por el número de metros cúbicos de base de suelo - cemento construidos satisfactoriamente.

Los lineamientos generales a seguir por el supervisor para la correcta ejecución de esta actividad se enumeran a continuación:

- III.7.2 En cuanto a los materiales a utilizar, el supervisor exigirá que estos sean de primera calidad; específicamente para el cemento, este deberá ser cemento portland normal, aunque puede permitirse el uso de cemento de alta resistencia inicial.
- III.7.3 El supervisor no deberá permitir cemento que se haya humedecido, deteriorado o mezclado con otros materiales durante el transporte, manejo o almacenamiento.
- III.7.4 Exigirá que el agua que se emplee sea limpia, clara y estar libre de sales, aceites, ácidos, álcalis perjudiciales, materia orgánica y otras materias deletéreas.
- III.7.5 Verificará que el suelo a utilizar para la construcción de la base, no contenga más de 2% de materia orgánica.
- III.7.6 Controlará que las proporciones de agua y cemento, estén de acuerdo con el tipo de suelo a utilizar, de igual forma deberán adaptarse al tipo de suelo, el

proceso de preparación de la mezcla, como también el equipo utilizado.

III.7.7 El supervisor podrá permitir el uso de suelos procedentes de las excavaciones hechas para la explanación de las carreteras procedentes de bancos de préstamo, los de la propia subrasante o mezclas de los materiales de todas esas procedencias, siempre y cuando sea de buena calidad y cumpla con los requisitos establecidos tales como la granulometría

III.7.8 Para la granulometría, límite líquido e índice plástico del suelo a utilizar, conviene que el supervisor se ajuste a los valores indicados a continuación:

TAMICES	PORCENTAJE EN PESO DEL MATERIAL QUE PASA LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA U.S. STANDARD
75.6 mm (3")	100
4.75 mm (No. 4)	50 - 100
0.425 mm (No. 40)	15 - 100
0.075 mm (No. 200)	0 - 50
Límite líquido, no mayor de 40; índice plástico, no mayor de 8, verificados según normas AASHTO T-89 y T-90.	

III.7.9 El control de la calidad de los materiales se hará como sigue:

- III.7.9.1 Compresión, mojado y secado, un ensayo cada 300 metros cúbicos en los primeros 3000 metros cúbicos de mezcla, cada vez que se modifique la fórmula de dosificación; después, cada 3000 metros cúbicos para mezcla en planta y por cada 1500 metros cúbicos para mezcla en el camino.
- III.7.9.2 Se requiere un ensayo cada vez que se cambie de fuente de aprovisionamiento de agua.
- III.7.9.3 Si los materiales no llenan las características requeridas, en más del 20% de los ensayos, el material debe corregirse o rechazarse.
- III.7.10 La proporción de cemento, comprendida normalmente entre 120 y 240 kg/m<sup>3</sup>. de suelo-cemento compactado, así como las proporciones de los otros materiales, dependen principalmente de las características del suelo. Por esta razón el pavimento se construirá con suelo de los bancos de préstamo señalados en los planos y con la mezcla de suelo-cemento diseñada en el proyecto. Sin embargo, si un nuevo estudio demostrara durante la construcción la posibilidad de preparar otra mezcla con suelo procedente de otros bancos y proporciones diferentes de cemento y agua, pero con tanta o mayor resistencia y durabilidad que la mezcla original y a

precio igual o inferior, podrá emplearse previa aprobación del Ingeniero Supervisor. Los ensayos para estudios comparativos de suelo-cemento, serán los designados por la "Sociedad Americana para el ensayo de Materiales" con el título de ASTM D-559 y los de roturas de cilindros 10 x 10 cms. ( 4"x 4"), a los 7 días de preparados.

III.7.11 El contenido de agua debe ser el correspondiente a la humedad óptima obtenida con el ensayo de compactación Próctor AASHTO T-134, aunque para los suelos limosos y arcillosos podrá excederse la humedad óptima en un 1%.

III.7.12 La cantidad de equipo a utilizar deberá estar de acuerdo a la magnitud e importancia del proyecto a ejecutar y deberá estar compuesto esencialmente por las máquinas siguientes:

- Escarificador o pulverizador - mezclador.
- Arado de discos.
- Arado de rejas.
- Planta estabilizadora móvil.
- Distribuidor de agua.
- Motoniveladora.
- Rodillos de pata de cabra o equivalente.
- Aplanadora de ruedas neumáticas.

- Aplanadora Tandem

- Podrá usarse máquinas combinadas que llenen la función de varias. El supervisor dará su aprobación del equipo, especialmente respecto a su funcionamiento; todo el equipo deberá estar en la obra antes de que se dé inicio a los trabajos.

III.7.13 En cuanto al proceso constructivo, el supervisor verificará que la pulverización del suelo se lleve a cabo en una planta mezcladora móvil (de preferencia), hasta lograr que el 80% del suelo pase por el tamiz No. 4, excluyendo la piedra y la grava.

III.7.14 Cuando existan suelos difíciles de pulverizar en su estado natural, el supervisor exigirá, que éste sea humedecido con anticipación a la pulverización, por lo menos 24 horas antes, sin llegar a la humedad óptima de compactación.

III.7.15 Controlar la humedad, en el momento de iniciarse la pulverización especialmente cuando exista un buen porcentaje de arcilla.

III.7.16 Controlar que el proceso de estabilización con cemento, se haga utilizando plantas de funcionamiento

satisfactorio, de manera tal que puedan realizar en una sola operación el trabajo siguiente: cortar hasta una profundidad determinada, pulverizar el suelo, distribuir y dispersar uniformemente el cemento y el agua, mezclar los materiales y distribuirlos en una capa de espesor uniforme.

- III.7.17 Controlar periódicamente el funcionamiento de la planta estabilizadora, de tal forma que se logre una precisa profundidad del suelo tratado, se obtenga una mezcla uniforme de los materiales, que la dispersión del agua a través de toda la masa sea apropiada y que la capa de materiales mezclados sea uniforme.
- III.7.18 Cuando existan pérdidas del agua debido a la evaporación, el supervisor permitirá agregar agua hasta un máximo de 2% del agua requerida.
- III.7.19 El supervisor podrá verificar la calidad de la mezcla suelo-cemento, con el contenido óptimo de humedad; cuando ésta (la mezcla) no presente pastosidad, fango y ni manche la piel, al cogerlo con la mano ésta se humedezca y al soltarlo, se moldee fácilmente.
- III.7.20 Realizadas las operaciones arriba descritas, el supervisor podrá autorizar la compactación, la cual se

hará con rodillos pata de cabra, empezando en los bordes del camino y terminando en el centro.

III.7.21 Durante el proceso de compactación, el supervisor deberá controlar que se agregue la cantidad de agua suficiente para lograr la humedad óptima, debiéndose evitar el exceso de agua para que las aplanadoras no desintegren la mezcla.

III.7.22 Cuando al paso de las máquinas, las ruedas de éstas dejen superficies demasiado lisas, el supervisor exigirá que esta superficie sea escarificada con arados de rejas, rastras de púas o equipo similar.

III.7.23 El supervisor verificará que la conformación y compactación finales, se haga con pasadas cuidadosas de la aplanadora hasta lograr una superficie tersa, y lograr el 100% de densidad máxima determinada y comprobada mediante los métodos AASHTO T-134 y T-191

III.7.24 El método de control de la compactación se hará como lo establece lo sub-sección III.3.15, solamente que las densidades de campo se realizarán a cada 20.0 metros.

III.7.25 Verificar que el material estabilizado no sobrepase los 30 minutos sin compactar después de haberse terminado

el proceso de su colocación en una capa de espesor uniforme.

III.7.26 Controlar que el proceso de compactación y afinamiento sea de tal manera que en un tiempo máximo de dos horas, se logre una superficie firme, con una textura libre de laminaciones y material suelto.

III.7.27 Cualquiera que sea el equipo y el método constructivo, el supervisor pondrá especial cuidado en el empalme de cada tramo con el que se haya construido con anterioridad para que no se deteriore en las zonas de viraje de las máquinas y para asegurar la continuidad y uniformidad del tratamiento en toda su longitud y espesor.

III.7.28 Para lograr lo descrito en el párrafo anterior, el supervisor verificará que se dejen juntas de construcción de aproximadamente 0.30 mts. de ancho y de profundidad igual al espesor de la capa de construcción, normal al eje de la carretera, con el lado adyacente al tramo terminado cortado verticalmente; esta junta se dejará entre cada tramo mezclado, conformado y compactado en cada jornada o período de trabajo.

- III.7.29 Tan pronto como se haya terminado la compactación, el supervisor verificará que a la superficie se le dé la debida protección y curado; esta cubierta podrá ser de lona, paja, heno u otro material apropiado y debe mantenerse húmeda durante 7 días; el supervisor no permitirá que se emplee una cubierta de tierra.
- III.7.30 Cuando la superficie de rodamiento sea una carpeta asfáltica entonces se prescindirá de la curación y se aplicará al suelo-cemento una imprimación asfáltica al día siguiente de terminar la compactación, regando previamente la superficie con agua y dejándola escurrir para que penetre el asfalto en el suelo cemento.
- III.7.31 Deberá comprobar periódicamente el espesor de la capa compactada; para ello se deberán excavar o barrenar hoyos de comprobación, a intervalos no mayores de 150 metros ó a intervalos más cortos si es necesario; el espesor de la base será determinado por medidas practicadas en estos hoyos o en las muestras extraídas con el barrenado.
- III.7.32 El supervisor podrá admitir una tolerancia en el espesor total compactado, de más o menos un centímetro de diferencia con relación al espesor indicado en los planos.

- III.7.33 El supervisor no podrá autorizar la apertura al tránsito en todas aquellas zonas terminadas, antes de siete días y siempre que la superficie haya endurecido lo suficiente para evitar que queden huellas o marcas de tránsito.
- III.7.34 Tampoco permitirá que el contratista traslade equipo pesado sobre las porciones terminadas de la base; solamente autorizará el paso de equipo liviano con llantas neumáticas, incluyendo el que sirva para el acarreo del cemento y el agua.
- III.7.35 El supervisor verificará que el contratista mantenga la base con una superficie correcta y satisfactoria hasta que se dé inicio a la construcción de la capa de desgaste o rodamiento.

## III.8 CONSTRUCCIÓN DE HOMBROS

### III.8.1 DESCRIPCIÓN.

La función principal de los hombros, es la de dar refuerzo lateral a las capas de base y de superficie y se define como la parte de la calzada contigua con el carril de recorrido para el estacionamiento de vehículos y para usos de emergencia. Los hombros, al igual que los demás

elementos que conforman la estructura del pavimento, deben cumplir con ciertos requisitos y es obligación del supervisor velar por que sean cumplidos a cabalidad de acuerdo a lo establecido en las especificaciones técnicas, o lo indicado por el Ingeniero Supervisor.

**UNIDAD DE MEDIDA:**

Se medirá el número de metros cúbicos construidos en su ubicación final después de compactados. Al calcular el volumen de hombros, su largo, ancho y espesor, estará dentro de los límites y dimensiones indicados en las secciones típicas de pavimentación y de acuerdo a los alineamientos horizontal y vertical mostrados en los planos.

Pasos a seguir por el Supervisor para el Control de esta Actividad:

- III.8.2 Verificar que la construcción sea hecha de acuerdo con las especificaciones, los alineamientos, pendientes, cotas y secciones transversales señalados en los planos. El material a incorporar será el adecuado y se colocará previa aprobación del Supervisor.

- III.8.3 Verificar que se construyan con los mismos materiales requeridos para la construcción de bases estabilizadas o de una combinación de esos materiales con suelos seleccionados extraídos de las fuentes de excavación indicadas por el Supervisor.
- III.8.4 Controlar que el material que se use para la construcción de los hombros sea el especificado para las bases y que a su vez cumpla con los requisitos siguientes: La Fracción de Material que pase por el TAMIZ No. 40 tendrá un límite líquido no mayor de 35; el índice de plasticidad no será menor de 4 ni mayor de 8. No más del 8% deberá pasar por el TAMIZ No. 200, determinados por las Normas AASHTO T-89, T-90 y T-11 respectivamente.
- III.8.5 Controlar porque ningún material para la construcción de los hombros se coloque sin que antes se haya nivelado y compactado adecuadamente en una superficie pareja y uniforme, sobre la que se construirán dichos hombros; además, esta superficie, tendrá el suficiente declive para obtener un drenaje apropiado, aunque no necesariamente este declive deberá llevarse a su pendiente y forma finales.

- III.8.6 Controlará que el material de los hombros sea colocado y compactado en la misma forma que el material de base; además, deberá mezclarse y esparcirse de manera que se asegure una mezcla uniforme en todo el espesor y el ancho de la capa de hombro.
- III.8.7 Controlará que la densidad de compactación de los hombros sea por lo menos del 90% de la densidad máxima, de manera que se pueda evitar la erosión y permita el tránsito de los vehículos. De preferencia, la faja adyacente a la base o a la carpeta de la superficie debe ser compactada al mismo tiempo que ella y hasta un promedio de densidad no inferior al 95% de la densidad máxima.
- III.8.8 Deberá impedir que el equipo de compactación dañe alguna capa de base o superficie; si tal daño ocurriera, exigirá al contratista que repare por su cuenta dicho daño.

### **III.9 APILAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS**

#### **III.9.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo deberá consistir en la acción y efecto de suministrar y colocar los agregados destinados a la construcción de la obra, protegiéndolos adecuadamente en

lugares apropiados, conservándolos sin contaminación y sin perder sus propiedades.

**UNIDAD DE MEDIDA:**

La medida se hará por el número de metros cúbicos pedidos y colocados en pilas autorizadas. El volumen se debe determinar, utilizando métodos analíticos por medición directa de las pilas formadas.

El supervisor verificará lo siguiente:

- III.9.2 Que los agregados depositados y almacenados, deben cumplir y mantener todos los requisitos especificados para el tipo y características a utilizar según el caso.
- III.9.3 Comprobar que los lugares para colocar los materiales, estén limpios y preparados para la carga, transporte y descarga del agregado, distribuyéndolo en montones o pilas.
- III.9.4 Que las pilas o montones tengan la protección adecuada evitando especialmente la segregación y contaminación; que posean una forma geométrica regular, no

permitiéndose alturas inferiores a 5.0 mts. ni mayores de 20.0 mts.

- III.9.5 Los lugares destinados al apilamiento deben prepararse debiendo tener una superficie sensiblemente horizontal, pero que permita un drenaje superficial adecuado, con pendiente no mayor del 8%.

### III.10 PAVIMENTOS BITUMINOSOS MEZCLADOS EN PLANTA GENERAL

#### III.10.1 DESCRIPCIÓN.

Este trabajo consistirá en la construcción de una o varias capas de agregado que serán ligadas con mezcla bituminosa. Éstas serán construidas sobre la base preparada de acuerdo a las especificaciones y requisitos específicos del tipo bajo contrato, y siguiendo la alineación, niveles, espesores y perfiles típicos que figuran en los planos.

Los asfaltos del petróleo se utilizaron primeramente en los Estados Unidos para el tratamiento de caminos en 1894. La producción de materiales de pavimentación, extraídos de los petróleos crudos-domésticos.

Las diversas clases de materiales de pavimentación se mencionan a continuación:

Aceites de camino de lenta curación (SC). Son destilados de petróleo con las fracciones volátiles ligeras separadas en gran medida. Son aceites de lenta curación, se endurecen o fraguan muy lentamente. La consistencia de estos aceites de lenta curación a las temperaturas normales varían desde líquidos ligeros (SC-0), hasta semisólidos (SC-6).

Los cementos Asfálticos (AC). Son hidrocarburos semisólidos que quedan después de que los aceites lubricantes y aceites combustibles han sido separados del petróleo. La consistencia de los cementos asfálticos se dan en términos de la penetración, que es la distancia que una aguja normal penetra en una muestra bajo condiciones conocidas de carga, tiempo y temperatura. La calidad más blanda es el de penetración 200-300, la más dura es la de penetración 30-40.

Asfaltos diluidos de curación media (MC). Son cementos asfálticos rebajados o diluidos a una mayor fluidez, mezclando con destilados del petróleo o aceite diesel ligero que se evaporan a una velocidad relativamente baja.

La consistencia varían desde líquidos ligeros (MC-0) con un 50% de diluyente, hasta casi semisólidos (MC-5).

Asfaltos diluidos de curación rápida (RC). Son cementos asfálticos diluidos con un destilario de petróleo tal como la gasolina o la nafta, que se evaporan rápidamente. Las consistencias varían de RC-0 a RC-5.

Los Asfaltos emulsionados son mezclas en las cuales se dispersan glóbulos diminutos de asfalto en agua o en una solución acuosa por medio de un emulsionador. Su aplicación es a temperatura ambiente y cuando se evapora el agua, el asfalto de pavimentación queda como residuo. Las designaciones no son uniformes y varían desde el de fraguado rápido (RS); fraguado medio (MS) y fraguado lento (SS).

Asfaltos aireados u oxidados. Estos se producen cuando se hace pasar aire a través de los materiales asfálticos calentados. Su uso en carreteras está limitado en gran medida a la impermeabilización de estructuras y al relleno de juntas de los pavimentos de concreto.

A continuación se presentan la tabla 1; la cual indica la variación de temperatura de aplicación de los diferentes tipos de materiales de pavimentación.

**TEMPERATURAS A LAS CUALES VARIOS MATERIALES DE PAVIMENTACIÓN  
DEBEN APLICARSE**

MATERIAL		TEMPERATURA °F		
DESCRIPCION	DESIGNACION	COND. AMB.	MIN	MAX
Cemento Asfáltico	60-70,70-80, 85-100 .	121-323	107	177
Cemento Asfáltico	150-200, 200-300	121-273	107	163
Tapaporos Asfáltico impermeable al agua	Tapaporos A	10-26,76	4.4	38
Asfalto Líquido de curación rápida	RC-0 y RC-1	23.9-52	10	66
Asfalto Líquido de curación rápida	RC-2 y RC-3	38-66	23.9	80
Asfalto Líquido de curación rápida	RC_4 y RC-5	80-107	66	121
Asfalto Líquido de curación media	MC-0 y MC-1	23.9-52	10	80
Asfalto Líquido de curación media	MC-2 y MC-3	66-93	52	107
Asfalto Líquido de curación media	MC-4 y MC-5	92-121	80	135
Asfalto Líquido de curación lenta	SC-0 y SC-1	23.9-52	10	80
Asfalto Líquido de curación lenta	SC-2 y SC-3	80-107	66	121
Asfalto Líquido de curación lenta	SC-4, SC5 y SC-6	107-183	93	191
Emulsión asfáltica	RS,MS,SS,WPE	15.6.49	10	66
Llenador de Ladrillos	F-1	204-246	191	260
Llenador de Ladrillos	F-2	246-280	232	274
Asfalto impermeabilizador	WPA	149-177	135	191
Asfalto pulverizado	Polvo A			

MATERIAL		TEMPERATURA °F		
DESCRIPCION	DESIGNACION	COND. AMB.	MIN	MAX
Tapaporos impermeabilizador de alquitrán	Tapaporos T	10-26.66	4,4	38
Alquitrán ligero	RT-1, RT-2, RT-3	26.66-49	15.6	60
Alquitrán mediano	RT-4, RT-5, RT-6	52,66	38	93
Alquitrán pesado	RT-7, RT-8, RT-9	85-107	80	121
Alquitrán de alto carbón	RT-10, RT-11, RT-12	85-107	80	121
Disoluciones de alquitrán	RTCB-5, RTCB-6	26.7-49	15.6	49
Turba impermeabilizadora	WPP	121-177	93	191

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

La supervisión realizará los siguientes trabajos.

- III.10.2 Cuidar que las mezclas bituminosas se compongan de una mezcla de materiales pétreos y bituminosos.
- III.10.3 Aprobar, antes que el contratista produzca mezclas bituminosas y por escrito, una fórmula de control para cada mezcla.

- III.10.4 Comprobar que el cemento asfáltico sea el especificado en los planos, debiendo tener un grado de penetración entre 20 y 200, pudiendo utilizar alquitrán u otro material bituminoso aprobado por la supervisión.
- III.10.5 Con respecto al agregado grueso, el supervisor verificará lo siguiente:
- III.10.5.1 Que esté formado por grava triturada o piedrín, constituido por fragmentos limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas y exento de material cubierto de tierra u otra materia inapropiada.
- III.10.5.2 Que se le realice la prueba de desgaste, determinada por el método de los Ángeles, no debiendo ser mayor del 40%
- III.10.5.3 Que cumpla con los requisitos de granulometría requeridos en las especificaciones técnicas o en la norma correspondiente.
- III.10.6 Con respecto al agregado fino, el supervisor verificará lo siguiente:

- III.10.6.1 Que sea arena natural o un agregado preparado con grava o piedra triturada.
- III.10.6.2 La arena debe pasar el tamiz 9.5 mm (3/8") y ser retenido por el tamiz No. 10; en general, la granulometría debe apegarse a los requisitos exigidos por las especificaciones técnicas.
- III.10.6.3 La arena debe estar libre de basura, madera y otras materias perjudiciales.
- III.10.6.4 Antes de utilizar cualquier agregado, la supervisión obtendrá muestras representativas de la fuente y realizadas las pruebas, informará al contratista si los materiales de las muestras están de acuerdo o no con los requisitos de las especificaciones.
- III.10.6.5 En general deberá pedirse el control de la calidad de los materiales así:
- Abrasión, desintegración y desvestimiento, un ensayo cada 2000 m<sup>3</sup>
  - Peso unitario, cara fracturada y partículas planas y alargadas, un ensayo cada 100 m<sup>3</sup>
  - Granulometría, un ensayo cada 100 m<sup>3</sup>
  - Plasticidad y equivalente de Arena, un ensayo cada 1000 m<sup>3</sup>

- Control de la mezcla de concreto asfáltico, ensayos completos de estabilidad y características de la mezcla, incluyendo porcentaje de bitumen y graduación, haciendo extracciones de la mezcla colocada y compactada, cada 100 m<sup>3</sup>

III.10.7 El supervisor examinará, comprobará y verificará de la planta, lo siguiente:

III.10.7.1 Comprobará la capacidad de producción, para cerciorarse de que el suministro será de acuerdo a lo programado.

III.10.7.2 Controlará su buen funcionamiento e indicará su corrección inmediata, cuando se presente un desperfecto mecánico o cualquier otro defecto.

III.10.7.3 Controlará que se disponga de lugares adecuados para el almacenamiento por separado de los materiales existentes para cada tamaño, sin mezclar.

III.10.7.4 Verificará que el tanque para el almacenamiento del material bituminoso cuente con un equipo de calentamiento efectivo y seguro, proporcionando un calor uniforme a todo el contenido de los tanques.

- III.10.7.5 Examinará que se cuente con medios mecánicos de alimentación uniforme hacia la secadora con el objeto de obtener una temperatura y producción uniforme. Así mismo verificará que el alimentador regule la separación de los agregados para lograr una alimentación total y proporcional.
- III.10.7.6 Verificará que cuente con una secadora y que ésta realice el trabajo de secado y calentamiento dentro de los límites permitidos de temperatura.
- III.10.7.7 Verificará que los tamices que se proporcionen para la planta, tengan la suficiente capacidad de tamizar los agregados en una proporción mayor que la total de la mezcladora.
- III.10.7.8 Examinará que cuente con depósitos para almacenamiento con capacidad para abastecer a la planta cuando ésta trabaje a su máxima capacidad y que cada compartimento posea una compuerta de calibración que controle el flujo de material requerido.
- III.10.7.9 Verificará que se cuente con medios adecuados para la obtención del peso o medición volumétrica del material bituminoso para lograr la mezcla especificada para la obra.

- III.10.7.10 Verificará que cuente con equipos termométricos de exactitud apropiada para poder controlar la temperatura en los diferentes procesos y medios adecuados para regularla.
- III.10.7.11 Velará porque la planta se encuentre protegida o esté provista de colectores de polvo cuando éste interfiera con su funcionamiento.
- III.10.7.12 Vigilará que se brinden todas las condiciones de seguridad a los trabajadores, tales como: escaleras de acceso, espacios suficientes, protección de engranaje, poleas, cadenas, ruedas dentadas, etc.
- III.10.8 La supervisión deberá controlar el tiempo de mezclado en las plantas, para lo que se solicitará que ésta esté provista de un medidor de tiempo.
- III.10.9 Cuidar que las pavimentadoras de concreto bituminoso, den el acabado y nivelación requeridos; sin que los cambios menores en elevaciones de la rasante se reflejen en la superficie acabada.
- III.10.10 Verificar que las compactadoras utilizadas sean de 8 a 10 toneladas, del tipo tándem o de tres ruedas y no pesar menos de 36 kg/cm de ancho de rodadura a cada rodillo. En general, las compactadoras deben apegarse

a la capacidad y características exigidas en los planos o especificaciones.

III.10.11 Comprobar que el pavimento bituminoso no sea colocado cuando las condiciones de tiempo no permitan el manejo y la terminación correcta de la mezcla, y sólo deberá colocarse, cuando la superficie que debe recibirlo se halle seca.

III.10.12 Preparación de la superficie existente

III.10.12.1 Examinar que cuando fuese irregular la superficie del pavimento existente o capa de base, se deberá llevar a cabo la uniformidad de dicha base, según lo indiquen los planos respectivos.

III.10.12.2 Revisar que antes de la colocación de las mezclas destinadas al pavimento; la base, capa de nivelación o el pavimento antiguo, deben estar perfectamente libres de tierra o materiales extraños aun de cualquier clase de sobrantes de reparaciones o excedentes de material bituminoso. Todo esto debe retirarse antes del esparcimiento de cualquier mezcla bituminosa.

- III.10.12.3 Verificar que el material bituminoso sea calentado hasta la temperatura especificada, pero no deberá ser mayor de 20°C sobre esta temperatura especificada. El cemento asfáltico no deberá ser calentado a más de 170°C
- III.10.12.4 Verificar que los agregados sean secados y calentados a la temperatura requerida, pero nunca mayor que aquella a la cual el cemento asfáltico tiene una viscosidad cinemática de 150 centistokes, según lo especificado por la ASHTO T-201
- III.10.12.5 Cuidar que todos los agregados preparados sean combinados de acuerdo al diseño de mezcla de la obra, en las cantidades especificadas con el cemento asfáltico. Por ninguna circunstancia el tiempo de mezclado debe ser menor a 60 segundos para obtener una distribución uniforme y completa del material bituminoso en todas las partes del agregado.
- III.10.13 Acarreo, aplicaciones y acabado.
- III.10.13.1 Cuidar que la mezcla sea aplicada y enrasada de acuerdo a pendientes y elevaciones establecidas.

- III.10.13.2 Vigilar que la junta esté en la línea central longitudinal del pavimento si el camino constase de dos carriles; y en su ancho o en las líneas de los carriles, cuando la carretera tuviese más de dos carriles de ancho.
- III.10.13.3 Chequear que en las áreas donde fuese impracticable el empleo de equipo mecánico esparcidor y de acabado, deberá ser extendida, rastrillada y enrasada por medio de herramientas manuales.
- III.10.13.4 Observar que la mezcla sea colocada a una temperatura no menos de 107°C (225°F) midiéndola en el camión justo antes de descargarla.
- III.10.13.5 No deberá permitir que se extienda ninguna mezcla cuando la base o capa de apoyo esté mojada u otras circunstancias impidan un eficiente esparcimiento, acabado y compactado.
- III.10.13.6 No deberá permitirse despachar de la planta ninguna carga de mezcla durante las últimas horas de la tarde, cuando ya no sea posible llevar a cabo su esparcimiento, compactación y terminación. Por necesidad de acelerar tal construcción, la supervisión podrá permitirlo, después de horas de luz diurna,

siempre que se cuente con la suficiente iluminación artificial para que los trabajos realizados se ajusten a las condiciones del contrato y especificaciones. Además, ninguna mezcla podrá ser colocada cuando las condiciones de tiempo, no permitan el manejo y la terminación correcta de la mezcla.

III.10.14 Compactación.

III.10.14.1 La supervisión comprobará la compactación eficiente y uniforme de la mezcla, por medio de densidades que deben cumplir con un 94 a 98% de su densidad teórica según el diseño adoptado y de preferencia, según la AASHTO T-230.

III.10.14.2 Se deberá cuidar el procedimiento de la compactación, que se haga iniciándola en los bordes laterales y progresando hacia el centro, salvo en las curvas peraltadas, donde debe hacerse progresar desde el borde inferior al superior, paralelamente a la línea central de la carretera.

III.10.14.3 En el proceso de compactación también deberá cuidarse de que las diversas pasadas con el rodillo liso, sean traslapadas uniformemente por lo menos la mitad de la amplitud del cilindro.

- III.10.14.4 Verificar que en las zonas inaccesibles para el equipo corriente de compactación, debe efectuarse la misma, eficientemente, por medio de apisonadores de mano o con apisonadores mecánicos, aprobados por la supervisión.
- III.10.14.5 Comprobar que después de colocarse el pavimento, se construyan los hombros, de conformidad con los planos y secciones típicas y que en ningún momento quede una cara vertical de pavimento sin soporte y constituya un riesgo para los vehículos en movimiento.
- III.10.15 Juntas, recortes de bordes y limpieza completa.
- III.10.15.1 Constatar que la colocación del pavimento bituminoso deberá ser tan continua como sea posible.
- III.10.15.2 Cuidar que los bordes expuestos de la carpeta completada deberán ser cortados, alineados y nivelados de acuerdo con lo que requiere la traza, y el material recortado de las orillas deberá ser retirado de la carretera.
- III.10.15.3 Verificar que las juntas de construcción transversales y longitudinales de capas contiguas, deben adherirse bien y la junta debe quedar bien sellada.

III.10.15.4 Chequear que antes de colocar una mezcla fresca, adyacente o contra un pavimento anterior o antiguo, debe rociarse con una capa delgada y uniforme del material bituminoso usado en la mezcla.

III.10.16 Muestreo de aceptación.

III.10.16.1 Para la determinación de la compactación y densidad del pavimento la supervisión tomará muestras mediante sondeos a intervalos no mayores de 200 mts. Estas muestras deben ser secciones cortadas de la carpeta terminada, de por lo menos 15 cm. por lado o núcleos de un diámetro mínimo de 10 cm.

III.10.16.2 Deberá chequear la supervisión que después de la compactación final, el pavimento debe quedar liso y ajustarse a las rasantes y bombeo establecidos. Tendrá el espesor especificado sin admitir una disminución de 6 mm. Se ordenará la reparación inmediata de las prominencias, depresiones y otros; recortando o rellenando la capa de pavimento en dicha zona.

## III.11 CAPA DE FRICCIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO DE GRADUACIÓN UNIFORME

### III.11.1 DESCRIPCIÓN.

Consistirá en la construcción de una capa de superficie sobre un firme, de acuerdo a las especificaciones y en conformidad a las alineaciones, pendientes, espesores y secciones transversales típicas que se muestren en los planos o especificaciones.

UNIDAD DE MEDIDA: M<sup>2</sup>

Las actividades a desarrollar por la supervisión serán las siguientes:

III.11.2 Cuidar que la mezcla bituminosa se componga de una mezcla de material pétreo y bituminoso y que la cantidad de material bituminoso sea entre un 6 y 9% por peso de la mezcla total.

III.11.3 La supervisión deberá solicitar por escrito el diseño de mezcla propuesto así como: el porcentaje de agregado que pase por cada tamiz especificado, el porcentaje de material bituminoso a ser agregado

basado en el peso total y la temperatura de la mezcla, examinándolos y ajustándolos si es necesario para ser utilizados.

Si los resultados de la mezcla son insatisfactorios, la supervisión podrá hacer nuevos cambios o establecer otra nueva fórmula de mezcla.

- III.11.4 De los agregados debe comprobarse que se ajusten a los requerimientos de la sub-sección III.10.5 a III.10.6.5.
- III.11.5 El material bituminoso deberá corroborarse que sea AC-20 según los requisitos de la AASHTO M-226 para cementos asfálticos.
- III.11.6 Las restricciones debidas al estado meteorológico serán apegados a la sub-sección III.10.13.6.
- III.11.7 La planta de mezcla bituminosa deberá estar de acuerdo a los requisitos de la sub-sección III.10.7.
- III.11.8 El equipo de acarreo, aplicación y compactación deberá exigirse de acuerdo a las especificaciones y deberán ser capaces de ejercer una fuerza no menos de 250 lbs

(113 kg) por centímetro del rodillo. Ver sub-sección III.10.9 y III.10.10.

III.11.9 Preparación de la superficie existente

III.11.9.1 Las superficies de contacto como guardacantos, cunetas, bocas de inspección y otras estructuras deberán ser pintadas con una capa delgada, uniforme, de material bituminoso, antes de que la mezcla bituminosa sea aplicada contra ellas.

Cuidar que inmediatamente antes de colocar la mezcla bituminosa, la superficie existente, sea limpiada de cualquier material suelto o perjudicial por medio del barrido u otro método.

III.11.9.2 La preparación de los materiales deberá seguir los pasos de la sub-sección III.10.12.3 a III.10.12.5

III.11.9.3 Cuidar que la aplicación y acabado de la mezcla se haga de acuerdo a la sub-sección III.10.13.

III.11.10 Compactación.

III.11.10.1 Cuidar que después de que la mezcla haya sido aplicada y enrasada, sea compactada entera y uniformemente con

aplanadora. Deberá cuidarse que este procedimiento se haga longitudinalmente comenzando en el borde exterior y progresando hacia el centro. En las curvas peraltadas, la compactación deberá comenzar en lado bajo y progresar hacia el lado alto. La compactación se limitará a lo necesario para compactar la mezcla y unirla a la superficie inferior; deberá evitarse demasiada compactación. La supervisión vigilará que una vez compactada la mezcla deberá ser protegida de todo tránsito hasta que haya adherido y endurecido lo suficiente para resistir el desplazamiento por rozamiento.

III.11.10.2 El muestreo de aceptación deberá ser ejecutado según la sub-sección III.10.16.

### **III.12 PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE**

#### **III.12.1 DESCRIPCIÓN.**

Deberá consistir en la aplicación de una o más capas de pavimento bituminoso, sobre una base preparada de acuerdo a las especificaciones exigidas en los planos.

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

Para el control de esta actividad, el supervisor realizará lo siguiente:

- III.12.2 Los materiales y el empleo de los mismos deberán ser de conformidad con lo estipulado en la sub-sección III.10.2 a III.10.6.5.
- III.12.3 El agregado grueso deberá ser retenido por el tamiz No.8 y se constatará que sea piedra triturada, escoria de alto horno triturada, o de grava triturada y deberá satisfacer los requisitos de calidad de la AASHTO M-79 o AASHTO M-195 para agregado liviano.
- III.12.4 El agregado fino deberá pasar por el tamiz No. 8 y deberá pedirse que sea, arena natural, cerniduras de piedra, escorias de alto horno o una combinación entre ambas; deberá satisfacer los requisitos de la AASHTO M-24 sobre calidad.
- III.12.5 Cuidar que en la capa de desgaste de concreto asfáltico de graduación uniforme, no sean utilizados agregados carbonatados relativamente puros ni cualquier agregado que se sepa que pulen. La pérdida por desgaste no deberá exceder el 40 por ciento de acuerdo a lo establecido en la norma AASHTO T-96.

III.12.6 Verificar que los requisitos sobre graduación de los agregados para pavimentos bituminosos mezclados en caliente en la planta, cumplan con los porcentajes en peso que pasan por las mallas según la AASHTO T-11 y T-27.

III.12.7 Los requisitos para la construcción deben ajustarse a los descrito en la sección III.10.

### III.13 PAVIMENTO BITUMINOSO EN FRÍO

#### III.13.1 DESCRIPCIÓN.

Hay diversos tipos de mezcla asfálticas:

Aquellos en que las mezclas se preparan en caliente y aplicadas en frío, muy utilizados en trabajos de mantenimiento; y los tipos en que las mezclas se preparan en frío y se aplican en frío, que son utilizados tanto en la construcción como en el mantenimiento de carpetas asfálticas.

En los trabajos de mantenimiento deben limpiarse los baches, retirando todo el material suelto, tierra y suciedad. Después debe impregnarse con asfalto rebajado RC-2 y a continuación se aplica la mezcla fría y se le compacta.



### Carpeta de Sello

- Agregado especificado 6-12 kg.
- Bitumen 0.7-1.2 lt.

III.13.5 En el control de los materiales se comprobará la calidad de éstos en los siguientes aspectos:

- Abrasión, desintegración al sulfato de sodio y desvestimiento, un ensayo cada 3000 m<sup>3</sup> de material.
- Peso unitario, caras fracturadas y partículas planas y alargadas, un ensayo cada 200 m<sup>3</sup>
- Granulometría, un ensayo cada 100 m<sup>3</sup>
- Características de plasticidad y equivalente de arena, un ensayo cada 2000 m<sup>3</sup>
- Mezcla asfáltica, ensayo de estabilidad y característica de la mezcla incluyendo porcentaje de bitumen, un ensayo cada 400 m<sup>3</sup> de mezcla colocada y compactada.

- III.13.6 Se verificará que se utilice todo el equipo necesario para la construcción apropiada, y éste debe encontrarse en el lugar de la obra en perfectas condiciones de funcionamiento. Para la mezcla se podrán utilizar mezcladoras corrientes usadas para concreto de cemento portland.
- III.13.7 Las aplanadoras utilizadas en la compactación deben de ser del tipo tándem de 5 a 8 toneladas.  
La mezcla debe hacerse en una planta fija o móvil, ésta deberá mezclar en forma proporcional y eficiente el material bituminoso y el agregado. Secar este último si su humedad es mayor del 2%.  
Las motoniveladoras no debe pesar menos de 6 toneladas.
- III.13.8 Comprobar que la base sobre la que se colocará la superficie de desgaste quede perfectamente limpia antes de recibir la imprimación o riego de liga.
- III.13.9 Verificar que el material bituminoso se caliente a una consistencia que haga posible su bombeo, pero no debe excederse los 60°C para el RC-2 y 70°C para el RC-3
- III.13.10 Cuidar que el mezclado de los agregados y el material bituminoso guarden las proporciones exactas, por peso

o volumen y reunir las características de la sub-sección III.10.12.3 a III.10.12.5

III.13.11 La mezcla podrá permitirse colocar siempre y cuando la superficie esté seca y cumpla con las condiciones mencionadas en la sub-sección III.10.13.

III.13.12 Cuidar que el proceso de compactación se efectúe como se indica en la sub-sección III.10.14 cuidando que se dé la debida protección después de compactado, no permitiendo el tránsito vehicular hasta que haya endurecido y ganado adherencia, para evitar los desplazamientos.

## III.14 IMPRIMACION

### III.14.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la preparación y tratamiento de una superficie ya existente, con material bituminoso y material de secado, en acuerdo razonable con las alineaciones que figuran en los planos o fueron fijados por el Ingeniero.

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

Tareas a realizar por el supervisor para su control:

III.14.2 Verificar que el material bituminoso a utilizar sea de la calidad y del tipo señalado en los documentos contractuales, así como el material de secado, el cual deberá cumplir con una graduación y calidad especificada.

III.14.3 Comprobar que a la hora de aplicar el material bituminoso, se encuentre seca la superficie a tratar o ligeramente húmeda.

- III.14.4 Verificar que el contratista cuente con el equipo adecuado y en buen estado para el calentamiento y aplicación del material bituminoso y de secado.
- III.14.5 Antes de la colocación del material bituminoso, verificar que la superficie sobre la que se aplicará, se encuentre limpia y seca; libre de tierra suelta u otros materiales no aceptables y si lo estima conveniente, hacer una ligera aplicación de agua.
- III.14.6 Comprobar que el material bituminoso sea distribuido uniformemente, controlando para ello, lo siguiente:
- La colocación de guías para el conductor del distribuidor.
  - El correcto funcionamiento del equipo.
  - La temperatura del asfalto antes de proceder a la aplicación.
  - Los niveles del tanque antes y después de la aplicación para determinar el volumen aplicado.
  - La velocidad del vehículo durante la aplicación.
- III.14.7 Exigirá que el material bituminoso sea colocado en el ancho de la sección, por mitades, partiendo de la línea central para permitir el tránsito en un solo sentido y hasta que la parte tratada esté seca desviar el tránsito para tratar la otra mitad.

- III.14.8 Exigir que cuando se realice el riego de la otra mitad, se traslape con el de la primera mitad.
- III.14.9 Cuidar porque estructuras y plantaciones adyacentes no sean salpicadas o dañadas y que ningún resto de material sea tirado en canteras, cunetas o arroyos.
- III.14.10 Controlará que el material de secado sea colocado transcurridas 24 horas, después de la aplicación del material bituminoso. Dicho material puede ser una arena u otro material granular que permita el tránsito.
- III.14.11 Verificará que el espesor de la capa de secado sea tal que no permita que las llantas de los vehículos tengan contacto con el material bituminoso.
- III.14.12 Si el Supervisor así lo considera, debe exigir que se le aplique compactación con llantas neumáticas, para mejorar el efecto del material.
- III.14.13 Antes de la colocación de la capa inmediata superior, verificar que el contratista le dé el debido mantenimiento a la superficie imprimada; consistiendo en esparcimiento adicional, barrido, limpieza y correcciones de grietas y baches que aparezcan.

### III.15 RIEGO DE LIGA

#### III.15.1 DESCRIPCIÓN:

Consiste en la preparación y tratamiento de una superficie ya existente, bituminosa o de hormigón, con material bituminoso, de acuerdo a las especificaciones establecidas. Su objeto es asegurar una perfecta unión entre la carpeta antigua o capa inferior asfáltica o de concreto y la nueva carpeta asfáltica que se va a construir, impidiendo su desplazamiento mientras se lleva a cabo el aplanado de la misma.

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

Para el control de esta actividad, el supervisor, realizará lo siguiente:

III.15.2 Verificará que el material bituminoso utilizado sea el especificado en los documentos contractuales y conforme a las especificaciones generales; tanto en su calidad, cantidad y temperatura, previos análisis de laboratorio.

- III.15.3 Si se usa asfalto emulsificado y tenga que añadirsele agua al material emulsificante, cuidará que aquélla sea añadida en la proporción indicada.
- III.15.4 Vigilará por que se cuente con el equipo adecuado y necesario para el calentamiento y aplicación del material bituminoso. Así mismo, para la limpieza de la superficie sobre la cual se realizará el riego de liga.
- III.15.5 Controlará que la superficie por tratar sea resanada, limpiada y que no presente irregularidades; exigiendo que se eliminen y reemplacen con materiales adecuados las áreas flojas u onduladas, tomando en cuenta también, que los bordes de los pavimentos existentes sean limpiados cuando se encuentren adyacentes al nuevo pavimento.
- III.15.6 Comprobar que el material bituminoso sea distribuido uniformemente, controlando para ello, lo siguiente:
- La colocación de guías para el conductor del distribuidor.
  - El correcto funcionamiento del equipo.
  - La temperatura del asfalto antes de proceder a la aplicación.

- Los niveles del tanque antes y después de la aplicación para determinar el volumen aplicado.
- La velocidad del vehículo durante la aplicación.

III.15.7 Ordenará que el riego de liga sea aplicado de manera que presente la mínima molestia al tránsito, para lo cual, se realizará por carriles, permitiendo paso al tránsito en un solo sentido sin causar embarrados ni rodadas sobre el material bituminoso.

III.15.8 Cuando esta actividad se realice en época de invierno, asegurarse de colocar el riego de liga un día que no presente amenaza de lluvia. Tampoco se deberá colocar sobre una superficie mojada.

III.15.9 Comprobar que a la hora de colocar la capa superficial, el material bituminoso se encuentre en un estado pegajoso, es decir debió haber sido colocada con la debida anticipación.

III.15.10 Exigirá al contratista, mientras no sea colocada la capa de superficie, proteger la capa ligante contra cualquier daño, y cuidará que ningún resto de material sea tirado en canteras, cunetas, arroyos u otro lugar que afecte la calidad de otros materiales o su destrucción. Así mismo cuidará que no sean dañadas estructuras y plantaciones adyacentes.

## III.16 · CAPA DE SELLO

### III.16.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en la aplicación de material bituminoso con, o sin una aplicación de material de capa de cubierta, de acuerdo con las especificaciones y con las alineaciones que figuran en los planos.

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

Tareas a realizar por el supervisor:

- III.16.2 Verificar que el material bituminoso a utilizar sea del tipo y calidad especificado en el contrato. Así mismo verificar que el material de cubierta cumpla con el tamaño indicado y las especificaciones del pliego de licitación.
- III.16.3 Revisar que el contratista posea el equipo en buen estado y el necesario para el calentamiento y aplicación del material bituminoso, así como también, el equipo para la aplicación de la capa de cubierta.

- III.16.4 Comprobar que antes de la aplicación del sello, la superficie se encuentre perfectamente compactada y limpia.
- III.16.5 Controlar que la aplicación del material bituminoso sea aplicado en una forma uniforme, continua y su temperatura y cantidad, dentro de los límites especificados.
- III.16.6 Cuando la superficie sea tal, que el material bituminoso penetre demasiado rápido, ordenará que se haga una aplicación preliminar entre 0.06 y 0.12 gls/m<sup>2</sup>.
- III.16.7 Exigirá que se corrija el avance y la adecuada velocidad de aplicación del material bituminoso, cuando éste presente deficiencias.
- III.16.8 Controlar que la longitud a cubrir no exceda de aquella a la que el equipo esparcidor pueda cubrir inmediatamente con material.
- III.16.9 Cuando se realice la capa selladora sin material de recubrimiento, cuidará de que ésta penetre sin ser alterada por un período de 24 horas y verificará al final de este período que no existan manchas de

exceso, en las cuales, si las hubiere, ordenará que sean cubiertas con arena u otro material aprobado, para poder dar paso al tránsito.

- III.16.10 Cuando se realice una capa selladora con capa de recubrimiento, cuidará que ésta sea colocada inmediatamente después de la aplicación del material bituminoso. Además, vigilará que las llantas del equipo esparcidor no hagan contacto con el material bituminoso.
- III.16.11 Verificará que el material de recubrimiento esté limpio, libre de partículas de polvo; si no fuere así, ordenará que sea humedecido un día antes, para lograr la condición de limpio.
- III.16.12 Examinará el área cubierta para detectar áreas deficientes, exigiendo que éstas sean cubiertas con material adicional.
- III.16.13 Así mismo, cuidará que precediendo al camión esparcidor vaya el equipo de compactación, el cual deberá ser una aplanadora (rodo liso) y seguidamente una aplanadora con llantas neumáticas.

III.16.14 Verificará que concluido el trabajo de aplanado, el área sea barrida y conservada según se ordene, durante un período de 4 días y cuidará que el tránsito sea dirigido durante las primeras 24 horas siguientes a la aplicación del material de recubrimiento permitiendo una velocidad máxima de 40 km/h.

### III.17 TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO

#### III.17.1 DESCRIPCIÓN:

Este trabajo consiste en la construcción del tratamiento de la superficie, de una capa sola o múltiple de acuerdo y conforme con la alineación que figura en los planos.

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

Tareas a realizar por el supervisor:

III.17.2 Verificará que el material bituminoso sea del tipo y calidad especificados. Así mismo, la temperatura será la indicada.

- III.17.3 Verificará que los agregados y el material de secado cumpla con las especificaciones en cuanto a su tamaño y calidad.
- III.17.4 Controlará que cuando se realice el tratamiento, se presenten buenas condiciones atmosféricas; es decir, no haya amenaza de lluvia ni tiempo muy húmedo.
- III.17.5 Cuidará que antes de la colocación del tratamiento, la superficie esté limpia y seca o ligeramente húmeda para evitar partículas de polvo sueltas.
- III.17.6 Cuando la superficie a tratar esté recién imprimada, ordenará que no se inicien los trabajos de tratamiento superficial, hasta que la capa de imprimación se haya cerrado completamente.
- III.17.7 Constatará que el contratista cuente con todo el equipo necesario para realizar esta actividad y que se encuentre en buen estado. El equipo necesario es el siguiente:
- Barredora Mecánica
  - Compresor
  - Equipo de Compactación:
    - . Aplanadora
    - . Neumática

- Esparcidor de Agregado
- Irrigador de Asfalto
- Camión de Volteo
- Cargador.

III.17.8 El Supervisor permitirá el uso de otro equipo, toda vez que sea eficiente. Éste puede ser además de o en lugar de, el equipo antes detallado.

III.17.9 Cuidará que el material bituminoso sea aplicado en las cantidades y en el orden progresivo de acuerdo con las especificaciones, en una forma uniforme.

III.17.10 Vigilará que el esparcimiento del agregado se haga inmediatamente después de la aplicación del material bituminoso.

III.17.11 Controlará que estructuras aledañas y árboles no sean salpicados de material bituminoso o estropeados. Así mismo, evitará que ningún resto de material sea arrojado en canteras, cunetas, arroyos u otro lugar en que pueda causar daños.

III.17.12 Deberá cuidar que el agregado a utilizar sea el suficiente para cubrir toda el área en que se aplique el material bituminoso.

- III.17.13 Controlará que el esparcimiento de agregado se realice de tal forma que las ruedas del vehículo, no hagan contacto con el material bituminoso.
- III.17.14 Indicará que se realice un esparcimiento suplementario y emparejamiento, en las áreas que lo necesiten.
- III.17.15 Verificará que después de cada esparcimiento de agregado, se realice la compactación de acuerdo con las especificaciones. Cuidará especialmente que la última capa sea aplanada concienzudamente y que quede completamente consolidada.
- III.17.16 Verificará que se cierre el paso durante 48 horas y que se designe a una persona para que dirija el tránsito sobre la superficie completamente tratada, a una velocidad máxima de 40 km/h, durante las siguientes 24 horas después de las 48 horas de cerrado el paso.

### **III.18 TRATAMIENTO BITUMINOSO DE PRESERVACIÓN**

#### **III.18.1 DESCRIPCIÓN**

Consiste en la colocación de una aplicación doble del material bituminoso con un recubrimiento de agregado sobre

un firme preparado, de acuerdo y en conformidad razonable con las alineaciones que figuran en los planos.

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

Tareas a realizar por el supervisor:

- III.18.2 Controlar que la aplicación del material bituminoso se realice en época seca o sin amenaza de lluvia en invierno y que la superficie se encuentre limpia, seca o ligeramente húmeda.
- III.18.3 Verificar que la calidad y el tipo de material bituminoso sea el especificado al igual que su temperatura.
- III.18.4 Verificar que los agregados satisfagan las especificaciones en cuanto a graduación y calidad, según los documentos contractuales.
- III.18.5 Comprobar que el contratista cuente con el equipo necesario y en buen estado, tanto para la aplicación de material bituminoso como para el esparcido y aplanado del agregado.

- III.18.6 Examinar la superficie antes del tratamiento, observando su acabado, que se encuentre perfectamente compactada y allanada; caso contrario, ordenará su afinamiento para luego ser barrida y poder recibir el material bituminoso.
- III.18.7 Si la base presenta irregularidades, detendrá el proceso de tratamiento y ordenará eliminar las ondulaciones o irregularidades mediante un proceso de esscarificación; teniendo cuidado de no hacerla más allá de la profundidad necesaria, conformarla y compactarla de acuerdo a especificaciones.
- III.18.8 Autorizará la colocación del tratamiento, solamente cuando se hayan realizado los dos puntos anteriores o cuando la base esté perfectamente acabada y no necesite el barrido ni el esscarificado.
- III.18.9 Ordenará una ligera aplicación de agua cuando la superficie quede polvorienta después del barrido o esscarificado y compactado para mejorar la penetración del material bituminoso.
- III.18.10 Controlará las 2 aplicaciones del material bituminoso, verificando su tipo, calidad y temperatura especificados.

- III.18.11 Cuidará que ninguna estructura o plantaciones sean dañadas o salpicadas. Además, evitará que algún desperdicio sea tirado en canteras, cunetas y arroyos u otro lugar donde pueda causar daño.
- III.18.12 Controlar que el material bituminoso sea aplicado en franjas de mitad de ancho de la calle, permitiendo el tráfico en la otra mitad.
- III.18.13 Luego de la aplicación del material bituminoso, controlar el tiempo, el cual será un período no menor de 4 horas durante el que no se tocará la superficie para lograr una buena penetración.
- III.18.14 Permitirá la colocación del agregado, previos análisis de laboratorio y su aprobación, después del lapso de las 4 horas antes mencionadas, verificando que sea distribuido en una forma adecuada y en cantidad suficiente, así como, evitar el contacto del material bituminoso con el equipo utilizado.
- III.18.15 Verificar el traslape de material bituminoso en franjas continuas.
- III.18.16 Verificar que después de la primera aplicación de material bituminoso y agregado, se cure el material

bituminoso por un período no menor de 5 días durante el cual se abrirá paso al tránsito, manteniendo la superficie barrida, remendando los hoyos y eliminando la tierra suelta, polvo y exceso de material de recubrir.

III.18.17 Verificará que el material de secado sea colocado inmediatamente después de la segunda aplicación del material bituminoso, el cual deberá cumplir con las especificaciones dadas.

III.18.18 Cuidará que después de cada esparcimiento de agregado, la superficie sea alisada mediante un barrido y compactado. Esta operación se mantendrá durante un período no menor de 5 días bajo el tránsito, que es el período de curación del material bituminoso. Durante ese período observará su comportamiento y ordenará el remiendo de hoyos y eliminación de tierra suelta, polvo y exceso de agregado.

III.18.19 Controlará el abastecimiento y apilamiento del agregado el cual deberá ser en las cantidades y lugares estipulados. Dichos lugares deberán ser despejados y limpiados antes del apilamiento.

### III.19 REVESTIMIENTO CON MEZCLA BITUMINOSA DE PLANTA

#### III.19.1 DESCRIPCIÓN

Consisten en la construcción de una capa superficial de mezcla bituminosa de planta sobre una base preparada de acuerdo con especificaciones y en conformidad razonable acerca de las alineaciones, pendientes y espesores típicos que figuran en los planos. Esta mezcla también se conoce como concreto asfáltico.

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

El trabajo del supervisor es el siguiente:

III.19.2 Verificar la calidad de los agregados gruesos y finos, realizando las pruebas respectivas a las muestras representativas tomadas de las fuentes de aprovisionamiento.

III.19.3 Durante el proceso de suministro de los agregados gruesos y finos, realizará pruebas a los materiales, para comprobar que presentan las mismas condiciones de calidad que las iniciales. Los ensayos a realizar son los siguientes:

- Abrasión

- Peso unitario
- Granulometría
- Plasticidad

- III.19.4 Controlará la composición de la mezcla, es decir, las proporciones indicadas de acuerdo al diseño.
- III.19.5 Detener todo trabajo hasta la verificación de calidad de todos los materiales y composición de la fórmula para la mezcla en la obra.
- III.19.6 Comprobar la temperatura de la mezcla en la planta y en su punto de destino.
- III.19.7 Controlar la densidad de la mezcla compactada.
- III.19.8 Indicará realizar todas la pruebas a los materiales y reajustes a la fórmula de composición de la mezcla, cada vez que se cambie la fuente de aprovisionamiento de ellos.
- III.19.9 El supervisor examinará y comprobará de la planta, mezcladora, lo indicado en la sub-sección III.10.7.
- III.19.10 Exigirá que la planta a utilizar cumpla con las especificaciones propias para su tipo.

- III.19.11 Verificar que el equipo para la colocación de la mezcla, (pavimentadora) cuente con depósito propio y esté provisto de una unidad para el acabado, nivelación, dispositivos para calentamiento cuando sea necesario y capaz de extender el material en ancho y espesor especificado.
- III.19.12 Verificar que el equipo de compactación a utilizar sea el especificado en tipo y peso, pudiendo sugerir otro equipo en las diversas condiciones y etapa de la construcción.
- III.19.13 Cuidar porque el contratista proporcione herramientas y equipo portátil que se considere necesario; tales como: extinguidor de fuego, caldera de asfalto, calentador de superficie, brochas, apisonadores, etc.
- III.19.14 Asegurarse de que el contratista proporcione un laboratorio de campo de acuerdo con lo especificado y requerido.
- III.19.15 Asegurarse de que las condiciones atmosféricas sean favorables, para la colocación de la mezcla.

- III.19.16 Cuidar por que los agregados gruesos y finos sean alimentados por separado dentro del secador y en las proporciones adecuadas, controlando su temperatura.
- III.19.17 Ordenar la sustitución de los agregados cuando contengan demasiada humedad o despidan gases que produzcan "espuma".
- III.19.18 Verificar que el cemento asfáltico sea puesto en la mezcladora a la temperatura especificada, la cual deberá oscilar entre 120° y 160°C. Si es calentado a más de 170°C, rechazarlo.
- III.19.19 Controlar la combinación de los agregados. Ésta debe hacerse en seco y en caliente, cuidando que el orden de la incorporación de los componentes de la mezcla se haga según especificación.
- III.19.20 Controlar la temperatura de las mezclas en la planta, cuidando que no exceda los 160°C. Además, indicar la temperatura a la que será colocada.
- III.19.21 Verificar que la superficie donde será colocada la mezcla, se encuentre libre de tierra o materiales extraños.

- III.19.22 Indicar si la superficie necesita imprimación y riego de liga o solamente riego de liga, antes de colocar la mezcla.
- III.19.23 Cuidar que los camiones donde deba transportarse la mezcla, se encuentren en buenas condiciones de servicio y estén provistos con recipientes de metal apropiados, los cuales serán previamente rociados con aceite de motor para evitar que la mezcla se pegue a las paredes.
- III.19.24 Controlar la descarga de la mezcla, de los camiones a la tolvas del espaciador, evitando una sobrecarga o que se derrame.
- III.19.25 Estimar el tiempo de ciclo para calcular el número de viajes que sea posible colocar, evitando que el último acarreo se realice durante las últimas horas de la tarde cuando ya no sea posible su colocación y acabado, a menos que haya suficiente luz natural o se cuente con luz artificial.
- III.19.26 Vigilar que el equipo de esparcimiento y conformación reciba las condiciones necesarias para dar a la mezcla un acabado según lo especificado.

- III.19.27      Controlar que las juntas se hagan cuidadosamente, que las capas continuas se adhieran bien y queden bien selladas y que queden a una altura adecuada para recibir el máximo de compactación.
- III.19.28      Si se colocan 2 o más capas de concreto, comprobar que las capas sucesivas queden apartadas de 10 a 15 cm. y que la junta longitudinal de la capa final se haga a lo largo de la línea central del pavimento acabado.
- III.19.29      Verificar que las juntas de pavimentos viejos con nuevos se hagan de una manera que aseguren una unión efectiva. Y las juntas transversales se harán cortando el material en toda su profundidad, dejando una cara nueva en el pavimento existente y luego que se embarre esa superficie con material bituminoso usado en la mezcla.
- III.19.30      Verificar que las superficies de contacto para bordillos, cunetas, registros de drenaje y estructuras similares también sean embarradas con una capa delgada y uniforme del material bituminoso usado en la mezcla.
- III.19.31      Verificará que cuando se coloque la mezcla en esas superficies de contacto sea a una altura adecuada que

después de la compactación quede aproximadamente a 6 mm. por encima de los bordes de la estructura.

III.19.32 Revisar la superficie antes del emparejado y de la compactación, ya que ésta no deberá presentar desniveles debidos a acumulaciones de arena gruesa u otras irregularidades; los cuales deben corregirse agregando o quitando mezcla antes de efectuar la compactación.

III.19.33 Controlar que el personal asignado para tales tareas sean capaces de ejecutar el trabajo incidental de corrección.

III.19.34 Comprobará la densidad de la mezcla compactada con un ensayo representativo cada 500 m<sup>2</sup> y sus valores deberán andar entre el 94% y 98% de su densidad máxima teórica según método especificado. A la vez, controlará el espesor de pavimento.

III.19.35 Controlará el tiempo de compactación a rodillo, debiendo exigir los rodos necesarios para obtener el mínimo tiempo de vibrado a la temperatura apropiada, que no origine levantamiento o grietas en la capa y se suspenderá cuando se encuentre a una temperatura en que pueda asegurarse la compactación apropiada.

- III.19.36 Vigilará que los rodos se encuentren humedecidos con agua, para evitar la adherencia con material bituminoso; además, cuidará de no usar en exceso el agua.
- III.19.37 Verificar que la compactación se realice tal como lo especificado, debiendo ser del borde inferior al superior, paralelamente a la línea central de la carretera y que sean traslapadas las diversas pasadas, por lo menos igual a la mitad de la amplitud del cilindro.
- III.19.38 En general, controlará todo el proceso, pudiendo sugerir otro procedimiento siempre y cuando, éste proporcione buenos resultados.
- III.19.39 Inmediatamente de colocado el pavimento, exigirá la construcción de los hombros, de manera que en ningún momento quede una cara vertical de pavimento sin soporte.

### III.20 PAVIMENTOS RÍGIDOS

#### III.20.1 DESCRIPCIÓN.

Consiste en la construcción de una losa de concreto de cemento portland sobre una base de poco espesor de acuerdo

a rasantes, niveles y pendientes establecidos en los planos. También se consideran dentro de esta clasificación aquellos pavimentos con un espesor total de capas de concreto asfáltico de más de 15 cm. y construidas sobre bases estabilizadas. En este caso hablaremos del pavimento rígido de concreto de cemento portland. Su composición es la siguiente: subrasante, base, losa, juntas, pasadores y sellante de las juntas.

No se tratará en esta sección lo referente a subrasante y base ya que están tratados por separado en secciones anteriores.

UNIDAD DE MEDIDA: Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>).

Básicamente el control de la supervisión comprende lo siguiente:

- III.20.2 Verificar que los agregados finos y gruesos cumplan con los requisitos especificados en su granulometría, módulo de finura y contenido de sustancias perjudiciales.
  
- III.20.3 Comprobará que el cemento a utilizar cumpla con las normas vigentes.

- III.20.4 Verificará que el agua sea limpia, libre de aceites, ácidos, azúcares, materia orgánica y no contener más de 0.25% (en peso) de sólidos totales.
- III.20.5 Si se usan aditivos para modificar las propiedades del concreto, éstos serán aprobados mediante ensayos realizados de acuerdo a dosificaciones recomendadas por los fabricantes, antes de que se inicien los trabajos.
- III.20.6 Cuando se recomienda el uso de pasadores o barras de anclaje en las juntas, verificará que el acero para su fabricación, cumpla con las normas establecidas.
- III.20.7 Verificará que los pasadores sean barras lisas, rectas y redondas y que se les recubra en 2/3 de su longitud con aceite para evitar la adherencia al concreto de una de las losas que forman la junta.
- III.20.8 Cuidar que las barras de anclaje permitan la adherencia al concreto, lo cual se puede obtener con ganchos o suficiente longitud para su desarrollo.
- III.20.9 Verificará que el material de sellante en las juntas, en la parte superior, asegure la estabilidad de las mismas y que permanezca unido a los bordes de las

losas. Así mismo controlará que este material sellante cumpla con las especificaciones.

III.20.10 Se asegurará que la dosificación a emplear para la elaboración del concreto sea la indicada, previa elaboración de ensayos para que cumpla con las especificaciones y condiciones requeridas.

III.20.11 El supervisor solicitará al contratista todas las características de los materiales para la realización de ensayos y si éstos no son satisfactorios puede exigir el cambio de los materiales o la revisión del diseño de la mezcla.

III.20.12 Examinará que las formaletas, tengan una longitud no mayor de 3.0 m y su altura sea igual al espesor de la losa; que sean rígidas y que no se deformen con la colocación del concreto.

III.20.13 Cuidar que en las curvas, las formaletas se acomoden a polígonos convenientes.

III.20.14 Controlar la fijación de las formaletas al suelo, mediante pasadores de anclaje.

- III.20.15      Asegurar que el contratista posea la suficiente cantidad de formaletas para una longitud que le permita trabajar por un período de 3 horas y que permita el desencofrado a las 16 horas.
- III.20.16      Verificar que se cuente con el equipo en buen estado y necesario para la colocación, vibrado y acabado del concreto al mismo ritmo del suministro.
- III.20.17      Evitará que los obreros pisén el concreto recién colado, de no ser así, asegurarse de que su calzado no esté impregnado de sustancias perjudiciales para la calidad del pavimento.
- III.20.18      Controlar la vibración, teniendo el cuidado de que se haga en todo el ancho del pavimento con vibradores superficiales.
- III.20.19      Comprobará que el contratista cuente con equipo adecuado para la ejecución de juntas.
- III.20.20      Controlar que la colocación de pasadores de acero y barras de unión sea de acuerdo a lo especificado.
- III.20.21      Cuidar por que los agregados sean almacenados en lugares adecuados, tales que las condiciones no

alteren sus características; teniendo la capacidad de almacenaje suficiente para 15 días, debiendo permanecer éstos un mínimo de 12 horas antes de ser mezclados, para asegurar una humedad uniforme.

III.20.22 Cuidar que el cemento sea almacenado, cumpliendo con las condiciones para ello.

III.20.23 Para el mezclado, transporte y colocación del concreto, deberá tener presente las especificaciones para tal.

III.20.24 Cuidar que las juntas se realicen de acuerdo a lo especificado.

III.20.25 Controlar que el concreto sea protegido durante el tiempo de fraguado contra el lavado por lluvias, la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja; pudiendo indicar el uso de materiales impermeables en la época de lluvias.

III.20.26 Vigilar que el curado del concreto se realice en todas las superficies libres, por un período no inferior a 3 días y de ser posible, prolongar hasta 7 días.

- III.20.27 Adoptará para el curado el método que considere conveniente, cuidando que se cumplan las especificaciones para el método adoptado.
- III.20.28 Controlará la resistencia del concreto y cuando ésta haya alcanzado el 80% de la especificada a 28 días, se podrá abrir el tráfico; si no se tiene esta información, se abrirá el tráfico transcurridos 10 días desde su vaciado.
- III.20.29 Exigirá niveles de resistencia y consistencia según las especificaciones dadas por el diseñador.
- III.20.30 Examinará el concreto colado y si presenta fisura a edades tempranas podrá recibir la losa, solamente si dicha fisura permite ser sellada efectivamente.

## CAPÍTULO IV

### OBRAS DE DRENAJE

Como drenaje se entiende todo aquello que contribuye a la recolección, conducción y evacuación del agua, tanto de la superficie como del interior del pavimento, y su función principal esta destinada a proteger el pavimento de la acción destructiva del agua.

La presencia del agua dentro del pavimento y la zona adyacente, se debe principalmente a la precipitación en el área de influencia de la vía y la absorción de la humedad, desde el nivel freático, a través de los vasos capilares.

El agua sin control afecta adversamente el comportamiento y funcionamiento de los pavimentos erosionándolos superficialmente, si la escorrentía es fuerte, o disminuyendo su capacidad de soporte y por lo tanto su capacidad estructural si llega a las capas inferiores.

En el presente capítulo se tratan todas aquellas actividades que comprenden los trabajos de construcción de obras de drenaje menor, tales como las alcantarillas o tuberías, tanto de concreto reforzado como también de metal corrugado, que a su vez y atendiendo a su comportamiento estructural se clasifican como

rígidas y flexibles respectivamente; por otra parte se consideran en este capítulo, las obras auxiliares para este tipo de alcantarillas, es decir, los muros de anclaje y cabezales en sus diferentes tipos.

Se estudian también los subdrenajes y las obras complementarias de drenaje, tales como cunetas y contracunetas.

Para cada una de las secciones estudiadas se hace una breve descripción de la misma y luego se detallan las tareas que tiene que realizar el supervisor para cumplir una labor eficiente en el control de la ejecución de las obras.

Dichas tareas están orientadas no solo a que la obra se realice de acuerdo a las condiciones planimétricas y altimétricas señaladas en el proyecto, sino a garantizar su calidad, la correcta utilización de los materiales, procedimientos constructivos y los respectivos ensayos de campo y laboratorio que se especifique en cada proceso.

## **IV.1 ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO**

### **IV.1.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo deberá consistir en el suministro de los tubos, mano de obra y todo aquello que sea necesario para

la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo a las líneas y pendientes indicada en los planos.

Medida :

Se hará en metros lineales de tubería de metal corrugado instalado.

Trabajos a realizar por el Supervisor:

- IV.1.2            La supervisión deberá autorizar el empleo de este tipo de alcantarillas, dependiendo de las circunstancias ocasionales en las que no convenga utilizar las alcantarillas corrientes de concreto.
  
- IV.1.3            Deberá verificarse que la alcantarilla sea instalada de acuerdo al tipo, dimensiones requeridas y de conformidad con las líneas y pendientes indicadas en los planos.
  
- IV.1.4            Cuidar que las secciones de alcantarillas, al colocarlas, éstas deben quedar firmemente unidas entre sí y los traslapes de juntas circunferenciales apuntando aguas arriba.
  
- IV.1.5            Cuidar que cualquier metal en las juntas que no esté completamente protegido por galvanización, sea

cubierto con una pintura asfáltica adecuada, aprobada por la supervisión.

**IV.1.6** La supervisión tendrá la obligación de rechazar las alcantarillas por cualquiera de los siguientes defectos: traslapes desnivelados; sección inapropiada; variación de la línea recta central; orillas cortadas, torcidas ó diagonales; pernos flojos ó pernos y agujeros mal alineados o mal espaciados; falta de rigidez; capa de zinc dañada; planchas de metal doblado o aboyado.

**IV.1.7** Cuidar que los pernos para conectar las planchas no sean menores de  $3/4$  de pulgada de diámetro y galvanizados.

**IV.1.8** Alcantarillas con recubrimiento bituminoso

**IV.1.8.1** Estas serán empleadas según lo indiquen los planos o así lo solicite la supervisión.

**IV.1.8.2** Deberá verificarse que el recubrimiento bituminoso para alcantarillas de metal corrugado, sea por dentro y por fuera de la alcantarilla, con una capa de cemento asfáltico de penetración 25/50, y debe ser

recubierta uniformemente con un espesor mínimo de un milímetro y medio.

## **IV.2 TUBERÍAS DE CONCRETO REFORZADO PARA ALCANTARILLAS**

### **IV.2.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo deberá consistir en el suministro de los tubos, mano de obra y todo aquello que sea necesario para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo a las líneas y pendientes indicada en los planos.

Medida:

Se hará en metros lineales de tubería de cada dimensión y resistencia.

La supervisión realizará los siguientes trabajos:

**IV.2.2** El Contratista Suministrará y colocará la tubería de concreto reforzado como lo indiquen los planos o lo indicare la Supervisión.

**IV.2.3** Comprobar que la tubería suministrada sea de la clase, tamaños y dimensiones especificadas en los planos.

IV.2.4 Verificará que la tubería sea colocada en los diferentes sitios de su localización y de conformidad con las líneas y pendientes indicadas en los planos.

IV.2.5 Cuidar que la tubería satisfaga los requisitos de AASHTO M 170 (ASTM C 76) o AASHTO 242 (ASTM C 655) sobre diámetros y las clases de resistencia. Cuando se especifique en los planos, deberá exigirse la tubería elíptica según los requisitos de ASSHTO M 207 (ASTM C 507).

IV.2.6 La supervisión deberá rechazar los tubos que no llenen los requisitos especificados en cuanto a calidad y además por las siguientes causas:

- Fracturas o grietas que atraviesen totalmente el espesor de la pared.
- Defectos que indiquen la mezcla o formateado imperfectos.
- Defectos en la superficie que indiquen oquedades o textura de poro abierto.



- Por toda grieta de 0.25 milímetros de ancho y de una longitud de 30 cms. o mayor, cualquiera que sea su posición.
- Indicación de que el refuerzo está mal colocado.

IV.2.7 Verificar que la tubería sea colocada en una cimentación de materiales estables y de densidad uniforme, conformada en forma de arco circular, para que la tubería apoye cuando menos un décimo de su perímetro directamente sobre el suelo.

IV.2.8 Cuidar que cuando se excave la zanja para colocar la tubería, ésta debe ser bastante ancha y conformada para contener la tubería y para proporcionar espacio de trabajo para su colocación y el arreglo satisfactorio de las juntas y para permitir una compactación eficiente del relleno, debajo y a los lados de la tubería. Además, verificará que se cumpla lo estipulado en la Sub-sección II.6.7.

IV.2.9 Verificar que antes de hacer cualquier excavación de zanjas, en cualquier zona, debe llevarse a cabo toda limpieza y desbrozo necesarios.

- IV.2.10 La Supervisión, por medio del Laboratorio de Suelos, debe de aprobar antes de colocar la tubería, la profundidad y la clase de material de cimentación de éstas.
- IV.2.11 Cuando se encuentre roca en la rasante de cimentación, la supervisión exigirá se excave hasta 30 cms. por debajo de esta cota; rellorando lo excavado con material adecuado y compactando según la norma hasta el nivel de colocación de la tubería.
- IV.2.12 Cuando la rasante de cimentación esté constituida por material inestable, la supervisión pedirá su restitución o el hincado de pilotes, normalmente de madera, para soporte de la tubería. La disposición de esos pilotes, sus características y demás detalles, serán como lo indiquen los planos o así lo apruebe la supervisión.
- IV.2.13 La supervisión debe de aprobar, tomando cuantas precauciones sean necesarias, el desvío temporal de cualquier corriente de agua que se encuentre en el área de trabajo.
- IV.2.14 Cuidar que la colocación de la tubería, se inicie en el extremo de aguas abajo, con los extremos de campana o ranura en dirección aguas arriba.

- IV.2.15 Velar por que cuando se usen tuberías de campana, deben abrirse zanjas transversales en la cimentación para que la campana se apoye y para permitir un apoyo firme del cuerpo de la tubería en la cimentación.
- IV.2.16 Debe comprobarse que las tuberías sean encajadas y unidas de tal manera que formen un fondo interior liso y uniforme.
- IV.2.17 Cuidar que las juntas de la tubería de concreto sean calafateadas y llenas con mortero de cemento; estas juntas deberán mojarse antes de unirse con mortero.
- IV.2.18 Verificará que en las juntas interiores de las campanas de las tuberías, sean llenas en su parte interior con mortero, para permitir que la superficie interior quede al ras y en forma pareja; limpiándolo y alisando al final del proceso.
- IV.2.19 Se comprobará que en las juntas, exteriormente, además de rellena se usará suficiente mortero adicional para formar un anillo exterior alrededor de la junta.
- IV.2.20 La supervisión revisará que la tubería que no se encuentre en su correspondiente alineación o esté indebidamente

asentada o dañada, debe ser quitada y vuelta a colocar o sustituir correctamente.

**IV.2.21** Cuidar que el relleno siga los procedimientos de la subsección II.6.9 de esta guía.

**IV.2.22** Verificará que los tubos con refuerzo de acero, sean colocados en las zanjas, de acuerdo a las marcas que traen, quedando una de ellas en la parte superior del tubo instalado.

### **IV.3 CABEZALES Y MUROS DE ANCLAJE**

#### **IV.3.1 DESCRIPCIÓN:**

Son parte esencial de las alcantarillas de tubo y debe darsele importancia a la construcción adecuada de ellos, ya que sirven para:

- Que el relleno no invada las alcantarillas a la entrada y a la salida.
- Evitar que se erosione el terreno alrededor de los tubos en los extremos.

- Los cabezales de entrada dirigen el flujo hacia la alcantarilla y los de salida proporcionan una transición de la alcantarilla hacia el cauce natural.

En nuestro país los cabezales se clasifican en tres tipos:

- a) Tipo "A"; se usan para tubos de diámetro hasta 36".
- b) Tipo "B"; se usan para tubos de diámetro mayor de 36".
- c) Tipo "C"; estos dirigen el flujo proveniente de las cunetas hacia la alcantarilla, se recomienda usarlo para tuberías de alivio y en casos donde la pendiente longitudinal del camino es fuerte.

Los muros de anclaje son necesarios cuando la pendiente de la tubería es fuerte. Evitan desplazamientos longitudinales y sirven para darle apoyo más firme cuando éstas son extremadamente largas.

Este trabajo incluyó el suministro de los materiales y mano de obra necesaria para la construcción de dichos elementos, de conformidad y razonablemente ajustadas a las alineaciones, pendientes, dimensiones y diseño, que figuran en los planos o fueran ordenadas por el ingeniero supervisor.

Unidad de medida: Se medirá en el sitio el número de metros cúbicos ( $m^3$ ) de mampostería de piedra ligada con mortero, construida dentro de las líneas mostradas en los planos o establecidas por el ingeniero supervisor.

Las tareas a realizar por el supervisor para el control de esta actividad se detallan a continuación:

- IV.3.2 Verificará que los muros y cabezales sean construidos sobre un lecho de fundación preparado o sobre una base de mampostería o concreto, de conformidad con las líneas, niveles, secciones y dimensiones mostrados en los planos.
- IV.3.3 En cuanto a la calidad de los materiales, específicamente para la piedra, ésta debe ser limpia, dura, sana y libre de grietas u otros defectos estructurales que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie.
- IV.3.4 Verificar que las piedras sean de forma aproximadamente cúbicas y no deberán tener protuberancias o depresiones prominentes que impidan su colocación en capas.
- IV.3.5 Cuando las dimensiones de las piedras figuren en los planos, verificar que éstas tengan el tamaño indicado. En caso de que en los planos no se indiquen las dimensiones, las piedras deberán suministrarse en los tamaños y

superficies necesarios para producir las características generales y el aspecto indicado en los planos.

- IV.3.6 Verificar que cuando menos el 50 por ciento del volumen total de la mampostería, sea de piedras que tengan un volumen mínimo de 0.03 m<sup>3</sup> cada una.
- IV.3.7 Verificar que toda porción débil de una piedra sea removida antes de colocarla en la obra. Piedras que queden con superficie expuesta a la vista, deberán tener dicha superficie aproximadamente cuadrada o rectangular.
- IV.3.8 Con respecto al mortero que se utilice para ligar las piedras, el supervisor verificará que éste sea mezclado de acuerdo a la proporción indicada en las especificaciones técnicas; el agua será la suficiente, libre de aceite, ácido y sulfatos, para hacer un mortero de tal consistencia que pueda manejarse fácilmente.
- IV.3.9 A menos que se use una mezcladora aprobada, el supervisor verificara que el agregado fino y el cemento sean mezclados en una superficie dura, pareja y libre de polvo, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después se agregará suficiente agua para producir la consistencia deseada.

- IV.3.10 Verificar que el mortero se mezcle solo en las cantidades necesarias para su uso inmediato. No permitirá que se coloque mortero después de pasados 30 minutos después de su elaboración.
- IV.3.11 Comprobar que el cemento sea Portland de tipo I o II, de acuerdo a los requerimientos de la norma AASHTO M-150 (ASTM C-91).
- IV.3.12 Verificar que el agregado fino (arena) esté de acuerdo a los requerimientos de la norma AASHTO M-45 (ASTM C-144), excepto en lo que se refiere a la gradación. La arena debe ser bien graduada, de gruesa a fina y el 100 por ciento debe pasar la malla cuadrada No. 4.
- IV.3.13 Verificar que la mampostería sea colocada en hiladas horizontales. Cada piedra de revestimiento deberá ligar con todas las piedras de revestimiento contiguas.
- IV.3.14 Verificar que en ningún lugar las esquinas de cuatro piedras queden contiguas unas a otras.
- IV.3.15 Comprobar que la superficie de apoyo de cada piedra, sea limpiada y humedecida antes de que el mortero se riegue. Inmediatamente después de la colocación y mientras el mortero este fresco, todas las piedras visibles deben

limpiarse de las manchas de mortero y mantenerse limpias hasta que la obra este terminada.

## IV.4 BORDILLOS Y CUNETAS DE CONCRETO

### IV.4.1 DESCRIPCIÓN:

Las cunetas son pequeños canales interceptores que deben tener una sección adecuada para evacuar el agua lluvia. Se diseñan teniendo en cuenta que: la pendiente longitudinal no favorezca el encharcamiento, su capacidad hidráulica sea suficiente para disponer del agua aportada por los taludes, las corrientes temporales de agua y las lluvias, y que la remoción del material producto de la erosión sea fácil.

Por otra parte los bordillos son los elementos que se construyen a los lados de la vía a manera de barrera cuya función primordial es conducir el agua hacia los lugares para su disposición final e impedir que en el trayecto se produzcan infiltraciones por los bordes de la vía.

Un punto crítico en su construcción es la impermeabilización de la junta entre ellos y el pavimento.

Esta actividad consiste básicamente en la construcción de dichos elementos, ya sea con concreto sencillo o reforzado y de acuerdo a la sección transversal indicada en los planos.

Unidad de medida: metro lineal (ml) de bordillo y cunetas de concreto construidos satisfactoriamente.

Los lineamientos generales a seguir por el supervisor para el control de dicha actividad se detallan a continuación.

IV.4.2 Verificar que la subrasante sobre la que será construida la cuneta, posea la elevación y sección transversal indicada en los planos. .

IV.4.3 Verificar que antes de colocar el concreto (o las piedras en el caso de cunetas empedradas), la subrasante haya sido convenientemente humedecida y apisonada por medio de rodillo o por métodos manuales, hasta que quede sólida y firme.

IV.4.4 Verificar que todo material blando y esponjoso sea retirado hasta una profundidad no menor de 15 cms. por debajo de la elevación de la subrasante indicada para los bordillos y cunetas.

IV.4.5 Controlar que el espacio dejado, como producto de la ejecución de la actividad descrita en el numeral anterior, sea rellenado con tierra, arena o grava de una calidad que permita, cuando se humedezcan y apisonen, la formación de una cimentación sólida.

- IV.4.6 Verificar que la altura de las formaletas para los bordillos y las formaletas exteriores para cunetas de concreto, tengan la altura igual al alto total para los bordillos y el alto igual al espesor total para el caso de las cunetas de concreto.
- IV.4.7 Cuando se utilicen formaletas de madera, verificar que éstas sean cepilladas del lado que haya de quedar en contacto con el concreto y se humedecerán antes de colocar éste. Deben tener un borde superior perfectamente liso y no tendrán un grueso menor de 4 cms. después de cepilladas.
- IV.4.8 No permitirá que se empleen formaletas torcidas, deformadas o sin su orilla superior lisa y recta.
- IV.4.9 El supervisor podrá permitir el uso de formaletas de tabla delgada, solamenta en curvas, cambios de pendiente o en los bordillos para curvas pronunciadas, siempre y cuando dichas formaletas sean aseguradas rígidamente.
- IV.4.10 Verificar que las formaletas sean cuidadosamente colocadas en alineamiento y pendiente, conforme a las dimensiones requeridas; deberán ser mantenidas rígidamente en su lugar por medio de cuñas de hierro puestas a intervalos no mayores de 1.50 mts.; cuando se requiera se usará

abrazaderas, separadores y puntales para obtener su rigidez, teniendo el cuidado que al colocar estos elementos no estorben la operación de alisado del concreto.

- IV.4.11 Exigir que antes de ser colocadas las formaletas se les aplique un material desencofrante para evitar que el concreto se adhiera a ellas. Por otra parte, exigirá que después de utilizadas sean limpiadas.
- IV.4.12 Verificar que se construyan juntas de dilatación de 1.50 cms. de ancho; en los bordillos y cunetas, a intervalos de 18 mts., y en los bordillos, al principiar y terminar las curvas pronunciadas.
- IV.4.13 Verificar que la junta de dilatación sea llenada con fajas para relleno de junta de 1.50 cms. de grueso. El relleno de las juntas de dilatación debe conformarse a la sección transversal del bordillo o cuneta.
- IV.4.14 Verificar que las juntas de contracción se hagan a intervalos de 6 mts., a una profundidad mínima de 2.50 cms. haciendo la ranura por medio de una herramienta que debe dejar las esquinas redondeadas, y debe permitir el libre movimiento del concreto en la junta.

- IV.4.15 Verificar que tanto las juntas de contracción como las de dilatación sean construidas en ángulo recto con la línea del bordillo o cuneta.
- IV.4.16 El supervisor podrá permitir la construcción de los bordillos con parte prefabricadas, siempre y cuando se acomoden a la sección transversal indicada en los planos, queden conectados entre sí y mantengan la alineación y pendiente correcta.
- IV.4.17 Controlar que el concreto sea colocado en las formaletas en capas que no excedan de 15 cms. de espesor. Las formaletas deberán ser llenadas hasta la parte superior y el concreto debe ser manejado de manera tal, que no se formen huecos (colmenas). Además, verificará que la fabricación del concreto sea de acuerdo a la dosificación estipulada en las especificaciones técnicas.
- IV.4.18 El concreto deberá ser compactado mecánicamente por medio de vibradores, los cuales deberán ser aprobados por el supervisor.
- IV.4.19 Verificar que antes de retirar las formaletas se le dé a la superficie su acabado para obtener la pendiente y elevación convenientes.

IV.4.20 El supervisor no permitirá que se retiren las formaletas del frente de los bordillos, ni antes de dos horas ni después de 6 horas de que el concreto haya sido colocado. En ningún caso se quitarán las formaletas si el concreto todavía tiene suficiente plasticidad para sufrir asentamiento o deformación.

IV.4.21 Verificar que en las cunetas y bordillos que forman un solo cuerpo inmediatamente después de quitar las formaletas ambas caras sean alisadas con planchas de alisado y después se haga el acabado con una plancha metálica. La parte superior debe ser acabada como se indique en los planos y redondeadas sus orillas anterior y posterior.

IV.4.22 Verificar que la parte superior y la cara del bordillo acabada deben estar alineadas y rectas, y la superficie superior de las cunetas y bordillos debe ser de un ancho uniforme y estar libre de protuberancias y de agujeros u otras irregularidades.

IV.4.23 Verificar que la superficie superior de los bordillos y cunetas no presente desniveles mayores de 3 milímetros, se verificará la existencia de dichas irregularidades colocando un escantillón de 3 mts. de largo sobre la superficie.

IV.4.24 Verificar que las superficies expuestas sean curadas convenientemente, y posterior al curado, el relleno de las partes adyacentes debe llevarse a cabo como se indique en los planos. Los bordillos y cunetas deben protegerse adecuadamente de daños de cualquier naturaleza.

## IV.5 CUNETAS EMPEDRADAS SENCILLAS O LIGADAS CON MORTERO

### IV.5.1 DESCRIPCIÓN:

Quando así lo especifiquen los planos, se construirán cunetas empedradas sencillas o ligadas con mortero, éstas cunetas deberán ser construidas sobre la subrasante preparada a satisfacción y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales requeridas.

Unidad de medida: La medida se hará en metros cuadrados ( $m^2$ ) de cuneta empedrada construida a satisfacción. Las áreas serán determinadas midiendo el ancho y el largo de la superficie del trabajo terminado.

Las actividades a realizar por el supervisor se detallan a continuación:

IV.5.2 Verificar que la piedra a utilizar cumpla con los siguientes requisitos: deberá ser sólida y resistente, estar exenta de raíces, hendiduras, grietas, disminuciones de espesor y minerales que a causa de la exposición a la intemperie ocasionen decoloramiento o deterioro, cada piedra deberá estar libre de depresiones y protuberancias que pudiesen debilitarla o evitar que quedase debidamente asentada; además deberá tener una superficie superior más o menos plana, no menos de 5 cms. de ancho, y un espesor no menor de 15 cms..

IV.5.3 El supervisor podrá rechazar toda aquella piedra que no cumpla con los requisitos descritos en el numeral anterior que por tanto se considere inadecuada; antes o después de colocada, debe retirarse de la obra.

IV.5.4 El supervisor deberá dar su aprobación acerca del material para rellenar los espacios que queden entre las piedras, en el caso de cunetas empedradas sencillas; éste material (relleno seco) consistirá en grava limpia, arena o piedra triturada, deberá tener una gradación tal que el 100% del material pase por un tamiz de 3/8 de pulg..

IV.5.5 En el caso de que el material para rellenar los espacios, sea mortero de cemento, el supervisor exigirá que el proporcionamiento del mismo sea el descrito en las

especificaciones técnicas. El mortero debe usarse en la obra dentro de un período de media(1/2) hora después de haber sido mezclado. No deberá permitir el reemplado del mortero.

IV.5.6 Después de terminada cualquier faja de tres metros de largo, el supervisor no permitirá la aplicación de carga o libre tránsito sobre la superficie terminada durante los 14 días siguientes a la colocación del mortero.

IV.5.7 El supervisor exigirá la protección de la superficie terminada, contra la lluvia, el agua corriente, la acción perjudicial del sol y la debida a agentes mecánicos. La superficie de todo el empedrado ligado con mortero se deberá curar manteniéndola constantemente mojada por un período de tres (3) días cuando menos.

IV.5.8 En cuanto a la preparación de la subrasante, el supervisor exigirá que se realice de acuerdo a lo establecido en los numerales IV.4.2 al IV.4.5.

IV.5.9 Verificar que las piedras de la cuneta sean incrustadas en la subrasante en hileras rectas, con cada piedra perpendicular a la superficie acabada. Las piedras se deben colocar en contacto, con sus caras planas hacia

arriba y sus dimensiones más largas formando ángulo recto con la línea central de la cuneta.

IV.5.10 El supervisor no debe permitir que se dejen intersticios (entre las piedras) que excedan de 2 cms. de ancho.

IV.5.11 Verificará que la superficie quede firme y terminada de acuerdo con la pendiente, alineación y sección transversal. No deberá aceptar las cunetas que presenten una superficie irregular o dispareja.

IV.5.12 Una vez colocada la piedra adecuadamente, el supervisor permitirá la colocación del material de relleno especificado, cuyo proceso de colocación se describe a continuación:

IV.5.12.1 Para el caso de relleno seco, se colocará hasta colmar todos los intersticios; a continuación deberá extenderse una capa delgada del mismo material sobre toda la superficie de la cuneta.

IV.5.12.2 Para el caso de relleno con mortero, se verterá una capa que penetre hasta colmar todos los intersticios a una profundidad de 3 cms. bajo la superficie; el mortero debe tener una consistencia tal que fluya fácilmente sin segregación.

## IV.6 CONTRACUNETAS

### IV.6.1 DESCRIPCIÓN:

Son zanjas construidas paralelamente al borde superior del corte con el exclusivo propósito de recibir y encausar adecuadamente las aguas que escurren superficialmente evitando que lleguen al talud y lo erosionen. Las contracunetas se colocan transversalmente a la pendiente del terreno para que intercepten el agua que escurre y la alejen de los terraplenes. Las contracunetas se construyen a una distancia (d), variable, del coronamiento del corte y que depende de la altura de éste.

Así se puede recomendar:

TIPO DE CORTE	DISTANCIA ENTRE CONTRACUNETA Y CORONAMIENTO DEL CORTE
NORMAL	H a H/2
ALTO	8 ó 10 mts.

En general, el uso de contracunetas está indicado en terrenos montañosos o de lomeríos.

La sección transversal de las cunetas depende de las necesidades hidráulicas de ellas, generalmente se hacen de forma trapezoidal pudiendo llegar a hacerse de paredes verticales.

La longitud de las contracunetas es la longitud necesaria para llevar el agua desde el parte agua o cresta, hasta desembocar en una hondonada adyacente a donde no cause daños.

El criterio para definir la necesidad de construir contracunetas está basado en :

- a) Las consideraciones topográficas
- b) La naturaleza de los materiales que formen los cortes
- c) Los terraplenes vecinos
- d) El terreno natural de la zona en estudio
- e) La altura de los cortes

En resumen, se puede decir que la construcción de contracunetas es conveniente en :

Cortes no protegidos por una topografía adecuada; o sea, los hechos en laderas y lomas pendientes hacia la vía terrestre y de grandes extensiones.

En muchas ocasiones la construcción de las contracunetas puede resultar contraproducente, debido a que puede propiciar la falla del talud ya que el agua captada, en lugar de tener una rápida salida hacia zonas alejadas del talud se puede filtrar hacia el cuerpo del talud disminuyendo su estabilidad, por lo tanto es recomendable que siempre que se construya una contracuneta se impermeabilice y se le dé la suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua que capte.

En todos los casos en donde la cuneta sea útil o necesaria, debe ponerse revestida o si no será preferible no ponerla, pues los riesgos que implica colocarla en una mala condición superan bastante sus posibles beneficios.

El revestimiento debe tener las mismas características que las descritas para revestimiento de cunetas.

Los lineamientos generales a seguir por el supervisor para el control de los procesos constructivos de dicha actividad, así como también la unidad de medida serán los mismos que los descritos en las secciones IV.4 y IV.5 respectivamente.

## IV.7 TUBERÍAS PERFORADAS PARA DRENES SUBTERRÁNEOS

### IV.7.1 DESCRIPCIÓN

El contratista suministrará e instalará las tuberías perforadas y el material filtrante, de conformidad con los planos y con las instrucciones de la supervisión.

La supervisión deberá realizar las siguientes tareas:

IV.7.2 Controlará que las perforaciones no sean menores de 1/4 de pulgada de diámetro, ni mayores de 3/8 de pulgada.

IV.7.3 Cuidará que para tubos de diámetro comprendido entre 6 y 12 pulgadas, se hagan cuatro hileras de perforaciones; con separación de 8 a 10 cms. entre agujeros y de 4 cms. entre hileras.

IV.7.4 Comprobará que las hileras de perforaciones sean colocadas en dos grupos, con la mitad del número de hileras colocadas a cada lado; cuidando de no hacer agujeros en el tercio inferior, ni en la mitad superior del tubo.

IV.7.5 Comprobará que los tubos sean colocados sobre un asiento de relleno que consistirá en una capa de material granular, apisonado adecuadamente y con un espesor mínimo

de 6 ", en el fondo de la zanja en todo su ancho y longitud.

IV.7.6 .Que la tubería perforada sea de concreto como se indique en los planos y debe cumplir con los requisitos de la ASSHTO M 175 ( ASTM C 444).

IV.7.7 Cuidar que el material filtrante fino sea arena natural o un producto obtenido de partículas de piedra, limpias, duras y libres de arcilla o materia orgánica. Este material fino deberá ajustarse a la siguiente tabla.

TAMIZ No. (Aberturas cuadradas)	PORCENTAJE TOTAL QUE PASA
3/8 "	100
No. 4	95 - 100
No. 8	70 - 95
No. 16	45 - 80
No. 30	25 - 60
No. 50	10 - 30
No.100	1 - 10

IV.7.8 Que el material filtrante grueso debe consistir en piedra triturada o grava triturada; deben ser limpias, durables, de calidad uniforme, libres de basura, arcilla u otras sustancias extrañas. Deberá ajustarse a la gradación de la tabla siguiente.

TAMIZ No. (Aberturas Cuadradas)	PORCENTAJE TOTAL QUE PASA
3/4 "	100
1/2 "	90 - 100
3/8 "	40 - 100
No. 4	10 - 35
No. 8	0 - 5

IV.7.9 La excavación de las zanjas se verificará que se haga conforme a lo especificado en la sub-sección II.6.7 de esta guía.

**IV.7.10** Cuidar que la tubería perforada sea colocada de manera que las perforaciones queden por debajo de su diámetro horizontal.

**IV.7.11** Verificar que las juntas, sean unidas con mortero de cemento, comprobando que el interior de éstas quede libre de cualquier sobrante de mortero.

**IV.7.12** Verificar que el relleno se haga de la siguiente manera:

El material filtrante grueso debe colocarse hasta la mitad de la altura del tubo apisonándose adecuadamente; el material filtrante fino, se colocará y apisonará en dos capas iguales hasta 15 cms. arriba de la zona de escurrimiento. El resto del relleno debe ser de material impermeable y conforme a lo establecido en la Sub-sección II.6.9 de esta guía.

## **IV.8 RELLENO POROSO**

### **IV.8.1 DESCRIPCIÓN**

Consiste en el suministro y colocación de relleno poroso, donde así se indique en los planos y/o donde lo ordene el ingeniero. Consistirá en arena gruesa y piedra dura

triturada, grava triturada o grava bien graduada para facilitar el drenaje.

La unidad de medida será el m<sup>3</sup> de relleno efectivamente colocado.

Las actividades del supervisor para el control de esta actividad son las siguientes:

- IV.8.2 Verificará que el relleno sea colocado en los lugares y en la forma indicada en los planos, los cuales pueden ser: detrás de estribos, muros de ala, muros de retención y otras estructuras.
- V.8.3 Ordenará que donde se instalen agujeros de drenaje, se coloque bastante material grueso a continuación de ellos, para retener el relleno poroso.
- IV.8.4 Controlará que se extienda en capas que no excedan de 15 cms. de profundidad después de la compactación.
- IV.8.5 Controlará que el apisonado no dañe a las tuberías de drenaje contiguas.

## IV.9 CAPA FILTRANTE Y ENROCAMIENTOS

### IV.9.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en el suministro y colocación de capa filtrante de arena y grava con el espesor y dimensiones indicados en los planos, así como enrocamiento vaciado y enrocamiento colocado a mano.

La unidad de medida será el m<sup>3</sup> de material efectivamente colocados.

Para el control de esta actividad el supervisor realizará las siguientes actividades:

- IV.9.2 Controlará que los materiales a utilizar cumplan con los requerimientos establecidos en las especificaciones.
- IV.9.3 Vigilará que el contratista seleccione con la debida anticipación las fuentes de suministro de los materiales.
- IV.9.4 No permitirá el uso de materiales que contengan tierra y polvo de roca en cantidades apreciables.
- IV.9.5 Puede permitir el uso de piedras canteadas, sin cantear o piedras de canto rodado, siempre que llenen los

requisitos, pero su ancho o el espesor de cualquier pieza no debe ser menor de un tercio de su propia longitud.

- IV.9.6 Exigirá al contratista muestras del material del terraplén sobre el cual colocará la capa filtrante y del material que se propone usar para la misma.
- IV.9.7 Exigirá al contratista curvas granulométricas de los materiales, las cuales cumplirán con los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas.
- IV.9.8 Verificará que el material filtrante sea lo suficientemente permeable para eliminar rápidamente el agua del suelo que lo rodea, pero no tanto como para que el suelo mismo lo atraviese y obstruya el filtro.
- IV.9.9 Interpretará las curvas granulométricas acumuladas y establecerá el diámetro correspondiente al 15% de material filtrante y al 85% del suelo que lo envuelve, retenidos; los cuales son básicos para conocer las condiciones de trabajo del filtro.
- IV.9.10 Verificará que se cumpla la siguiente relación para determinar que el material filtrante es suficientemente permeable:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} \geq 5$$

Y para evitar arrastres:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{suelo})} \leq 5$$

IV.9.11 Verificará que las curvas granulométricas del material filtrante y del suelo, sean aproximadamente paralelas, es decir, sus relaciones granulométricas deben ser semejantes.

IV.9.12 Controlará que cuando un nuevo terraplén va a ser protegido por el enrocamiento, la capa filtrante sea colocada inmediatamente después de que el terraplén haya sido terminado.

IV.9.13 Vigilará porque la capa filtrante sea colocada en la forma que se indique en los planos.

- IV.9.14 Controlará que la parte más fina quede en contacto con los taludes del terraplén y la parte más gruesa en la parte exterior.
- IV.9.15 Exigirá que se coloque en 2 capas por lo menos, no siendo necesaria su compactación.
- IV.9.16 Enrocamiento vaciado.
- IV.9.16.1 Exigirá que este enrocamiento sea colocado procurando tener un conglomerado graduado con un porcentaje mínimo de cavidades, que se coloque en una sola operación con su longitud y espesor completos y evitando el desplazamiento del material adyacente.
- IV.9.16.2 Revisará el enrocado luego de colocado y examinará que no contenga grupos de piedras pequeñas ni de piedras grandes.
- IV.9.16.3 Permitirá la colocación a mano en áreas limitadas, pero solamente en la extensión necesaria para asegurar los resultados requeridos.
- IV.9.16.4 Verificará que haya una selección de los diferentes tamaños de piedra, para obtener una adecuada distribución del enrocado.

- IV.9.16.5 No permitirá el vaciado por medio de canaletas o medios similares que causen segregación de las piedras por distintos tamaños.
- IV.9.16.6 Verificará que la piedra sea resistente a la intemperie, durables y surtidas con una amplitud de tamaños y que su tamaño no sea mayor a un volumen de 14 decímetros cúbicos.
- IV.9.17 Enrocamiento colocado a mano.
- IV.9.17.1 Verificará que se realice cuidadosamente sobre la capa filtrante, procurando que las piedras adyacentes a la misma, queden en contacto directo, con sus dimensiones mayores atravesadas en el talud.
- IV.9.17.2 Controlará que las piedras sean convenientemente distribuidas por toda el área que está siendo protegida.
- IV.9.17.3 Exigirá que el enrocamiento a lo largo del borde más bajo de un área, se construya con las piedras más grandes colocadas en un surco, formando una cimentación.

IV.9.17.4 No permitirá el uso de piedras en la superficie expuesta del enrocamiento, que penetre menos de la mitad del espesor del enrocamiento, excepto la piedra triturada que se emplee para llenar las cavidades entre las piedras más grandes.

## IV.10 TUBERÍA PARA DRENAJE DE RELLENO JUNTO A ESTRUCTURAS

### IV.10.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en el suministro y colocación de tubería de concreto o de otro material para drenar detrás de los estribos, muros de ala o muros de retención, como indiquen los planos y deberá llenar los requisitos que se indiquen en las especificaciones.

Unidad de medida: Metro lineal.

El supervisor verificará lo siguiente:

IV.10.2 Que el tubo a colocar sea del tipo y medidas especificados.

IV.10.3 Que sea colocado en los lugares indicados y pendientes establecidas.

IV.10.4 Controlará que la hechura de perforaciones en la tubería, se realice de acuerdo a las sub-secciones IV.7.2 a IV.7.4.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la elaboración de este capítulo de la guía, el cual servirá como un complemento de la misma, se han realizado visitas a proyectos de carreteras y entrevistas con personas encargadas de la construcción o supervisión de carreteras.

Se presentan conclusiones y recomendaciones de tipo general y específicas; Las de tipo general van dirigidas a todas las actividades presentadas en la guía y las específicas se dirigen a aquellas áreas en las que se han detectado mayores problemas.

En general, se recomienda que personas afines y expertos en el tema, puedan aportar sus conocimientos y experiencias para el enriquecimiento de esta guía.

## V.1 CONCLUSIONES

### V.1.1 CONCLUSIONES GENERALES.

V.1.1.1 Se ha observado en gran medida que en la construcción de carreteras, no se pone en práctica lo estipulado en las especificaciones técnicas; debido muchas veces a la negligencia por parte del contratista y la poca exigencia del supervisor por que éstas se cumplan, permitiéndose así graves errores en detrimento de la calidad de la obra ejecutada.

V.1.1.2 Ocurre también que al supervisor no se le atribuyen todas las funciones que tiene que desempeñar y se le limita en su actuar; excluyéndosele de algunas tomas de decisiones. Esto crea en ciertos casos controversias o entorpecimiento en su labor como tal.

V.1.1.3 Las políticas del gobierno actual han permitido a la Empresa Privada, participar más en la construcción, rehabilitación y mejoramiento de carreteras; lo cual, si tanto el contratista, como el supervisor y el propietario, desempeñan su papel a cabalidad, puede traer grandes beneficios en el sentido de elevar la calidad del trabajo.

V.1.1.4 Este documento contiene aspectos aplicables a los diferentes tipos de carreteras y caminos. Para cada proyecto en particular y dependiendo de su naturaleza y alcance, tendrán que definirse los aspectos específicos para el desarrollo de dicho proyecto en particular.

#### V.1.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

V.1.2.1 La función principal de la Imprimación es impermeabilizar, endurecer y proteger las bases. También, aumentar la adherencia entre las bases y las capas superiores y permitir mayor margen de tiempo para colocar la carpeta final.

En nuestro medio, debido a la falta de recursos, muchas carreteras quedan en esta fase por mucho tiempo sin recibir el adecuado mantenimiento. Cuando se va a colocar la carpeta o tratamiento, la capa de imprimación presenta serios daños y casi siempre afectando la base. La reparación de estos daños ocasionan un incremento en el costo de la obra, restando posibilidad de nuevos proyectos.

V.1.2.2 Casi nunca se cumple con el período de curación del asfalto en la fase de imprimación, ya que inmediatamente

es colocado el material de secado y luego se permite el tránsito.

V.1.2.3 Para la actividad de tratamientos superficiales, se carece algunas veces del equipo adecuado para el esparcimiento de agregados y éste es realizado con camiones. Algunos operadores están muy experimentados en ésto, debido a que lo hacen con mucha frecuencia; sin embargo, esta forma de trabajo incurre en incremento de mano de obra y de tiempo para su ejecución. También no se logra el acabado que se obtiene con un esparcidor de agregado. Un tratamiento superficial influye en gran medida en la vida útil de la carretera, siendo una de sus principales funciones, suministrar una superficie asfáltica de bajo costo inicial, que sirva al tránsito en todo tiempo.

V.1.2.4 Estudios recientes<sup>1</sup> demuestran que en la actualidad no se usan los pavimentos de concreto hidráulico. Existiendo en el país únicamente 2 con ese tipo de pavimento. Por esta razón no se tiene muchos datos de éste.

V.1.2.5 Las obras de drenaje que se construyen para la adecuada protección del pavimento cumplen con su finalidad siempre y cuando estén debidamente concebidas y se ajusten a los

---

<sup>1</sup> ASIA 97

Estudios Comparativos de costo de pavimentos rígidos y flexibles.  
Ing. Víctor Manuel Balcáceres p.

criterios expuestos en las especificaciones. Con frecuencia se cree que los drenajes se deben dejar a la lógica o al sentido común, sin embargo, muchas veces no se construyen los suficientes o no cumplen con su función porque se parte de premisas inadecuadas o se crean falsas expectativas.

V.1.2.6 Se ha observado que en la construcción de alcantarillas, por lo general, no se le da la debida importancia a la protección de los terrenos adyacentes a la misma; en otras palabras, los trabajos se realizan hasta los límites geométricos de la alcantarilla señalados en los planos; sin importar los estragos que pueda causar el cauce más allá de dichos límites, perjudicando de esta manera los intereses de terceras personas.

Por otra parte, se ha observado también la no utilización de relleno poroso, atrás de los muros de protección, entorpeciéndose como consecuencia el normal drenaje de la zona; esto provoca la falla de la estructura misma. Esta problemática se ha observado principalmente en carreteras de tipo terciarias y rurales.

## V.2 RECOMENDACIONES

### V.2.1 RECOMENDACIONES GENERALES

V.2.1.1 Las personas encargadas de la supervisión de construcción de obras viales deben de ser profesionales con reconocida capacidad, experiencia y amplitud de criterio; así mismo, el personal auxiliar de laboratorio y topografía deberán ser calificados con el objeto de garantizar el efectivo cumplimiento de las especificaciones y la buena práctica de la ingeniería; obteniendo con ello obra de óptima calidad.

V.2.1.2 Se recomienda a las empresas dedicadas a la construcción de carreteras, la adquisición de equipo adecuado para cada uno de los procesos constructivos que comprende una carretera y darle su respectivo mantenimiento; con el objeto de lograr trabajos excelentes que cumplan su función a cabalidad, ya que el éxito de los trabajos no se debe únicamente al empleo de buenos materiales, sino también depende en un alto grado al uso del equipo adecuado y de su buen estado de funcionamiento.

V.2.1.3 Se recomienda que para todos los procesos constructivos que conlleva la ejecución de una obra vial, se utilice la mano de obra, materiales y herramientas adecuadas y en la

cantidad suficiente, de manera tal que no dé lugar al entorpecimiento del desarrollo de dichos procesos, por la falta de éstos y será tarea del supervisor verificar que esto se cumpla.

V.2.1.4 Es necesario que el supervisor de construcción de carreteras se informe concienzudamente de todo lo relacionado al proyecto desde los trámites de preconstrucción y que no se le limite en sus actividades, teniendo participación activa en las decisiones que sobre él se tomen; con lo cual se logrará un mejor desarrollo a lo largo de la vida del proyecto.

V.2.1.5 Se recomienda al supervisor, compenetrarse en las especificaciones técnicas de los proyectos a su cargo, saberlas aplicar y exigir las al constructor. Así contribuirá en gran medida a la buena calidad de la obra final.

V.2.1.6 Se recomienda tanto a las instituciones gubernamentales como privadas, involucradas en la construcción de obras viales, poner en práctica lo estipulado en este documento, con el objeto de garantizar que dichos proyectos sean construidos con los requerimientos mínimos, para una ejecución y aprovechamiento de los recursos; evitando de esta manera daños a la propiedad y recursos naturales que

se pudiesen dar debido al desconocimiento de estos lineamientos.

**V.2.1.7** El supervisor deberá tomar en cuenta las recomendaciones emitidas por el laboratorio a fin de garantizar que tanto los materiales como los procesos constructivos que requieran control, sean ejecutados de la mejor manera posible.

#### **V.2.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**

**V.2.2.1** No es adecuado dejar bases imprimadas a la intemperie por mucho tiempo. Si así está programado, se recomienda adecuar los recursos disponibles en la construcción de tramos completos de carretera; evitando con esto un incremento en el costo de la obra con la reparación de daños posteriores.

**V.2.2.2** Se recomienda profundizar en la elaboración e implementación de la construcción de pavimentos de concreto hidráulico en las carreteras que lo ameriten, ya que se ha comprobado que aunque su costo inicial es mayor que los pavimentos asfálticos; su costo actualizado tiene

un menor valor actual que el asfáltico, sobre todo en los tráficos mediano y pesado<sup>2</sup>.

V.2.2.3 En la actualidad el País cuenta con una planta procesadora de mezclas asfálticas en caliente con gran capacidad de producción (66 m<sup>3</sup>/h). Se recomienda estudiar la manera de abastecerla de tal forma que se logre un ritmo de construcción y mantenimiento de carreteras acelerado para recuperar al menor tiempo posible la red vial existente y la creación de nuevas vías pavimentadas.

V.2.2.4 Se recomienda que acompañando a las obras de drenaje, principalmente tuberías, se construya la respectiva obra de protección. El supervisor deberá revisar los planos y verificar si han sido consideradas; de no ser así, las exigirá donde sean necesarias.

---

<sup>2</sup> ASIA 97

Estudio comparativo de Pavimentos Rígidos y flexibles.  
Ing. Víctor Manuel Balacéres p.

ANEXO A

FIGURA A - 1  
CLASIFICACION GEOMETRICA FUNCIONAL

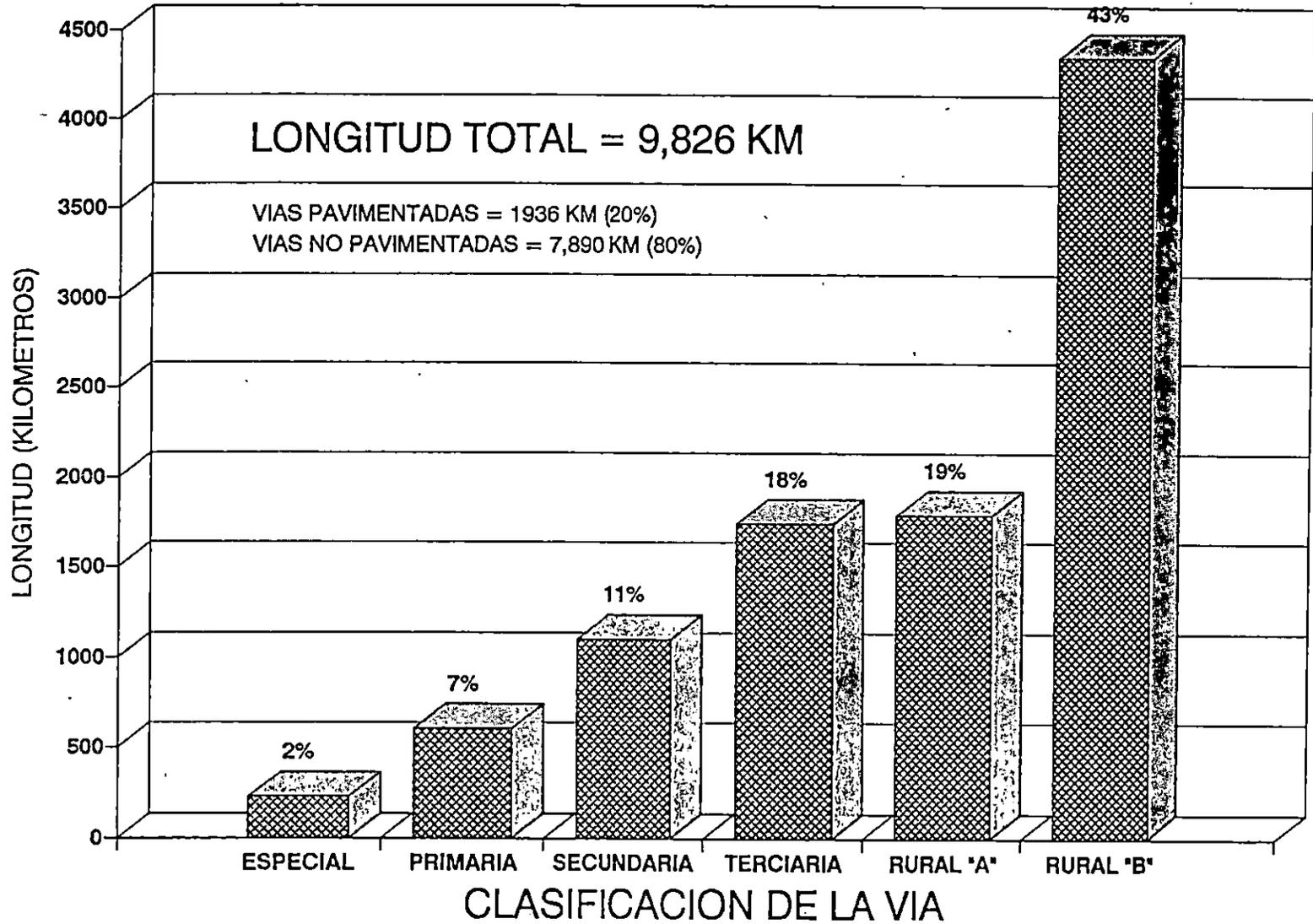


FIGURA A - 2  
RED VIAL DE EL SALVADOR

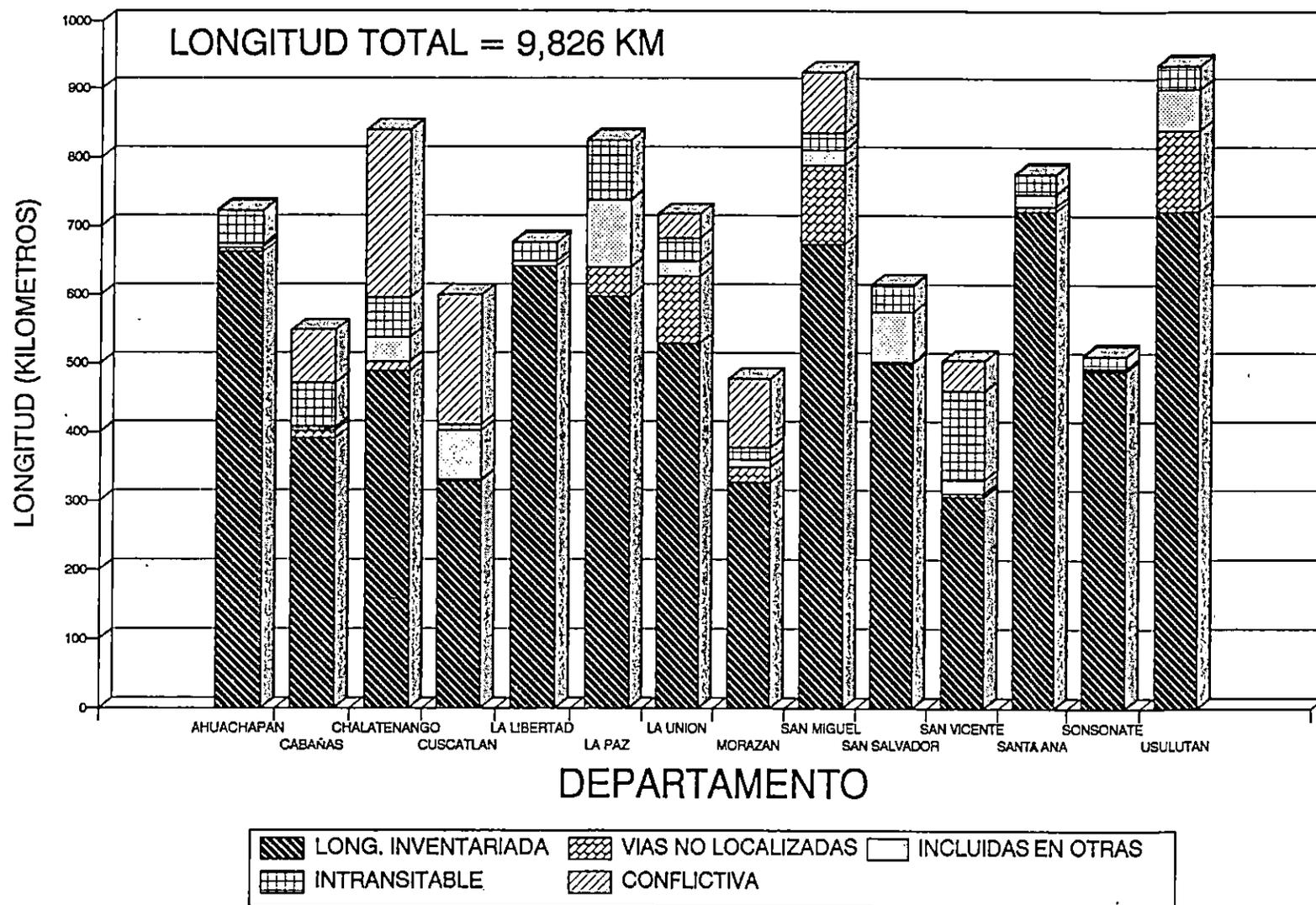
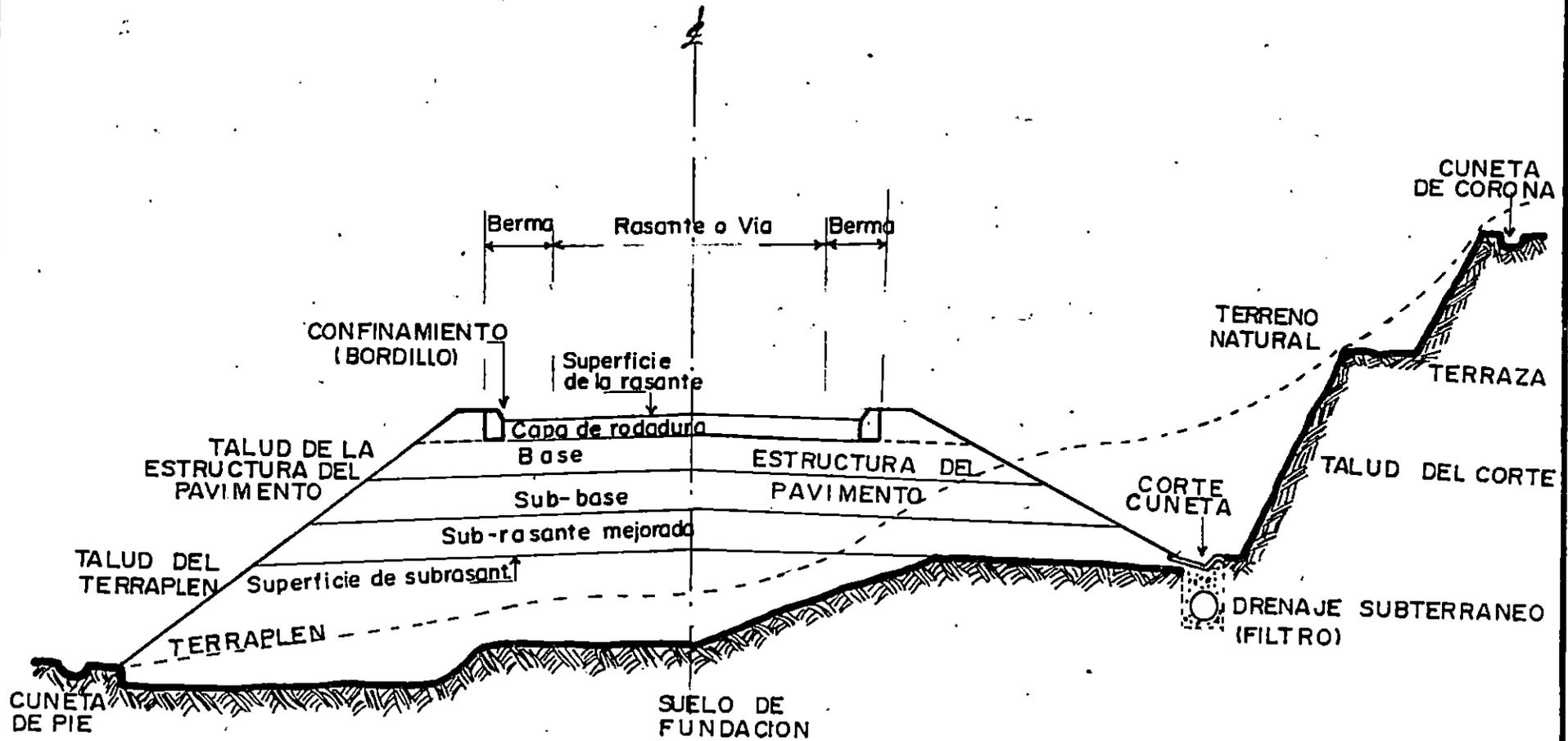
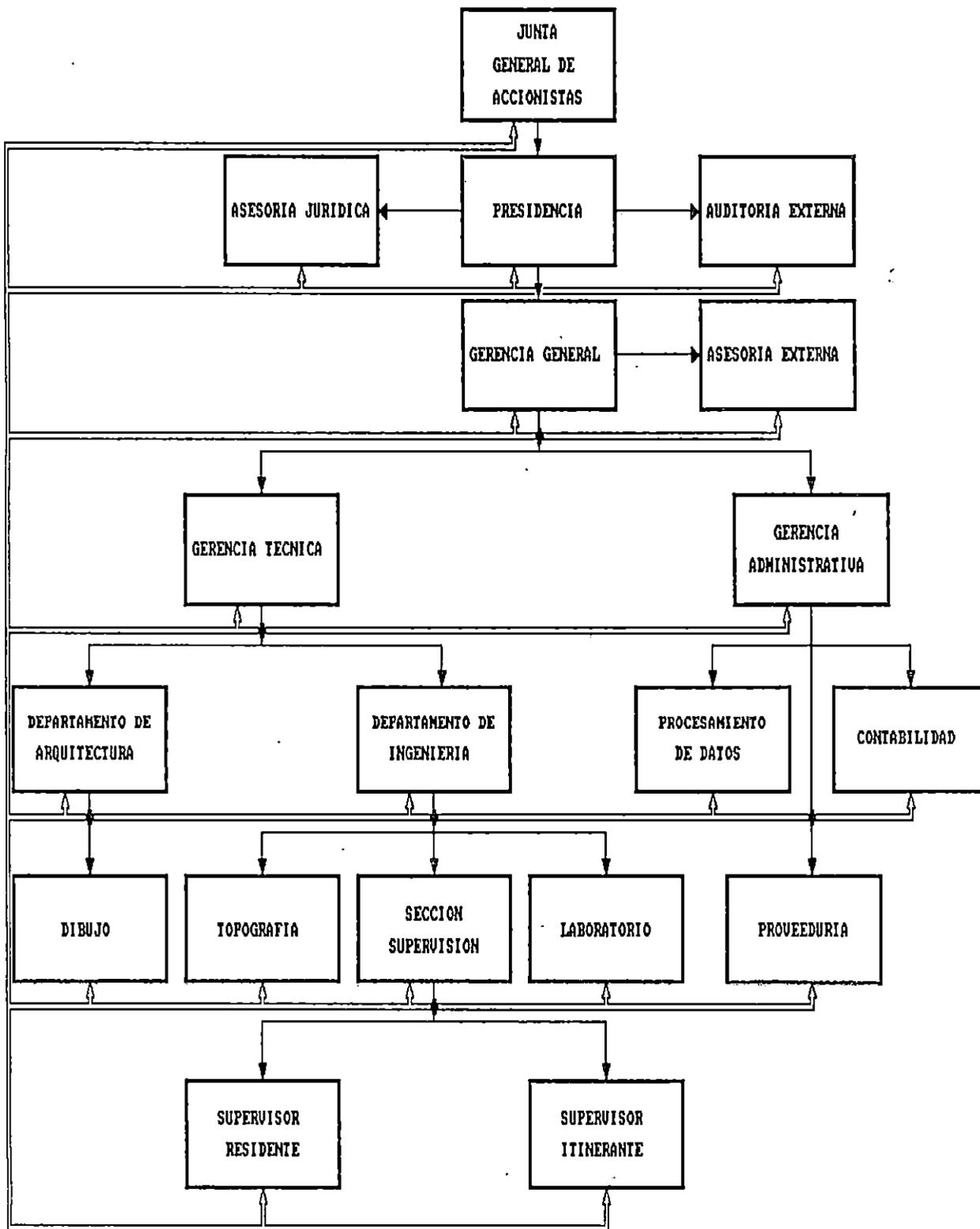


Figura A-3

SECCION TRANSVERSAL



ESTRUCTURA ORGANIZATIVA TIPICA DE UNA EMPRESA SUPERVISORA



==== LINEA DE COMUNICACION

— LINEA DE AUTORIDAD

FIGURA A-5

**A N E X O B**

## TÍTULOS DE ESPECIFICACIONES DE AASHTO Y SU EQUIVALENTE ASTM PARA PRUEBAS O ENSAYOS

DESCRIPCIÓN	ASIGNACIÓN	
	AASHTO	ASTM
Muestreo de agregados	T-2	D-75
Método estándar para el ensayo de determinación de la cantidad de material de agregado que pasa el tamiz de 0.075 mm (No. 200)	T-11	
Peso unitario y vacíos en el agregado	T-19	C-29
Impurezas orgánicas en arenas para concreto	T-21	C-40
Esfuerzo de compresión para especímenes cilíndrico de concreto	T-22	C-39
Calidad del agua utilizada en el concreto	T-26	
Método estándar para análisis granulométrico de agregados	T-27	C-136
Análisis mecánico del agregado extraído	T-30	
Muestreo de materiales bituminosos	T-40	
Ensayo de penetración del asfalto (a 25° C, 100 grs., en 0.01 cm.)	T-49	D-5
Viscosidad de los asfaltos líquidos (FUROL)	T-72	D-88
Destilado del asfalto	T-78	D-402
Viscosidad cinemática de los asfaltos (a 60°C)	-	D-2170
Gravedad específica y absorción del agregado fino	T-84	C-128
Gravedad específica y absorción del agregado grueso	T-85	C-127
Recomendaciones para la investigación y obtención de muestras de suelos y rocas	T-86	
Análisis del tamaño de partículas de los suelos	T-88	D-422
Determinación del límite líquido de los suelos	T-89	D-423

DESCRIPCIÓN	ASIGNACIÓN	
	AASHTO	ASTM
Determinación del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos	T-90	D-424
Método estándar para la determinación de los factores de contracción de los suelos	T-92	
Resistencia a la abrasión del agregado grueso de tamaño pequeño, utilizando la máquina de los ángeles	T-96	C-131
Esfuerzo de flexión en el concreto (utilizando una viga simple cargada en sus terceras partes)	T-97	
Relación humedad-densidad de los suelos, utilizando un pisón de 5.5 Libras (12.5 kg.) Y una caída de 12 pulgadas (305 mm)	T-99	D-698
Determinación de la gravedad específica de los suelos	T-100	D-854
Prueba de hinchamiento para mezclas bituminosas	T-101	
Ensayo de sanidad del agregado utilizando sulfato de sodio o el sulfato de magnesio	T-104	C-88
Ensayo de revenimiento del concreto de cemento portland	T-119	
Relación humedad-densidad en mezclas de suelo-cemento	T-134	D-558
Ensayo de humedecimiento y secado de la mezcla compactada de suelo-cemento	T-135	
Humedad superficial del agregado fino	T-142	C-70
Contenido de aire de una mezcla fresca de concreto por el método de presión	T-152	
Extracción cuantitativa de betún de mezclas de pavimentos	T-164	
Peso específico de la masa de mezclas bituminosas compactados	T-166	
Muestreo de mezclas de pavimentos bituminosos	T-168	

DESCRIPCIÓN	ASIGNACIÓN	
	AASHTO	ASTM
Material plástico en materiales graduados y suelos, por medio del método equivalente de arena	T-176	D-2419
Esfuerzo de flexión del concreto (utilizando una viga simple con carga concentrada)	T-177	
Relación humedad-densidad de suelo, utilizando un pisón de 10 lbs. (4.54 kg.) Y una caída de 18 pulgadas (457 mm)	T-180	D-1557
Revestimiento y separación de mezclas de betún-agregado	T-182	D-1664
Densidad de suelos en el lugar por el método de cono y arena	T-191	D-1556
Valor soportante relativo de suelos compactados en el laboratorio (C.B.R.)	T-193	D-1883
Viscosidad cinemática de los asfaltos	T-201	
Densidad de suelos en el lugar por el método de la vejiga de hule	T-205	
Método estándar para la prueba de penetración y la obtención de muestras de suelo utilizando un sacamuestras partido	T-206	
Peso específico máximo de mezclas bituminosas no compactadas	T-209	
Ensayo para determinar el modulo de reacción de la subrasante	T-222	D-1196
Corrección de partículas gruesas en el ensayo de compactación de suelos	T-224	
Densidad de suelos en el lugar por el método nuclear	T-238	D-2922
Preparación seca de muestras de suelo		D-421
Esfuerzo de compresión no confinada en suelos cohesivos		D-2166
Determinación en el laboratorio del contenido de humedad del suelo		D-2216

A S H T O : AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS

A S T M : AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

DESCRIPCIÓN		ASIGNACIÓN
		AASHTO
		ASTM
Preparación húmeda de muestras de suelo		D-2217
Permeabilidad de suelos granulares (carga constante)		D-2434
Consolidación unidimensional de los suelos		D-2435
Clasificación de los suelos para propósitos de Ingeniería		D-2487
Práctica recomendada para descripción de suelos (procedimiento visual-manual)		D-2488
Esfuerzo de compresión triaxial en suelos cohesivos		D-2850
Fabricación y curado en el campo de especímenes de concreto para ensayo		C-31
Revenimiento del concreto de cemento portland		C-143
Fabricación y curado en laboratorio de especímenes de concreto para ensayo		C-192
Resistencia al desgaste del agregado grueso de tamaño grande, utilizando la máquina de los ángeles		C-535
Contenido de humedad total del agregado por secado		C-566
Estabilidad de mezclas asfálticas (método Marshall)		D-1559

## TÍTULOS DE ESPECIFICACIONES DE AASHTO Y SU EQUIVALENTE ASTM PARA MATERIALES

DESCRIPCIÓN	ASIGNACIÓN	
	AASHTO	ASTM
Agregado fino para mezclas de pavimentos bituminosos	M-29	D-1073
Requisitos de graduación de agregado grueso para construcción de carreteras	M-43	D-448
Agregado fino	M-45	C-144
Especificaciones estándar para materiales a emplearse en la construcción de terraplenes y subrasantes	M-57	
Agregado para hormigón bituminoso	M-79	
Cemento Portland	M-85	C-150
Especificaciones para tubos de concreto sin refuerzo	M-86	C-14
Cloruro de sodio	M-143	D-632
Cloruro de calcio	M-144	D-98
Recomendaciones prácticas para la clasificación de suelos y mezclas de suelos y agregados para la construcción de carreteras	M-145	
Materiales para agregado y suelo-agregado utilizados para sub-base, base y capa superficial	M-147	
Cemento para albañilería	M-150	C-91
Aditivos para la inclusión de aire en el concreto	M-154	
Especificaciones para tubos de concreto reforzado	M-170	C-76
Tubería de hormigón perforado	M-175	C-444
Agregados livianos para concreto estructural	M-195	

DESCRIPCIÓN	ASIGNACIÓN	
	AASHTO	ASTM
Tubería elíptica de hormigón reforzado	M-207	C-507
Cemento asfáltico de viscosidad graduada	M-226	
Tubería de hormigón reforzado	M-242	C-655

**A S T M** : *AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS*

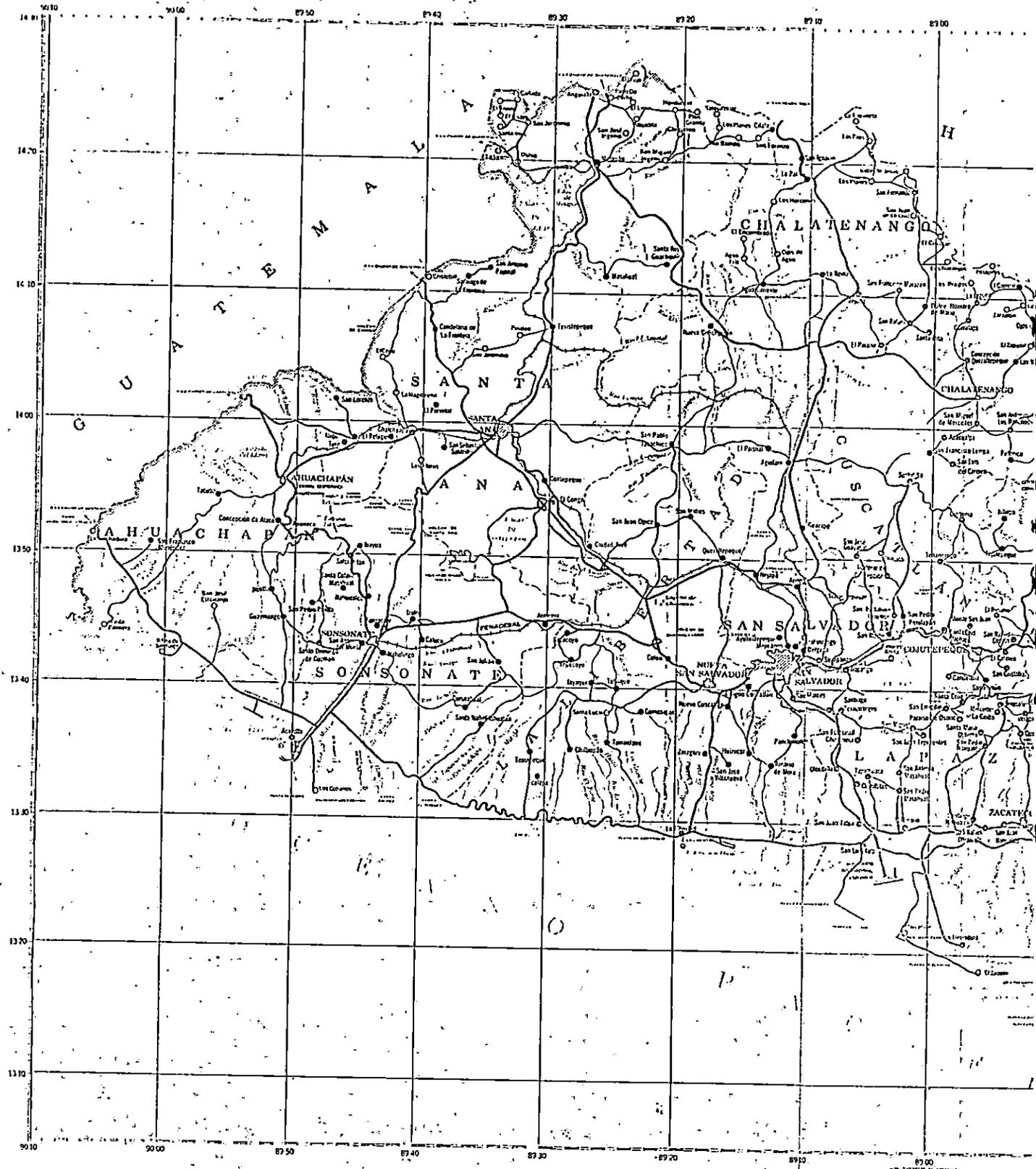
**A A S H T O** : *AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATIONS OFFICIALS*

# BIBLIOGRAFÍA

1. Dirección General de Caminos  
Ministerio de Obras Públicas  
**ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS  
Y PUENTES. DOCUMENTO: EG-78.**  
3 volúmenes, 1978.
  
2. **ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS  
Y PUENTES EN PROYECTOS DE CARRETERAS FEDERALES. DOCUMENTO  
FP-74.**  
1 volumen, 1974.
  
3. Secretaría Permanente del Tratado General de Integración  
Económica Centroamericana (SIECA).  
**MANUAL CENTROAMERICANO DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS,  
ALCANTARILLAS Y PUENTES.**  
Julio 1974.
  
4. Secretaría de Obras Públicas  
**MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS**  
Primera Edición, un volumen, México, Talleres Gráficos de  
la Nación  
Abril de 1974.

5. **BIBLIOTECA DEL INGENIERO CIVIL, Volumen 5**  
Segunda reimpresión, 11 volúmenes, Editorial LIMUSA,  
México 1989.
  
6. Dirección General de Caminos  
Ministerio de obras Públicas  
**INVENTARIO VIAL DE LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR,**  
INFORME FINAL volumen I  
Asistencia Técnica: LOUIS BERGER INTERNATIONAL, INC.  
Octubre de 1991.
  
7. Castro Martínez, Hugo Ovidio  
**ACTUALIZACIÓN DE ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES EG-78.**  
Trabajo de Graduación, 1 volumen, Universidad Politécnica  
de El Salvador.  
Diciembre de 1991.
  
8. Urrutia Sosa, José Luis  
**CONSIDERACIONES PARA LA APLICACIÓN DE ESPECIFICACIONES  
TÉCNICAS EN LAS CONSTRUCCIÓN DE BASES DE PAVIMENTOS  
FLEXIBLES Y PAVIMENTOS RÍGIDOS.**  
Trabajo de graduación, 1 volumen, Universidad de  
El Salvador  
C.I. Civil, 1985, U7SE

REPÚBLICA DE EL SALVADOR



REPÚBLICA DE EL SALVADOR  
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
 INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
 "INGENIERO PABLO ARNOLDO GUZMAN"  
 AGOSTO 1938

EXPLICACIÓN

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		CARRERAS PAVIMENTADAS	
CABECERAS DEPARTAMENTALES		CARRERAS REVISTIDAS	
MUNICIPIOS		CARRILES PARA EL PASAJE DE MACHOS Y VEGAS	
CANTONES Y CASERIOS		CAMPOS VEJERIALES	
		PROYECTOS DE INTERCOMUNICACIONES	
		LINEAS DE FERROCARRILES	
		PUNTEROS PISAS DE BATERIA	

Este mapa fue elaborado por el Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Obras Públicas, con base en el trabajo de campo del Sr. Pablo Arnaldo Guzmán, en el mes de agosto de 1938.



9. Ortiz Alvarez, Miguel Edgan  
**ESTUDIO DEL DRENAJE SUPERFICIAL EN CARRETERAS**  
Trabajo de graduación, 1 volumen, Universidad de El Salvador, E.I.Civil, 1979, 07-A
  
- 10 Balcáceres, Víctor Manuel y Osorio, Iván de Jesús  
(Ingenieros Civiles)  
**CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS**  
Texto Base, Cátedra Construcción de Carreteras,  
Universidad de El Salvador  
Octubre de 1989.
  
11. Consultora Técnica S.A. de C.V.  
**NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE SUPERVISIÓN**  
Fase II : Diseño Final de Ingeniería, Ministerio de Obras Públicas, Programa Nacional de Caminos de Acceso.
  
12. Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA)  
revistas números: 95, 96, 97 y 98.
  
13. Profesionales entendidos en la materia.  
Entrevistas varias.