

ESPECIFICACIONES PROVISIONALES PARA LA CONSTRUCCION
DE CARRETERAS EN CENTROAMERICA Y PANAMA

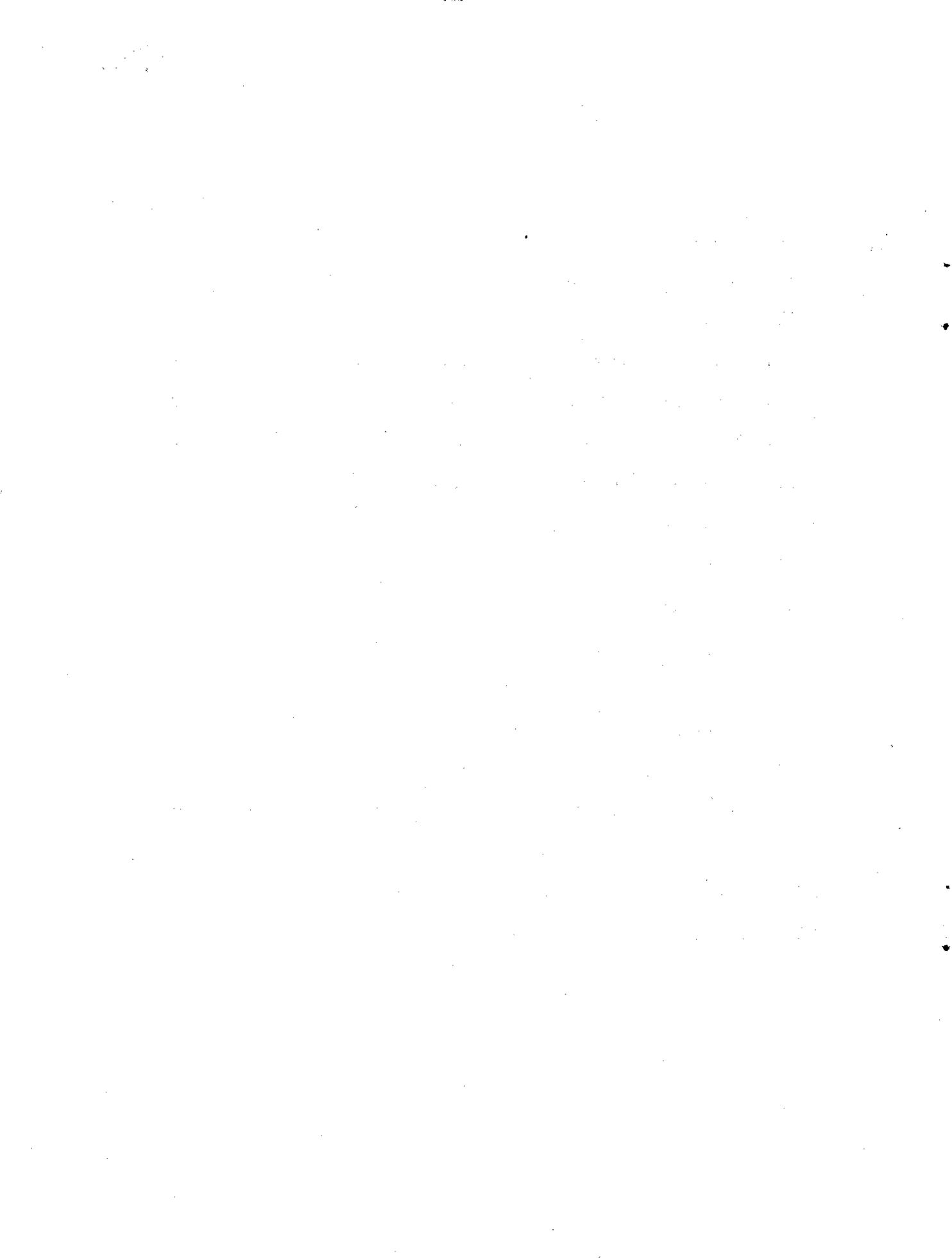
IV

BASES Y PAVIMENTOS

Texto revisado de las normas preparadas por el ingeniero Benjamín B. Fraenkel, experto de la Administración de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, tal como quedó aprobado en la Reunión del Grupo de Trabajo para la Consideración del Anteproyecto de Manual de Especificaciones para la Construcción de Carreteras, celebrada en Tegucigalpa, Honduras, del 3 al 10 de junio de 1958.

INDICE

	<u>Página</u>
I. Introducción (1-10)	1
II. Preparación de subrasante existente (11-12)	4
III. Construcción de sub-base (13-19)	4
IV. Revestimiento con grava triturada (20-22)	6
V. Construcción de hombros (23-27)	7
VI. Bases de arena-arcilla (28-35)	9
VII. Bases de suelo y agregado (36-43)	11
VIII. Bases de suelo-cemento (44-59)	14
IX. Imprimación (60-70)	24
X. Riego de liga (71-74)	28
XI. Capa de sello (75-80)	29
XII. Sello de arena (81)	32
XIII. Tratamiento superficial bituminoso (82-98)	33
XIV. Mezclas asfálticas en frío (99-113)	40
XV. Arena-asfalto (114-125)	47
XVI. Mezcla en la carretera (126-135)	53
XVII. Concreto asfáltico (136-158)	58
XVIII. Pavimento de concreto cemento portland (159-170)	79



I. INTRODUCCION

1. El pavimento comprende la carpeta de rodadura y la base y sub-base en las cuales se apoya. La base es 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 la denomina sub-base. Las mejoras en la capacidad de sustentación de la subrasante se traducen en economías en la construcción de la base. Mejorar las capas más profundas sale barato y permite a veces economías apreciables en la construcción de las bases, cuyo costo es alto.

2. La gran variedad de tipos constructivos que hay para bases y pavimentos no nos permitirá tratar en estas especificaciones todas las combinaciones posibles, sólo se revisarán las más importantes y las que se consideran de más interés para la región.

3. La capa de rodamiento es apenas una carpeta que cubre la base y queda en contacto directo con las ruedas de los vehículos. Ningún pavimento puede ser de mejor calidad que la base que lo soporta.

4. La superficie de la base debe ser acabada a la perfección porque resultaría muy difícil subsanar sus irregularidades cuando se coloca la carpeta de rodamiento. Como máximo, sólo irregularidades de seis milímetros de altura en cuatro metros de extensión, medidos en cualquier dirección se pueden tolerar. Cualquier elevación o depresión que rebase ese límite tiene que ser respectivamente recortada o rellenada con material adecuado y compactado convenientemente.

5. Medida. Las bases, sub-bases y hombros contruidos por contrato serán medidos por su volumen real después de compactados. Al calcular el volumen, el largo será el que tenga la base, sub-base u hombro, contruido a satisfacción. El ancho será el de la base, sub-base u hombro contruido dentro de los alineamientos señalados en los planos, o como haya indicado el Residente. El espesor será el medido después de concluida la compactación del material. El sobrecarreo del material de extracción local empleado en la construcción de bases, sub-bases, y hombros se medirá como ha sido indicado para excavación corriente.

/La preparación

La preparación de la subrasante, la imprimación, el riego de liga, el sello de arena, los tratamientos superficiales bituminosos, las mezclas asfálticas en frío, las arenas-asfalto, las mezclas preparadas en la carretera y los concretos asfálticos serán medidos por metros cuadrados de trabajo hecho a satisfacción. Al calcular el área, el largo será el que tenga el trabajo hecho de acuerdo con las especificaciones e instrucciones y el ancho, el construido dentro de los alineamientos señalados en los planos, o como haya indicado el Residente.

6. Pago. El pago por la construcción de bases, sub-bases u hombros será hecho por el número de metros cúbicos, medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable. En ese precio ya está incluida la compensación total por todo el trabajo, y por el suministro de todos los materiales, herramienta, equipo, mano de obra, transportes e imprevistos para la conclusión total de los trabajos de acuerdo con las especificaciones y requisitos exigidos, y a satisfacción de la DGC. El sobreacarreo de materiales de extracción local será pagado, medido como se ha indicado, y al mismo precio de contrato para sobreacarreo en excavación corriente.

El pago por la preparación de subrasante, por imprimación, por riego de liga, por sello de arena, por construcción de tratamientos superficiales bituminosos, por construcción de pavimentos con mezcla asfáltica en frío, con arena-asfalto, con mezclas en la carretera, o con concreto asfáltico, será hecho por el número de metros cuadrados, medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable. En ese precio ya está incluida la compensación total por todo el trabajo, suministro de todos los materiales, herramientas, equipo, mano de obra, transportes e imprevistos para la conclusión total de los trabajos de acuerdo con las especificaciones y requisitos exigidos, y a satisfacción de la DGC.

7. Control de compactación. La densidad máxima referida en el texto es la obtenida en laboratorio por el método AASHO T-99-46 con las modificaciones adoptadas por el ejército de los Estados Unidos.

8. Condiciones atmosféricas. Los trabajos hechos en campo abierto sólo deben ser ejecutados cuando las condiciones atmosféricas no perjudiquen las operaciones ni la obra final, a juicio del Residente.

/En los trabajos

En los trabajos de construcción de bases de materiales estabilizados mecánicamente se exigirá que se hagan los trabajos en condiciones atmosféricas que no perturben la humedad óptima necesaria a la compactación del material.

En los trabajos de bases y de pavimentos hechos con materiales bituminosos se exigirá que la superficie de aplicación esté seca o contenga una cantidad mínima de humedad, considerada aceptable por el Residente.

Tanto en los trabajos hechos con materiales bituminosos, como en los hechos con concreto, se exigirá que la temperatura ambiente sea por lo menos de 10° centígrados (50° Fahrenheit) y esté subiendo, o, si no está subiendo, sea por lo menos de 15° centígrados (60° Fahrenheit); sólo deberán hacerse estos trabajos cuando el tiempo no esté nebuloso, lluvioso, brumoso o se considere por cualquier razón inadecuado. Estas limitaciones pueden ser alteradas por el Residente, si lo considera conveniente.

9. Método para la compactación de bases y pavimentos. En los tramos con bombeo la compactación se hace 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 vaya a detenerse para retroceder o avanzar, deberá hacerlo en un punto distanciado cerca de un metro de aquél en que lo haya hecho en cualquier pasada anterior. En los tramos con peralte la compactación se hace 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. Cuando la pendiente de la carretera sea fuerte, se podrá evitar el desplazamiento del material y la formación de ondulaciones empezando la compactación con aplanadora de llantas y terminándola con rodillo de acero. Cuando se compacten materiales calientes deberá disponerse de aplanadoras con depósito de agua para mojar sus ruedas.

10. Equipo. En los diversos tipos de trabajo que se describen a continuación se considera el uso de los equipos corrientes que han sido empleados con buenos resultados. Naturalmente, cabe la posibilidad de que aparezcan en el mercado nuevos equipos cuyo empleo sea recomendable, a discreción de la DGC.

II. PREPARACION DE SUBRASANTE EXISTENTE

11. El lecho de la vía, o subrasante, que hubiere sido construido con anterioridad deberá perfeccionarse como se describe a continuación, antes de la construcción de la sub-base.

Cuando la densidad de la subrasante sea menor del 90 por ciento de la densidad máxima, sus 30 centímetros más superficiales serán compactados hasta el 95 por ciento, y cerca del contenido óptimo de humedad. La subrasante será previamente emparejada a fin de asegurar una compactación uniforme, y recibirá una conformación final de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos e indicados por el Residente. En este trabajo se evitará lo más posible la segregación de los materiales. Cuando se considere necesario, las pendientes de la subrasante en los extremos de los puentes deberán ajustarse de acuerdo con las indicaciones del Residente.

Cuando así lo indiquen los planos, o lo determine el Residente, los materiales de base y sub-base existentes deberán ser retirados y dispuestos en montones o pilas adyacentes a la carretera antes de la compactación de la subrasante.

12. Medida. La medida será hecha por metro cuadrado de subrasante preparada, como se ha indicado en el párrafo 5. El ajuste de pendientes junto a los puentes no será objeto de medida ni de pago especial. Se seguirá el mismo criterio con respecto a la remoción de la base y la sub-base existentes cuando ello se juzgue necesario.

Pago. El pago se hará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, como se explica en el párrafo 6.

III. CONSTRUCCION DE SUB-BASE

13. 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, sólo se escarificará la subrasante y se compactará al 95 por ciento de la densidad máxima. Dicha sub-base deberá

/contener

contener el espesor que señalen los planos o indique el Residente, de acuerdo con la capacidad soporte de la subrasante. La sub-base que se construya deberá tener un valor soporte California (CBR) por lo menos igual a treinta.

14. Ese valor soporte se obtendrá 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 corrigiéndole con la adición de materiales adecuados para ese efecto, tomando en cuenta sus deficiencias en granulometría, plasticidad, liquidez, etc.

Los mejores materiales disponibles en los cortes y en los bancos de préstamo se destinarán a la construcción de la sub-base. Los materiales seleccionados serán usados por separado o mezclados para obtener el valor soporte requerido. Los pedruscos mayores de 10 cm o de $2/3$ del espesor de la capa que se coloca, deberán ser retirados en la fuente de abastecimiento, salvo cuando se trate de rocas de tal naturaleza que se quiebren durante las operaciones de mezcla, motonivelación o compactación. No se permitirá el uso de terrones de arcilla, materias orgánicas u otras sustancias deletéreas.

Se utilizarán materiales aditivos cuando los materiales del camino y de los bancos de préstamo no tengan el valor soporte especificado. Los materiales aditivos pueden consistir en tierra, arcilla arenosa, roca tamizada, o cualquier otro material que venga a suplir las deficiencias de los materiales existentes y, de acuerdo con los ensayos de laboratorio, resulte apropiado para la estabilización.

15. No deberán utilizarse para la construcción de sub-bases los materiales que tengan un índice de plasticidad mayor de 8 (o mayor de 10 cuando existan excelentes condiciones de drenaje), un límite líquido mayor de 40 o una curva de granulometría inadecuada.

16. Selección de material. Quedará bajo la responsabilidad del contratista determinar las fuentes de abastecimiento y presentar para la aprobación del Residente muestras de los materiales disponibles. Las muestras deberán ser presentadas con suficiente anticipación a la utilización de los materiales para dar tiempo a efectuar las pruebas adecuadas. El Residente determinará los materiales que sean aceptables. Los bancos de préstamo que contengan materiales apropiados para base y sub-base, serán mantenidos en reserva si, en opinión del Residente, se prevé escasez de los mismos.

/17. Cuando

17. Cuando sea necesario mezclar materiales diversos para obtener el valor soporte requerido, esos materiales podrán ser colocados en una o más capas que no excedan al espesor compactado de 15 cm. cada una y siempre que se obtengan una mezcla y compactación satisfactorias de los materiales. El material aditivo que va a corregir las fallas del existente debe aplicarse separadamente por cada capa y en cantidad que produzca por lo menos el valor soporte requerido. Los materiales se mezclarán por medio de arado, escarificadora, rastra, motoniveladora, mezcladora rotativa o cualquier otro equipo aprobado por el Residente, hasta lograr un valor soporte uniforme en todo el ancho y espesor de la capa.

18. Compactación. Todas las partes de la sub-base estabilizada deberán ser compactadas por medio de aplanadoras de cualquier tipo (excepto las de ruedas lisas de acero cuya compactación alcanza una profundidad muy reducida y por eso sólo sirven para el acabado de la superficie), desde que produzcan la densidad requerida en todo el espesor de la capa. La compactación debe continuarse hasta que el espesor total de la sub-base tenga una densidad en cada capa de por lo menos 95 por ciento de la densidad máxima.

19. Medida. Se medirá el número de metros cúbicos de sub-base construída como se indica en el párrafo 5.

Pago: Se pagará por el número de metros cúbicos medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se determina en el párrafo 6.

IV. REVESTIMIENTO CON GRAVA TRITURADA

20. Cuando así lo prevengan los documentos contractuales o lo indique el Residente, el Contratista deberá colocar una capa de recubrimiento de grava triturada sobre la subrasante o sobre la sub-base previamente preparada.

Toda la grava triturada deberá pasar por el tamiz de una pulgada y sólo el cinco por ciento en peso por el tamiz de un cuarto de pulgada. El porcentaje de desgaste medido por el método de los Angeles no deberá exceder de 45.

/21. La grava

21. La grava triturada será esparcida uniformemente en todo el ancho de la superficie preparada de la carretera (subrasante o sub-base), en una cantidad aproximada de 70 decímetros cúbicos por metro cuadrado, o como determine el Residente.

22. Medida. La medida se hará por el número de metros cuadrados de revestimiento de grava triturada construido y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se determina en el párrafo 6.

V. CONSTRUCCION DE HOMBROS

23. Los hombros serán construidos por el contratista con materiales adecuados y aprobados que él mismo deberá suministrar y transportar hasta el lugar requerido. La construcción será hecha de acuerdo con las especificaciones, los alineamientos, pendientes, cotas y secciones transversales señalados en los planos o indicados por el Residente; y también de acuerdo con las instrucciones del Residente.

El contratista hará también la reconfiguración y acabado de las cunetas y de sus taludes.

Los hombros se construirán de 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 Residente. El material que se usará será el especificado para las bases, con las excepciones que se mencionan en párrafos siguientes.

24. La fracción 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 por ciento deberá pasar por el tamiz No. 200.

El Residente indicará el avance que deberá llevar la construcción de los hombros con respecto a la construcción de la base o de la superficie. Ningún material de hombros deberá colocarse sobre el lecho del camino mientras las áreas de los hombros no hayan sido niveladas y compactadas adecuadamente en una superficie pareja y uniforme, y con suficiente declive para obtener un

/drenaje

drenaje apropiado, aunque no necesariamente a su pendiente y forma finales. El material para la construcción de los hombros deberá colocarse, mezclarse y esparcirse de manera que se asegure una mezcla uniforme en todo el espesor y ancho de la capa de hombro.

25. Si el material que se usó carece de materia orgánica para el crecimiento de césped, el Residente puede ordenar que se mezcle una pequeña cantidad de tierra vegetal o de materia orgánica, o que se cubra ese material con una capa fina de tierra vegetal. La cantidad de material adicionado no debe ser muy grande para evitar que se altere apreciablemente la estabilidad de los hombros.

Si el espesor compactado del material de hombros excede de 15 centímetros deberá colocarse y compactarse el material en dos capas o más. No se permitirán en la capa de superficie del hombro piedras mayores de $2/3$ de su grueso.

26. La compactación de los hombros debe ser la necesaria para evitar la erosión y permitir el tránsito de los vehículos, es decir, por lo menos, el 90 por ciento de la densidad máxima. De preferencia, la faja adyacente a la base o a la carpeta de superficie debe ser compactada al mismo tiempo que ella y hasta un promedio de densidad no inferior al 95 por ciento de la densidad máxima.

Deberá impedirse que el equipo de compactación dañe alguna capa de base o superficie. Si tal daño ocurriera, el Contratista deberá repararlo por su cuenta. Una vez terminados los hombros, deberá el Contratista limpiarlos bien, reacondicionarlos como convenga y mantenerlos en buen estado a su costa hasta la aceptación final.

27. Medida. La medida se hará por el número de metros cúbicos de hombros construídos y como se indica en el párrafo 5.

Pagos. Se pagará por el número de metros cúbicos medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

VI. BASES DE ARENA-ARCILLA

28. 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 encuentra en la subrasante, en cuyo caso se añade el otro.

29. La arena deberá ser dura, angulosa y preferentemente silicea. El ligante arcilloso deberá ser de calidad uniforme y estar libre de terrones arcillosos, materia vegetal y sustancias deletéreas. Todo el material deberá pasar por el tamiz de 1-1/2"; es conveniente que en el tamiz No. 10 quede retenido del 10 al 25 por ciento, 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.

Tamices No.	Porcentaje en peso del material que pasa en tamices de malla cuadrada		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
10	100	100	100
40	40-80	40-80	40-80
80	25-65	35-48	47-65
270	10-40	20-35	20-40
	Porcentaje en peso		
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 el tamiz No. 40. El límite líquido no será mayor de 25 ni el índice de plasticidad, mayor de 6.

/Equipo:

30. Equipo: Estará formado de las siguientes máquinas:

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

Todo el equipo deberá estar en la obra antes de empezar los trabajos y recibir la aprobación del Residente, especialmente respecto a su funcionamiento.

31. Construcción. La base deberá construirse sobre una subrasante ajustada al trazado, perfiles longitudinal y transversales, bombeo y peralte proyectados; su superficie deberá ser exacta, tersa y tener una densidad no menor del 95 por ciento de la máxima. Cuando se utilice para la mezcla el suelo de la subrasante, éste se escarificará hasta la profundidad uniforme señalada en los planos, o que indique el Residente, dejando una superficie continua sin alterar a dicha profundidad. El suelo escarificado se pulverizará hasta que quede en condiciones de ser mezclado, y deberá dejarse uniformemente distribuido en toda la anchura de la carretera.

32. Los materiales de nueva procedencia, de préstamo o de excavaciones para la carretera, se descargarán y distribuirán uniformemente sobre la subrasante. En caso de emplearse dos tipos de materiales, se colocará primero el más grueso y encima el más fino, siguiendo las instrucciones del Residente. Todos los materiales se mezclarán, lo más uniformemente posible, por medio de motoniveladora, arados de discos y cultivadoras, y se empleará el agua necesaria sin pasar de la humedad óptima de compactación determinada en laboratorio.

Cuando la mezcla esté terminada satisfactoriamente, se distribuirá y conformará con la motoniveladora de acuerdo con el trazado, perfiles longitudinales y transversales, bombeo y peralte, abarcando toda la anchura de la explanación, incluidos los hombros, y agregándose el agua necesaria para compensar las pérdidas por evaporación.

/33. A continuación

33. A continuación se dará principio a 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 de la mezcla. La compactación deberá hacerse progresar gradualmente de los bordes al centro, salvo en las curvas peraltadas, donde se hará desde el borde inferior de la carretera al superior. La terminación de la compactación deberá hacerse, en todo caso, con aplanadora de ruedas neumáticas.

Durante todo el proceso de mezcla, distribución y compactación, se evitarán irregularidades en la superficie, añadiendo o eliminando material, volviendo a conformar y compactar cuando sea necesario y continuando la compactación hasta alcanzar una densidad no menor del 100 por ciento de la densidad máxima.

34. Cuando la base esté constituida por dos o más capas, las mismas deberán ser 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.

35. Medida. La medida se hará por el número de metros cúbicos de base de arena-arcilla construídos, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cúbicos medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

VII. BASES DE SUELO Y AGREGADO

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

Las mezclas estabilizadas de suelo y agregado se forman con agregado mezclado natural o artificialmente con el suelo, que actúa como ligante. A continuación se indicarán cuatro tipos de granulometría utilizados en la construcción de bases y sub-bases con suelo-agregado.

/37. Materiales.

37. Materiales. 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 estará libre de sustancias deletéreas o perjudiciales.

Tipos 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 no 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, durables, libres de sustancias perjudiciales o deletéreas y de graduación uniforme de gruesa a fina.

38. 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.

Tamices	Porcentaje en peso del material que pasa en tamices de malla cuadrada			
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
2"			100	
1-1/2"			70-100	
1"	100	100	55-85	
3/4"		70-100	50-80	100
3/8"		50-80	40-70	
No. 4		35-65	30-60	70-100
No. 10	65-100	25-50	20-50	35-80
No. 20	55-90			
No. 40	35-70	15-30	10-30	25-50
No. 200	8-25	5-15	5-15	8-25

39. Equipo. Estará formado por lo menos por los elementos siguientes:

/Escarificador

Escarificador o pulverizador-mezclador
Arado de discos
Cultivador rotativo o de dientes
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

Podrán emplearse plantas mezcladoras movibles. Todo el equipo que vaya a usarse deberá presentarse en la obra antes de empezar los trabajos en perfecto estado de funcionamiento y recibir aprobación del Residente.

40. Construcción. La base se construirá sobre la subrasante ajustada al trazado, perfiles longitudinal y transversales, bombeo y peralte proyectados; su superficie deberá ser exacta, tersa y tener una densidad no menor de 95 por ciento de la densidad máxima.

Cuando se utilice para la mezcla el suelo de la subrasante, ésta se escarificará hasta la profundidad uniforme señalada en los planos o indicada por el Residente, 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. Los materiales nuevos se depositarán en camellones a lo largo de la carretera, siguiendo las instrucciones del Residente.

41. Todos los materiales se mezclarán lo más uniformemente posible por medio de motoniveladoras, arados de discos y cultivadoras. Se empleará el agua necesaria para la mezcla, sin sobrepasar la humedad óptima de compactación. La mezcla se depositará en camellones de sección uniforme para ser distribuida y compactada después.

La mezcla podrá hacerse con plantas móviles hasta alcanzar la uniformidad conveniente, empleando una cantidad de agua que no sobrepase la humedad óptima y depositándola a continuación en camellones de sección uniforme.

Preparada la mezcla en camellones, se distribuirá con la motoniveladora por toda la explanación, abarcando los hombros. Cuando así se requiera,
/se agregará

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.

42. En esta etapa se dará comienzo a 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 al elevado. Cuando el suelo sea algo arcilloso se usarán rodillos de pata de cabra aunque la terminación se haga por medio de aplanadoras de ruedas neumáticas. También se podrán usar en el acabado aplanadoras de cilindros lisos. Cerca de las estructuras, en los cruces y lugares de difícil acceso para las aplanadoras, se usarán pisones de mano o mecánicos.

Durante todo el proceso de compactación se procurará evitar irregularidades en la superficie, agregando o quitando material, empleando la motoniveladora y recompactando. Se harán comprobaciones frecuentes de la humedad y densidad, se agregará agua cuando sea necesario y se continuará la compactación hasta alcanzar por lo menos el 100 por ciento de la densidad máxima.

43. Medida. La medida se hará por el número de metros cúbicos de base de suelo agregado construidos, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cúbicos medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

VIII. BASES DE SUELO-CEMENTO

44. 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 por ciento de cemento; y las mezclas pobres, que contienen menos del 5 por ciento de cemento y también se denominan "estabilización con cemento", en vez de "suelo-cemento".

/La adherencia

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

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 bombeamiento 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.

45. Materiales. Generalmente se utiliza cemento portland normal, aunque puede también usarse cemento de alta resistencia inicial; el cemento podrá adquirirse en sacos o a granel. No se admitirá cemento que se haya humedecido, deteriorado o mezclado con otros materiales durante el transporte, manejo o almacenamiento.

El agua que se emplee deberá ser limpia, clara y estar libre de sales, aceites, ácidos, álcalis perjudiciales, materia orgánica y otras materias deletéreas.

Cualquier suelo que pueda pulverizarse económicamente y que no tenga más del 2 por ciento de materia orgánica, podrá ser utilizado en general para la construcción del suelo-cemento. Sin embargo, las diferencias que se encuentren de unos suelos a otros, exigirán variaciones correspondientes en las proporciones de agua y cemento y, además, como los suelos presentan diversos grados de manejabilidad, requerirán diferentes procesos de preparación y variaciones del equipo utilizado. Podrán emplearse los suelos procedentes de las excavaciones hechas para la explanación de la carretera, los procedentes de bancos de préstamo, los de la propia subrasante, o mezclas de los materiales de todas esas procedencias.

La granulometría, límite líquido e índice plástico, convendrá que se ajusten a los valores indicados a continuación, aunque en suelos friables serán mayores el porcentaje de material que pasa el tamiz No. 200, el límite líquido y el índice plástico.

Tamices	Porcentaje en peso del material que pasa en tamices de malla cuadrada
---------	--------------------------------------------------------------------------

No. 3"	100
No. 4	50-100
No. 40	15-100
No. 200	0-50

Límite líquido, no mayor de 40, índice plástico, no mayor de 8

46. La proporción de cemento, comprendida normalmente entre 120 y 240 Kg por metro cúbico 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 Residente. Los ensayos para estudios comparativos de suelo-cemento, serán los designados por la "American Society for Testing Materials" con el título ASTM D-559 y los de rotura de cilindros 4" x 4", a los 7 días de preparados.

El contenido de agua debe ser el correspondiente a la humedad óptima obtenida con el ensayo de compactación Proctor, aunque para los suelos limosos y arcillosos podrá excederse la humedad óptima en un 1 por ciento.

47. El equipo estará compuesto esencialmente por las máquinas siguientes:

- Escarificador o pulverizador mezclador
- Arado de discos
- Cultivador rotativo o de dientes
- Arado de rejas
- Distribuidor de cemento

/Distribuidor

Distribuidor de agua
Motoniveladora
Rodillos de pata de cabra o equivalentes
Aplanadora de ruedas neumáticas
Aplanadora tandem

Podrán usarse máquinas combinadas que llenen la función de varias, prescindiéndose del distribuidor de cemento cuando éste se transporte en sacos. Para la mezcla es preferible el cultivador rotativo al de rejas y al arado de discos. Todo el equipo deberá presentarse en la obra antes de empezar los trabajos y recibir la aprobación del Residente, especialmente en lo que respecta a su funcionamiento.

48. Construcción. Antes de iniciar la construcción del pavimento propiamente dicho, se preparará cuidadosamente la subrasante en planta, perfil longitudinal y perfiles transversales, dándole el bombeo y peralte exactos. La escarificación de la superficie se hará a profundidad uniforme y en cada caso será señalada por el Residente; el suelo removido será compactado con rodillos de pata de cabra, hasta lograr por lo menos el 95 por ciento de la densidad máxima.

Sobre la subrasante preparada, se distribuirá uniformemente el suelo para formar la mezcla en la cantidad necesaria para lograr el espesor fijado en los planos. En los casos en que se utilice el suelo de la subrasante, solo o con suelo suplementario, se escarificará la subrasante ajustando los dientes de la escarificadora de manera que se dejen sin escarificar de 1 a 2 cm de la profundidad total que deba ser tratada. En general, se empezará por preparar una longitud correspondiente al trabajo de pavimentación de dos días, evitando que la preparación se adelante más de dos días con respecto al suelo recién pulverizado.

La pulverización, operación fundamental para lograr una mezcla bien compenetrada del suelo, el cemento y el agua, se hará con cultivadores rotativos u otro equipo similar, evitando que el suelo sufra traslaciones longitudinales.

El proceso de pulverización se prolongará hasta que el 80 por ciento por lo menos del suelo, excluidas la piedra y la grava, pasen por el tamiz No. 4. Los suelos difíciles de pulverizar en su estado natural se

/humedecerán

humedecerán regándolos con una anticipación de por lo menos 24 horas, utilizando la cantidad de agua que resulte conveniente, y sin llegar a la humedad óptima de compactación. En el momento de iniciarse la pulverización deberá controlarse la humedad, que habrá de precisarse tanto, más cuanto mayor sea la proporción de arcilla. La pulverización no deberá avanzarse más de dos días con respecto a las operaciones de distribución del cemento y la mezcla.

49. En el momento de empezar a distribuir el cemento, se tomarán muestras del suelo para determinar su contenido de humedad y la cantidad de agua que haya de agregarse. A continuación se pasará la motoniveladora para conformar la superficie del suelo. El cemento se distribuirá por medio de un distribuidor o descargando y vaciando los sacos a mano, procurando hacer un reparto transversal y longitudinal lo más uniforme posible. Para esparcir el cemento uniformemente conviene pasar dos vueltas por lo menos, un arado de dientes o una rastra con clavos.

Distribuido el cemento, se mezclará con el suelo pasando el cultivador rotativo o en su defecto, el de dientes o el arado de discos, teniendo cuidado que el equipo que al circular en un sentido desplace la tierra hacia un lado, circule después en sentido contrario para que la desplace en el otro sentido. Cuando se haya hecho la mezcla en toda la superficie, se pasará un arado de rejas empezando desde el centro hacia los bordes y volviendo desde los bordes al centro, para voltear todo el suelo del fondo a la superficie. La mezcla se continuará haciendo hasta lograr un color uniforme en toda la masa. Entonces se tomarán nuevas muestras para determinar el contenido de humedad y la cantidad de agua que deba añadirse.

50. Se hará la aplicación del agua con un distribuidor a presión, que asegure un reparto uniforme. La aplicación de agua se hará llegar hasta 1,50 m más allá de cada uno de los extremos del tramo que se está preparando. Cada aplicación de agua irá inmediatamente seguida por las operaciones de mezcla, con el equipo de arados de discos, cultivadores, etc., empleado en la mezcla en seco. El agua se agregará en cantidades tan grandes como lo permitan el equipo y la naturaleza del suelo,

/pudiéndose

pudiéndose llegar a 5 lt por m² en cada aplicación, en la mayoría de los suelos. Cuando se esté alcanzando la humedad óptima, se reducirá cada aplicación a 2,5 lt por m² y se tomarán frecuentes muestras para seguir el proceso del contenido de humedad en todo el espesor de la capa. El suelo-cemento con el contenido de humedad óptima, no es pastoso, fangoso, ni mancha como el concreto recién mezclado. Al cogerlo con la mano, la humedece y al soltarlo, se moldea ligeramente. Deberá evitarse el exceso de agua para que las aplanadoras no desintegren la mezcla. Como se requiere un contenido uniforme de humedad en toda la masa de la capa, es esencial que su espesor sea uniforme y que el agua se aplique en proporción constante en toda la anchura, cuidando que no se obture ningún orificio del distribuidor de agua. En la mezcla húmeda se empleará también el arado de rejas, como en la mezcla en seco, para voltear el material y se deberán abrir zanjas de cuando en cuando y examinar cuidadosamente los bordes para cuidar de que la distribución del agua sea uniforme, añadiendo la suficiente para lograr la humedad óptima o ligeramente mayor, hasta el 2 por ciento, para compensar la posible evaporación durante la compactación.

51. Preparación del suelo-cemento con plantas móviles. Este tipo de maquinaria está en plena evolución, existiendo plantas de funcionamiento satisfactorio que en una sola operación, hacen las operaciones diversas arriba descritas: cortan hasta una profundidad determinada, pulverizan el suelo, distribuyen y dispersan uniformemente el cemento y el agua, mezclan los materiales y los distribuyen en una capa de espesor uniforme. El buen funcionamiento de la planta deberá ser comprobado por el Residente antes de dar su aprobación, siendo requisitos fundamentales para ello el control preciso de la profundidad de suelo tratada, la combinación uniforme de los materiales, la dispersión apropiada del agua a través de toda la masa y la uniformidad de la capa de materiales mezclados.

Una vez empezado el trabajo, éste progresará lentamente, comprobándose con frecuencia la profundidad y la proporción de humedad, y evitando que queden terrones de arcilla demasiado húmedos o secos. Utilizando la distribución de agua de la planta, se agregará a la mezcla hasta un 2 por ciento más de agua de la humedad óptima para compensar las pérdidas debidas a la evaporación y a la mezcla con el cemento.

52. Conformación y compactación. Al terminar la aplicación de agua, se empezará la compactación con rodillos de pata de cabra, empezando por los bordes y terminando en el centro. Los rodillos se engancharán descentrados del tractor, para que éste compacte el mismo borde del suelo-cemento. Como ya se ha especificado anteriormente, es esencial aplicar suficiente agua durante la mezcla, para asegurar la compactación a humedad óptima o algo mayor.

Cuando los rodillos de pata de cabra hayan compactado unas dos terceras partes del grueso de la capa, se completará la conformación preliminar, hecha durante la mezcla, haciendo trabajar las motoniveladoras detrás de los rodillos. Si se produjeran zonas de mucho espesor de material flojo, se concentrarán en ellas las aplanadoras hasta lograr un espesor uniforme de material flojo. Después se terminará la conformación con la motoniveladora agregando una pequeña cantidad de agua para compensar las pérdidas por evaporación.

Cuando los tractores que arrastran los rodillos de pata de cabra o las ruedas de la motoniveladora dejen superficies demasiado lisas, difíciles de trabar con el material superpuesto, se escarificarán con arados de rejas, rastras de púas o equipo análogo. Los pequeños surcos o desniveles que puedan resultar, se igualarán con un cepillo de arrastre o una cadena pesada, sujetos a los extremos del arado y detrás de él.

Los suelos arenosos se compactarán con aplanadoras de ruedas neumáticas, que siempre se usarán para terminar la compactación de la capa floja superficial, desde los bordes al centro, con una ligera aplicación de agua. La conformación y compactación finales, se harán con pasadas cuidadosas de la aplanadora tandem, hasta lograr una superficie tersa.

53. Juntas de construcción. Cualquiera que sea el equipo y el método de construcción, se observará el mayor cuidado en el empalme de cada tramo de pavimento con lo 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 pavimento en toda su longitud y espesor. El tramo mezclado, conformado y compactado en cada jornada o

/período

período de trabajo, deberá dejar acabada una sección completa en toda la anchura y espesor del pavimento, y el tramo siguiente ya escarificado, pulverizado y listo para recibir la mezcla en el siguiente período de trabajo. Al extremo de cada tramo de pavimento terminado, se dejará una zanja de unos 0,30 m de anchura y de profundidad igual al espesor de la capa en construcción, normal al eje de la carretera, con el lado adyacente al tramo terminado cortado verticalmente.

Cuando se siga el método de distribuir y mezclar los materiales sobre la explanación, se colocarán en la zanja recién abierta, adosando a su costado vertical, dos maderos de sección cuadrada, de lado igual a la profundidad de la zanja y de longitud igual a la mitad del ancho del pavimento en construcción. El resto se rellenará provisionalmente con material suelto. El trabajo se iniciará en el tramo siguiente distribuyendo el cemento sobre el suelo pulverizado, hecho lo cual se empujará hacia adelante el material preparado sobre la subrasante en unos cuatro metros de longitud a partir de los maderos, dando un buen acabado a la superficie de la subrasante que haya quedado descubierta. Sobre ésta, en una longitud de 1 m a partir de los maderos, sobre ellos mismos y, hacia atrás, en una longitud de 8 a 10 m sobre el suelo-cemento terminado, se extenderá una hoja de papel grueso de construcción, recubriendo su última parte con un espesor de tierra lo bastante grande para evitar daños al suelo-cemento en los virajes de las máquinas. A continuación, se volverá a verter sobre la subrasante el suelo y el cemento que se habían excavado y empujado hacia adelante y se dará principio al mezclado utilizando el área de viraje preparada.

Terminada la mezcla en seco, y cuando esté a medio hacer la mezcla húmeda, se descubrirá el papel que baja hasta la subrasante, se le recortará en el borde de los maderos, se removerá y echará hacia adelante la mezcla depositada sobre el papel y se quitarán éste y los maderos, retirando el papel que los recubre. A continuación se refinará y conformará la superficie descubierta de la subrasante, se echará hacia atrás el material que antes se había desplazado hacia adelante y estaba sobre el papel y, a mano, cuidadosamente, se distribuirá en el hueco y se compactará hasta la junta, procurando dejar el relleno sobresaliendo unos 5 cm para poder recortarlo después
/a la rasante

a la rasante exacta del tramo anterior, cuando se elimine el relleno de la zona de viraje.

Hechas las operaciones anteriores, se terminará la mezcla húmeda y se procederá después a quitar la tierra y el papel de la zona de viraje, cuidando de no mezclar esa tierra con el suelo-cemento y de no dañar la superficie de éste para lo cual el final de la operación, por lo menos, deberá hacerse a mano.

Cuando la preparación del suelo-cemento se haga en plantas móviles, la planta empezará a trabajar en la zanja que se abra al concluir el tramo terminado, rellenándolo con el primer material preparado por la planta, que se descargará hacia atrás de la máquina. Se hará a mano el trabajo necesario para distribuir bien el material de la junta y conformar la superficie.

54. Curado. Tan pronto se haya terminado la compactación, se colocará una cubierta protectora sobre toda la superficie del tramo terminado. Esta cubierta será de lona, arpillera, paja, heno u otro material apropiado, y deberá mantenerse húmedo durante siete días. En ningún caso se empleará una cubierta de tierra.

Como la capa terminada servirá de sub-base o de base, su superficie se tratará de acuerdo con la naturaleza de la capa superior. Cuando esta sea una carpeta asfáltica, 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 y dejando escurrir el agua para que no penetre el asfalto en el suelo-cemento.

55. Control de operaciones. Las operaciones deberán progresar sucesivamente, sin dejar transcurrir mucho tiempo entre ellas. La distribución del cemento no deberá avanzar más allá del trabajo que pueda terminarse en una jornada o período de trabajo, incluida la preparación del curado.

Para evitar que durante la operación de mezcla se produzca una traslación del material hacia adelante, en el sentido de circulación de las máquinas, éstas, a su regreso, deberán circular por la misma faja que a la ida.

/Durante

Durante todo el proceso de construcción deberán hacerse frecuentes comprobaciones de humedad y compactación, especialmente al día siguiente de terminar cada tramo. La densidad seca, excluido el peso del cemento, no deberá ser menor de 95 por ciento de la densidad máxima.

56. Espesor. Durante las diversas fases de la construcción, deberán practicarse hoyos o zanjas de prueba en la mezcla, para determinar su espesor. Después de que la base quede concluida, se deberán excavar o barrenar hoyos de comprobación, a intervalos no mayores de 150 metros, o a intervalos más cortos si es necesario. El espesor de la base será determinado por medidas practicadas en estos hoyos de comprobación o en las muestras extraídas con el barrenado.

Si el espesor de la base tiene un centímetro menos del requerido, la zona con dicha deficiencia deberá ser retirada y repuesta por otra del espesor correcto, todo a costa exclusiva del Contratista. Sin embargo, si así lo acordare el Residente, podrá dejarse una base deficiente en su espesor siempre que la deficiencia no sobrepase de 2,5 cm; en el caso de dejarse la base imperfecta en su lugar, con autorización del Residente, el Contratista no recibirá ningún pago o compensación ni por ella ni por el cemento.

57. Apertura al tránsito. No se permitirá al Contratista trasladar equipo pesado sobre las porciones terminadas de la base. Se autorizará el paso de equipo liviano con llantas neumáticas, incluyendo el que sirva para el acarreo del cemento y el agua, después de que la base haya adquirido la dureza suficiente para evitar que el equipo deje huellas sobre la superficie y siempre que antes se cubra la base con una capa de tierra de por lo menos 15 cm de espesor para prevenir que ni la cubierta ni el curado sufran deterioro. Las porciones terminadas podrán ser abiertas al tránsito, después de haber permanecido protegidas durante siete días y siempre que la superficie haya endurecido lo suficiente para evitar que queden huellas o marcas del tránsito.

58. Mantenimiento. El Contratista deberá mantener la base con una superficie correcta y satisfactoria hasta que quede construida la superficie de desgaste. Si se hicieren necesarias cualquier reparación o bacheo, éstos /deberán

deberán extenderse a todo el espesor de la base, y hacerse de manera que aseguren una restauración de la base uniforme que llene los requisitos de estas especificaciones. Donde se utilice material bituminoso para el curado, el recubrimiento bituminoso deberá ser mantenido hasta que se construya la capa de desgaste.

59. Medida. La medida se hará por el número de metros cúbicos de base de suelo-cemento, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cúbicos medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

IX. IMPRIMACION

60. La imprimación asfáltica consiste en una aplicación de material asfáltico sobre una base terminada. Cuando en opinión del Residente la base ya esté seca, o húmeda pero en proceso de secamiento, la superficie deberá limpiarse con escobas mecánicas o aire a presión y prepararse para la imprimación. En los casos en que no sea posible eliminar completamente el polvo, podrá hacerse un riego ligero antes de la imprimación.

61. Pueden usarse para imprimación:

Asfalto líquido de curación lenta	SC-1 o SC-2
Asfalto rebajado de curación media	MC-0 a MC-3
Alquitrán	RT-2 a RT-4

Dichos asfaltos deberán ser aplicados dentro de los siguientes límites de temperatura en grados centígrados:

SC-1	50 a 95	MC-0	40 a 65
SC-2	65 a 110	MC-1	50 a 80
RT-2	15 a 50	MC-2	65 a 95
RT-3	30 a 65	MC-3	80 a 110
RT-4	30 a 65		

Los asfaltos rebajados de curación rápida (RC) sólo podrán ser empleados en imprimación cuando se disuelvan en kerosena, —lo cual los transformará en asfaltos de curación media (MC)—, excepto en casos especiales de bases con textura muy abierta, y siempre que lo autorice el Residente.

62. La cantidad de asfalto a aplicar generalmente está comprendida entre 0,80 y 2 litros por metro cuadrado. El grado más indicado depende de la textura de la base; cuanto más cerrada, más fluido debe ser el tipo de asfalto, y viceversa. Normalmente se dejará que la imprimación penetre en la base y seque por lo menos 24 horas sin ser transitada ni recibir ninguna nueva capa de material.

63. Si no fuere practicable desviar el tránsito, la imprimación será aplicada primero en una mitad del ancho de la carretera y después en la otra. Si el Residente lo considerare necesario, 4 horas después de la aplicación del asfalto deberá cubrir el contratista la imprimación con una capa de arena u otro material granular que permita abrirla al tránsito sin que el asfalto se adhiera a las llantas. Cuando se vaya a cubrir con material granular una mitad del ancho que haya sido imprimada, se dejará sin recubrir una faja de unos 20 centímetros entre los dos carriles para permitir que la nueva imprimación traslape a la primera.

64. Las superficies de estructuras y los árboles adyacentes a la carretera serán protegidos para evitar que se manchen de asfalto. Ningún material bituminoso deberá ser arrojado en bancos de préstamo ni por los desagües.

65. No se permitirá el tránsito por la superficie imprimada hasta que el asfalto haya penetrado y secado y, en opinión del Residente, no pueda adherirse a las ruedas de los vehículos. En las zonas donde haya insuficiencia o exceso de material bituminoso, la anomalía deberá ser corregida mediante la adición de arena o de asfalto según se indique.

66. Equipo. El equipo para la colocación de la capa de imprimación deberá constar por lo menos de:

- Escoba giratoria u otra forma de barredora mecánica
- Fuelle mecánico
- Unidad de equipo para calentar el material bituminoso
- Esparcidor de presión

Las escobas giratorias deberán estar construídas de manera que las revoluciones de la escoba vayan sincronizadas con la progresión o avance que se les imprima y permitan el ajuste y mantenimiento de la escoba en relación con el barrido de la superficie; deberá contarse con suficientes

/repuestos

repuestos para evitar demoras. Las cerdas de la escoba deberán ser lo suficientemente resistentes para permitir un barrido eficiente sin cortar la superficie.

Si se usa una barredora mecánica en vez de una escoba, deberá ser diseñada y estar construida para que pueda proporcionar una limpieza eficiente sin cortar, rasgar o dañar en ninguna forma la superficie por limpiarse.

El fuelle mecánico podrá ser impulsado por sí mismo o por otro método; irá montado sobre ruedas con llantas neumáticas, deberá poder ajustarse para una limpieza sin cortes y construirse de manera que sople el polvo desde el centro hacia los bordes exteriores de la carretera.

67. La unidad de Equipo para calentamiento de Material Bituminoso deberá tener la capacidad adecuada para calentar debidamente el material por medio de un sistema circulante de vapor, gases de combustión o aceite caliente en serpentines de un tanque. El dispositivo de calentamiento deberá construirse de manera que evite el contacto directo de las llamas del quemador con la superficie de los serpentines, tubería o camisa que contengan el material bituminoso. Dicho dispositivo deberá operarse en forma que no dañe el material bituminoso.

El distribuidor de presión que se utilice para aplicar el material bituminoso, así como todos los tanques en que el material esté contenido, deberán instalarse en camiones motorizados o en remolques equipados con llantas neumáticas. La unidad deberá estar diseñada en forma tal que asegure la protección contra roce o cualquier daño a la superficie del camino; deberá tener potencia suficiente para mantener las velocidades requeridas por el equipo durante la operación. El tacómetro que indique la velocidad del camión deberá ser una unidad de operación separada, adaptada al camión y equipada con un indicador grande graduado en unidades para que la velocidad del camión pueda sincronizarse dentro del límite aproximado de tres metros por minuto. El indicador deberá estar colocado de manera que pueda ser leído fácilmente en todo momento por el conductor del distribuidor. Se conectará un tacómetro al eje de la bomba del sistema de distribución y el indicador calibrado que indique
/las revoluciones

las revoluciones por minuto se situará de manera que permita al operador ver en todo momento lo que indique el aparato.

68. Las barras de rociamiento deberán construirse de manera que permitan el ajuste de su longitud aumentándolas o disminuyéndolas en porciones de 30 centímetros cada una, para cualquier largo hasta de 7,30 metros (24 pies); deberán permitir además un ajuste vertical de todas las boquillas a la altura deseada sobre la superficie del camino y de acuerdo con su conformación y permitir también un movimiento lateral de la barra completa de rociamiento durante la operación. Las barras de rociamiento y las boquillas deberán ser construídas en una forma que evite la obstrucción durante trabajos intermitentes y que proporcione un cierre positivo e inmediato al terminar la distribución del aceite, evitando así que gotee desde la barra.

La unidad de fuerza y el sistema de distribución de bombas deberán tener una capacidad no menor de un mil litros (doscientos cincuenta galones) por minuto; el sistema de distribución deberá estar equipado con una comunicación para el tanque de abastecimiento, y ser capaz de distribuir un volumen constante del material bituminoso a través de todas las boquillas con la presión suficiente para asegurar una aplicación uniforme.

El montaje completo del distribuidor deberá efectuarse y operarse de manera que asegure un exacto esparcimiento del material bituminoso con un cinco por ciento de error como máximo, para cualquier cantidad comprendida entre cinco décimos de litro y 5 litros por metro cuadrado (un décimo de galón y un galón por yarda cuadrada). El distribuidor deberá estar equipado con un sistema para calentamiento del material bituminoso que asegure un calor uniforme para la masa entera del material bajo un control eficiente y positivo en cualquier momento. Deberán proporcionarse los medios adecuados para indicar la temperatura del material. El termómetro deberá colocarse de manera que no tenga contacto con ningún tubo de calentamiento.

69. Condiciones atmosféricas. La imprimación deberá ser aplicada solamente cuando las condiciones atmosféricas concuerden con lo que se indica en el párrafo 8 y la superficie del camino se halle razonablemente seca, la humedad del material de la capa de base sea de un cincuenta por ciento o /menos

menos de la humedad óptima y las condiciones atmosféricas sean favorables, todo ello en opinión del Residente.

70. Medida. La medida se hará por el número de metros cuadrados de superficie imprimada, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

X. RIEGO DE LIGA

71. El riego de liga tiene por objeto 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. Antes de la aplicación del riego de liga, la superficie deberá barrerse con escoba mecánica u otro equipo apropiado. También se recomienda el uso de aire a presión para su limpieza.

72. Materiales. Los materiales bituminosos que deben emplearse en ese trabajo pueden ser asfaltos rebajados de curación rápida (RC), emulsiones asfálticas (RS) o alquitranes (RT). Las temperaturas recomendadas para su aplicación son las siguientes, en grados centígrados:

RC-0	40 a 65	RS-1	15 a 50
RC-1	50 - 80	RS-2	15 - 50
RC-2	65 - 95	RT-5	15 - 50
		RT-6	15 - 50

73. Construcción. Inmediatamente después de la limpieza de la superficie, el material bituminoso debe ser aplicado en la cantidad indicada por el Residente, pero no más de 0,40 litros por metro cuadrado, y a la temperatura que convenga a la calidad de asfalto utilizada. El riego de liga sólo se aplicará cuando la superficie esté seca. Las superficies de las estructuras o árboles adyacentes al camino serán protegidas para que no se ensucien. Ningún material bituminoso deberá ser tirado en los bancos de préstamo ni arrojado por las coladeras (desagües).

/Se esperará

Se esperará que el riego de liga seque antes de aplicarle la capa subsecuente del pavimento. El riego de liga será aplicado con la anticipación necesaria a los trabajos de pavimentación para que se encuentre en las condiciones requeridas cuando los mismos sean iniciados. Hasta que quede terminada la construcción del pavimento el contratista deberá preservar el riego de todo daño.

74. Medida. La medida será por el número de metros cuadrados de riego de liga, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

XI. CAPA DE SELLO

75. Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de material asfáltico cubierto o no con agregado, sobre un pavimento asfáltico. La capa de sello se coloca con los siguientes propósitos:

10. Impermeabilizar la superficie, evitando la penetración de agua.
20. Disminuir la circulación de aire dentro del pavimento, aménorando en esta forma su oxidación.
30. Proporcionar una rugosidad a la superficie del pavimento dificultando el deslizamiento de los vehículos.
40. Aumentar la resistencia al desgaste por el tránsito.
50. Hacer la superficie más visible de noche. El aumento de visibilidad depende del color del agregado y únicamente es efectivo cuando las caras visibles del agregado no están recubiertas con asfalto.

La capa de sello puede ser de varias clases, según las características y proporciones de los materiales usados. Deberá mantenerse un equilibrio adecuado entre las características que se indican a continuación:

Tipo de viscosidad del material asfáltico usado.
Cantidad de material asfáltico, y
Carácter, tamaño y cantidad de agregado

76. Materiales. El agregado consistirá en piedras duras, resistentes, ásperas y durables, completamente libres de materias vegetales, terrones o películas adherentes de arcilla o tierra y será de una naturaleza que

/impida

impida que se desprege la capa de material asfáltico que se le adhiera al ponerse en contacto con el agua. La gradación quedará comprendida dentro de los límites del cuadro siguiente:

Tamices	Porcentaje en peso del material que pasa en tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
1/2"			100
3/8"	100	100	90-100
No. 4	85-100	75-100	10-30
No. 10	0-30	0-10	0-8
No. 200	0-5	0-2	0-2

El material asfáltico puede ser asfalto rebajado RC-2, emulsión asfáltica RS-1, o cemento asfáltico de penetración entre 100 y 200, los cuales deberán cumplir con los requisitos normales.

La temperatura de aplicación del material asfáltico será ordenada por el Residente y estará comprendida entre los límites siguientes, en grados centígrados:

Asfalto rebajado RC-2	De 38 a 79
Cemento asfáltico	De 135 a 177
Emulsión RS-1	alrededor de 30

77. Las cantidades de materiales que deberán emplearse para los diferentes tipos de capa de sello, estarán comprendidos dentro de los límites del cuadro siguiente:

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
lt/m ² de material asfáltico	0,50-0,75	0,75-1,25	0,75-1,50	0,75-1,50
kg/m ² de agregado	nada	2,7 -5,5	5,5 -11	5,5 - 11

Las clases de material asfáltico y agregado para los cuatro tipos de sello serán:

/Tipo 1:

- Tipo 1: Asfalto rebajado RC-2 o emulsión asfáltica RS-1
Tipo 2: Asfalto rebajado RC-2 o emulsión asfáltica RS-1,
con agregado A.
Tipo 3: Asfalto rebajado RC-2, emulsión asfáltica RS-1,
o cemento asfáltico, con agregado B.
Tipo 4: Asfalto rebajado RC-2, emulsión asfáltica RS-1,
o cemento asfáltico, con agregado C.

Las cantidades exactas de material asfáltico y de agregado serán fijadas en cada caso por el Residente de acuerdo con los resultados obtenidos en la obra, teniendo en cuenta las propiedades absorbentes mayores o menores y el tamaño de los agregados. Sólo podrán hacerse sellos cuando las condiciones atmosféricas estén en las condiciones indicadas en el párrafo 8, y no sean desfavorables a juicio del Residente.

78. Equipo. El equipo para la construcción de la capa de sello deberá recibir la aprobación del Residente especialmente en cuanto a su funcionamiento. Consistirá en:

Cepillo de rastra
Distribuidor de material asfáltico a presión
Esparcidor de agregado de salida ajustable
Aplanadora de ruedas neumáticas de 3 a 7 toneladas

79. Construcción. Antes de comenzar el riego asfáltico, la superficie debe ser completamente barrida y todo el material suelto eliminado. La aplicación del riego de material asfáltico se hará a la temperatura indicada por el Residente y estará dentro de los límites especificados para el riego en cuanto a su temperatura y cantidades de material asfáltico.

En las uniones de dos riegos consecutivos se deberá colocar papel grueso para evitar un exceso de material asfáltico. Una vez usado, el papel deberá ser retirado y quemado.

El esparcimiento del agregado se hará inmediatamente después del riego asfáltico, en las cantidades indicadas en estas especificaciones y de modo que se evite que las ruedas del camión esparcidor entren en contacto directo con el material asfáltico. Las correcciones de extensión del agregado se harán a mano cuando sea necesario. La capa de sello tipo 1 que no lleva agregado de cubierta deberá ser mantenida sin tránsito ni perturbación durante 24 horas.

/En el caso

En el caso de que hubiera en algún lugar un exceso de material asfáltico se cubrirá ligeramente con arena u otro material adecuado antes de abrirlo al tránsito. El tipo 2 no necesita ser aplanado pero deberá ser rastreado intermitentemente durante el tránsito hasta que la superficie sea uniforme en textura y el agregado quede perfectamente distribuido. Las capas de sello de los tipos 3 y 4 serán rastreadas y aplanadas alternadamente, hasta que el agregado quede uniforme y completamente incorporado en todo el ancho de la vía.

80. Medida. La capa de sello se computará por metros cuadrados, midiendo la longitud efectiva en el eje del pavimento y la anchura de borde a borde, como se indica en el párrafo 5.

Pago. A esta área se aplicará el precio por metro cuadrado, que cubrirá todos los gastos de materiales, mano de obra y equipo necesarios para terminar completamente el trabajo, todo como se indica en el párrafo 6.

XII. SELLO DE ARENA

81. Cuando no se disponga de agregado apropiado para la construcción de una capa de sello como la que ha sido especificada anteriormente, la superficie del pavimento podrá ser protegida con un simple sello de arena como más adelante se indica.

Materiales. El asfalto será preferentemente asfalto rebajado de curación rápida o media, o emulsión, pudiéndose emplear también alquitrán. La arena será de río, playa, banco de préstamo o de planta trituradora. Debe ser limpia, estar libre de sal y de cualquier otra substancia perjudicial, exenta de polvo, con granos lo más grandes posible, y, si se puede, siguiendo la gradación tipo A indicada para capas de sello.

Equipo. Deberá ser aprobado por el Residente, especialmente en cuanto a su funcionamiento. Consistirá en:

Cepillo de rastra
Distribuidor de material asfáltico
Esparcidor de agregado de salida ajustable

/Para construcción,

Para construcción, medida y pago se seguirá en lo que a este aspecto concierne, lo mismo indicado antes para la capa de sello.

XIII. TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO

82. Es el tipo de pavimentación indicado para regiones aún poco desarrolladas en caminos cuyo tránsito no sobrepase los dos mil vehículos por día. Esos tratamientos, cuando estén bien contruidos sobre bases firmes, tienen una duración casi indefinida con muy pequeños gastos de mantenimiento. Además son la fase inicial más indicada para la construcción progresiva de pavimentos bituminosos más pesados y adecuados para los grandes volúmenes de tránsito. La construcción progresiva consiste en recubrir el pavimento ya existente con una nueva carpeta de espesor adecuada, y constituida por cualquier tipo de pavimento bituminoso, sin que se precise retirar nada del pavimento antiguo. La colocación de nuevas carpetas es un trabajo rápido y económico al que sólo se recurre cuando el volumen de tránsito crece de una manera sustancial.

Las carpetas de tratamiento superficial bituminoso consisten en una o más aplicaciones asfálticas, cubiertas cada una con una capa de agregado, sobre una base o superficie previamente preparada. Su construcción puede ser hecha cuando la temperatura del aire no sea menor de 10° a la sombra, como se indica en el párrafo 8.

83. Materiales. El asfalto podrá ser un asfalto rebajado de curación rápida o mediana, una emulsión asfáltica, un alquitrán o un cemento asfáltico preferiblemente de penetración comprendida entre 100 y 200. El agregado estará compuesto de partículas resistentes y duras, de piedra o grava triturada. Deberá estar libre de materia orgánica, arcilla, pizarra, arenisca y partículas blandas. Deberá tener buena adherencia al asfalto pues, en caso contrario, sólo podrá ser empleado con el uso de un aditivo que corrija ese defecto. Su gradación deberá estar de acuerdo con el siguiente cuadro:

/Tipo

Tipo	Porcentaje en peso del material que pasa en tamices de malla cuadrada						
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 16
1	95-100		30	0-6			
2		100	70-85	15-25	0-3		
3	100	95-100	30-65	0-15			
4		100	90-100		0-10	0-2	
5				100	45-70	0-20	0-4

A continuación puede verse un cuadro con la composición de diversos tipos de tratamientos bituminosos en que se emplean asfaltos rebajados de curación rápida. Las cantidades indicadas son aproximadas y pueden variar a discreción del Residente.

Tipo	Aplicación	Asfalto (litros por m ²)		Agregado	
		RC-2	RC-3	grado	litros por m ²
1-A	primera capa	3,00	2,80	1	17,00
1-B	primera capa	1,90	1,70	203	13,60
2	primera capa	1,70	1,50	1	17,00
2	segunda capa	2,30	2,10	4	8,00
3	primera capa	1,70	1,50	1	17,00
3	segunda capa	2,30	2,10	4	8,50
3	tercera capa	1,70	1,50	5	4,50

84. Equipo. Todo el equipo necesario para la construcción apropiada de este trabajo deberá encontrarse en el lugar de la obra en perfectas condiciones y haber sido aprobado por el Residente antes de iniciarse la construcción.

Las compactadoras que se usen deberán ser de tres a cinco toneladas, con ruedas de acero (o una combinación de acero y caucho), y una compactadora de llantas neumáticas, equipada por lo menos con nueve llantas de baja presión y cara lisa, capaz de llevar una carga bruta no menor de ocho toneladas. La compactadora de llantas neumáticas deberá ser cargada como indique el Residente.

/Deberá

Deberá contarse con un número suficiente de camiones y con todo el equipo necesario en el lugar de la obra, para asegurar un continuo esparcido del agregado sobre el material bituminoso no cubierto. Este equipo deberá tener la capacidad necesaria para producir una distribución uniforme del material de recubrimiento, sin ninguna irregularidad. Deberá ser ajustable para poder esparcir exactamente las cantidades señaladas por metro cuadrado que se especifiquen. Deberán adaptarse a los camiones unas esparcidoras de compuerta trasera. Sin embargo, si las esparcidoras deben trasladarse de un camión a otro al llevarse a cabo el esparcido del material, el dispositivo adaptador deberá construirse de forma que permita un traslado rápido y fácil. La escoba de arrastre no deberá ser de rotación, estará montada sobre ruedas, y deberá tener por lo menos 3,70 metros de ancho (12 pies). Estará diseñada de manera que permita a las escobas ajustarse a la sección de la carretera, permitiendo que dichos ajustes aligeren o intensifiquen la presión de las cerdas sobre la carretera. Deberá haber por lo menos cuatro filas de escobas con una fila en cada extremo. Podrán utilizarse otros tipos de escoba de arrastre distintos al tipo descrito, siempre que puedan proporcionar los resultados deseados y sean aprobados por el Residente.

Se necesitarán, además, un esparcidor a presión, un calentador de asfalto, una escoba mecánica, un fuelle mecánico y una motoniveladora con llantas neumáticas; todas estas unidades deben reunir los requisitos exigidos para el equipo especificado en la sección IX "Imprimación" y en la sección XVII "Pavimento de concreto asfáltico".

85. Preparación de la superficie existente. La superficie que se va a cubrir deberá mantenerse limpia, sin arena, tierra, polvo o materiales destructivos, usándose para ello fuelles mecánicos, y deberá estar libre de humedad. Donde haya sido aplicada previamente una capa de imprimación a la superficie no se aplicará ningún material bituminoso hasta que dicha capa de imprimación se haya curado completamente, a juicio del Residente.

El tratamiento superficial no se aplicará sobre ninguna mezcla de pavimento cuando, debido al calor solar o a insuficiente duración del período de curación, la estabilidad del pavimento existente implique, durante las operaciones de compactación a rodillo, un desplazamiento de la superficie existente o la penetración del material de recubrimiento.

/Cuando

Quando esta capa de superficie se aplique cerca de superficies de concreto, deberán éstas protegerse por medio de papel grueso o de cualquier otro material aprobado por el Residente mientras se está aplicando el material bituminoso. Cualquier cantidad de este material que caiga sobre dichas superficies deberá ser retirada inmediatamente.

86. Imprimación. Si hubiere necesidad de aplicar una imprimación a la superficie que va a tratarse, deberá ésta limpiarse previamente a entera satisfacción del Residente y la aplicación de la mencionada imprimación deberá efectuarse como se especifica en la sección IX "Imprimación".

87. Aplicación del material bituminoso. Una vez que la superficie a tratar haya quedado limpia a satisfacción del Residente, el material bituminoso se aplicará uniformemente sobre la superficie seca por medio de un esparcidor a presión. Salvo cuando el esparcidor se encuentre especialmente equipado para distribuir un chorro uniforme desde el inicio hasta el fin de la operación, en las juntas de aplicación deberá colocarse papel de construcción sobre la superficie en cantidad suficiente para que el fluido que salga a través de las boquillas se inicie y se detenga en el papel y de este modo todas las boquillas trabajen para la longitud completa de superficie que esté siendo tratada, uniformemente en toda la extensión de la aplicación. El papel de construcción usado en esta operación deberá retirarse y quemarse inmediatamente.

Deberán observarse precauciones especiales para obtener un esparcimiento uniforme del material bituminoso y para ello deberá ajustarse y operarse el esparcidor adecuadamente para lograr los resultados deseados. Las rociadas excesivas de material bituminoso sobre la superficie, motivadas por un repentino arranque o detención del fluido del esparcidor, goteras y otros defectos, deberán ser inmediatamente retirados. El exceso de bitumen en las carpetas delgadas, es más perjudicial que su falta.

88. Distribución y conformación del agregado de recubrimiento. Inmediatamente después de la aplicación del material bituminoso, deberá esparcirse el agregado de recubrimiento sobre la superficie. El esparcido se llevará a cabo desde los camiones equipados con esparcidoras

/mecánicas

mecánicas aprobadas. Para el manejo de estos camiones solamente deberán emplearse operadores con experiencia en esta clase de trabajo. Habrá que impedir el paso de los camiones sobre el material bituminoso sin cubrir.

Inmediatamente después de haberse esparcido cada aplicación del material de recubrimiento, trabajadores experimentados deberán efectuar un barrido con escobas ligeras de arrastre u otro equipo similar que sea aprobado por el Residente. El equipo de arrastre deberá tener características que impidan perjudicar el agregado ya colocado. Esta operación se complementará con un barrido adicional a mano hasta obtener una superficie uniforme y pareja. El arrastre y barrido deberán repetirse en combinación con la compactación a rodillo, a opción del Residente, y con la frecuencia que se considere necesaria para obtener una superficie uniforme. Estos requisitos de arrastre y barrido deberán repetirse en cada aplicación de material de recubrimiento.

89. Cuando se trate de un tratamiento superficial de dos aplicaciones, el material de recubrimiento para la primera capa deberá ser esparcido uniformemente sobre la superficie bituminosa, inmediatamente después de la primera aplicación del material bituminoso y en cantidad que cubra completamente la superficie con una sola capa de material. La primera aplicación se barrerá después para obtener una superficie uniforme y evitar que alguna parte del material de recubrimiento descansa sobre otra. Luego será compactada. Después de que la primera aplicación haya sido compactada y curada como se especifica más adelante, se podrá colocar la segunda aplicación de material bituminoso e, inmediatamente después, la segunda capa de material de recubrimiento, esparcida uniformemente sobre la superficie en la cantidad especificada. Después, el material de recubrimiento será barrido por trabajadores experimentados para asegurar una superficie pareja y uniforme, que luego será perfectamente compactada a rodillo. Sin embargo, se pueden obtener ventajas de abrir al tránsito, por algunos meses, la primera capa del tratamiento superficial antes de la construcción de la segunda.

90. Para un tratamiento superficial de tres aplicaciones, el material de recubrimiento se colocará en tres aplicaciones, en las proporciones ya indicadas; la primera y segunda aplicación del material bituminoso y de recubrimiento serán esparcidas, barridas, y compactadas a rodillo como se acaba

/de explicar

de explicar para la aplicación del tratamiento de superficie de dos aplicaciones; la tercera aplicación de los materiales bituminosos y de recubrimiento se podrá esparcir luego, y se barrerá y compactará a rodillo como se especificó para la segunda aplicación del tratamiento de doble aplicación. Sin embargo, se pueden obtener ventajas al abrir al tránsito la segunda capa durante algunos meses, antes de la construcción de la tercera.

91. Compactación y curación. Inmediatamente después de esparcir cada aplicación de material de recubrimiento y del barrido de arrastre, la superficie entera deberá ser compactada a rodillo. La compactación deberá principiar, en todos los casos, dentro de los treinta minutos siguientes al esparcimiento del material de recubrimiento. Esta operación deberá empezar en los bordes y avanzar hasta el centro de la superficie, salvo en el caso de las curvas peraltadas en que la compactación deberá avanzar desde el borde inferior hacia el superior, traslapando uniformemente cada pasada precedente y cubriendo completamente la superficie. El barrido de arrastre adicional y el barrido a mano se harán durante la compactación, como se especificó anteriormente.

92. El material de recubrimiento deberá ser compactado primero con la aplanadora de ruedas de acero. Dicho aplanado deberá suspenderse antes de que el agregado empiece a triturarse bajo el peso de la aplanadora. El material de recubrimiento deberá entonces trabajarse con la compactadora de llantas neumáticas. El aplanado a rodillo deberá ser repetido con tanta frecuencia como sea necesario, en opinión del Residente, tanto para asegurar una completa incrustación del material de recubrimiento en el material bituminoso como para asegurar una superficie de textura uniforme.

93. Para un tratamiento superficial doble o triple, cada capa que tenga que ser recubierta por otra deberá dejarse curar por el tiempo que sea necesario, en opinión del Residente, antes de la aplicación de la capa siguiente. La compactación por medio de la compactadora con llantas neumáticas deberá continuarse como se indique durante este período de curación, pero no se requerirá aplanado por más de doce horas después de haber sido aplicado el material de recubrimiento.

/94. Inmediatamente

94. Inmediatamente antes de una segunda o tercera aplicación de material bituminoso a la superficie por cubrirse, ésta deberá limpiarse perfectamente con una escoba y fuelle mecánicos. Si se necesita, o si en opinión del Residente fuere necesario, la superficie será aplanada con una compactadora de llantas neumáticas. De todas maneras, todas las depresiones y desperfectos que presente la superficie serán rectificadas con material bituminoso, agregado y aplanado, antes de la aplicación de la capa siguiente.

95. Acabado de la superficie. La superficie acabada deberá ser uniforme y quedar como haya sido especificado por las líneas y secciones transversales señaladas en los planos. Todas las partes de la superficie terminada que resulten defectuosas, no estén bien acabadas, tengan juntas con exceso de material bituminoso o no se ajusten en todos los aspectos a los requisitos de estas especificaciones, deberán sustituirse por una superficie satisfactoria colocada de acuerdo con todos los requisitos aquí indicados. No se hará ningún pago por la reconstrucción de la superficie defectuosa.

96. Protección. Después de la aplicación del material bituminoso, no se permitirá tránsito de ninguna clase hasta que haya sido colocado y enteramente compactado el material de recubrimiento. Si fuere posible, deberá prohibirse el tránsito sobre la superficie acabada hasta cuarenta y ocho horas después de terminada; cuando no lo sea, el tránsito deberá restringirse a un límite máximo de velocidad de 25 km por hora durante el mencionado período de cuarenta y ocho horas. Con dicho objeto, el Contratista deberá proporcionar y mantener barreras apropiadas, rótulos, luces de aviso, guardianes y vehículos para dirigir el tránsito a través de la sección de velocidad restringida de la carretera. El número de vigilantes, en horas de trabajo corridas durante el período de restricción de cuarenta y ocho horas, deberá ser de dos por lo menos, y en cualquier caso suficientes para obligar a que se obedezca estrictamente el límite máximo de velocidad de 25 km por hora.

La aplicación de los materiales bituminosos y de recubrimiento se hará sobre todo el ancho de la superficie por tratarse, a menos de que, en opinión del Residente, las condiciones del tránsito lo impidan; en estos casos, la aplicación se limitará a una vía cada vez, dejando la opuesta abierta al tránsito. Cuando el tratamiento superficial bituminoso tenga que

/cubrirse

cubrirse con una capa de desgaste de mezcla en planta o concreto asfáltico, no se colocará dicha capa hasta que el tratamiento superficial haya sido curado por el tránsito. Este período de curación deberá ser de una semana por lo menos, pero será preferible prolongarla hasta algunos meses.

97. Almacenamiento en pilas o camellones. Antes de almacenar el agregado de recubrimiento deberán despejarse, limpiarse y nivelarse por el Contratista los lugares de almacenamiento. Sólo se permitirá el almacenamiento en pilas en esos sitios precisos y en pilas de las formas y volúmenes que el Residente autorice.

98. Medida. La medida se hará por el número de metros cuadrados de tratamiento superficial bituminoso construido, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

XIV. MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO

99. Hay diversos tipos de mezclas asfálticas en frío: aquellos en que las mezclas son preparadas en caliente y aplicadas en frío, muy utilizados en trabajos de mantenimiento en los cuales las mezclas se almacenan en montones en las orillas de la carretera a intervalos de algunos kilómetros; 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.

Las mezclas en frío son el producto asfáltico ideal para el mantenimiento de cualquier clase de pavimento bituminoso y han sido utilizadas también con éxito en el mantenimiento de los pavimentos de concreto de cemento portland. Para mantenimiento se emplean cada vez más las mezclas aplicadas en frío, indistintamente preparadas en caliente o en frío. Su almacenamiento es muy sencillo y no requiere ninguna clase de protección contra la intemperie incluso en los países fríos; esa es una de las razones más importantes de su empleo, hoy tan generalizado.

/100. En los trabajos

100. En los trabajos de mantenimiento deben limpiarse bien los baches retirando todo el material suelto, tierra y suciedad. Después se les impregna con asfalto rebajado RC-2, y a continuación se aplica la mezcla fría y se la comprime con rodillo, si es posible, o con pisones manuales en su defecto.

Los pavimentos contruídos con mezclas en frío pueden construirse en dos capas, una carpeta de liga en que el agregado contenga una alta relación de vacíos y una de sello más delgada y compacta. Los asfaltos rebajados de curación rápida RC-2 y RC-3 son muy empleados en esta clase de trabajo.

101. El agregado deberá estar compuesto de partículas resistentes y duras, de piedra o grava triturada. Si se utiliza grava triturada, por lo menos el 50 por ciento de las partículas retenidas en el tamiz No. 4 deberá tener, como mínimo, una cara fracturada. Los requisitos de calidad del agregado son los mismos exigidos para los agregados empleados en concretos asfálticos (sección XVII). Cuando no se empleen aditivos para mejorar la adhesividad del asfalto, deberá mantenerse la humedad durante la ejecución de los trabajos por debajo del máximo que indique el laboratorio en cada caso. Su gradación deberá hacerse de acuerdo con el siguiente cuadro:

<u>Por ciento en peso del material que pasa en tamices de malla cuadrada</u>		
<u>Tamiz</u>	<u>Carpeta de liga mezclada en planta</u>	<u>Carpeta de sello mezclada en planta</u>
1"	100	
3/4"	90-100	
3/8"	20-55	100
No. 4	0-10	50-75
No. 10	0-5	0-10
No. 200	0-2	0-2

Antes de la entrega de cualquier agregado el Contratista deberá notificar al Residente las fuentes de abastecimiento que se propone utilizar. El Residente, después de analizar muestras de esos materiales, informará al Contratista si llenan los requisitos de las especificaciones. El permiso para utilizar un material determinado no deberá interpretarse como aprobación de la fuente de abastecimiento del mismo.

102. La mezcla deberá tener aproximadamente la siguiente composición:

Carpeta de liga

Agregado de la gradación especificada	94	-	97%
bitumen	3	-	6%

Carpeta de sello

Agregado especificado	6	-	12 kg
bitumen	0,70	-	1,20 l

La composición exacta será en cada caso indicada por el Residente. Ningún trabajo deberá iniciarse sin que el contratista haya presentado muestras de todos los materiales que se utilizarán en las mezclas de ensayo.

103. Equipo. Todo el equipo necesario deberá encontrarse en el lugar de la obra en perfectas condiciones de funcionamiento antes de iniciarse la construcción.

Para la mezcla se podrán emplear mezcladoras de los tipos corrientemente usados para concreto de cemento portland.

Las aplanadoras utilizadas para compactar la mezcla deberán ser de tipo tandem de 5 a 8 toneladas con tanque de agua para humedecer las ruedas. Su peso será el señalado por el fabricante. No se permitirá agregarles ningún peso adicional.

La mezcla deberá prepararse en una planta de asfalto aprobada, fija o portátil. Dicha planta contará con el equipo necesario para permitir una medición exacta, para mezclar en forma proporcionada y eficiente el material bituminoso y el agregado, y para desecar el agregado si su contenido de humedad pasa de un 2 por ciento y se especifica mezcla con agregado seco. La planta deberá tener una capacidad no inferior a 300 metros cúbicos de material mezclado por jornada de 8 horas y podrá ser armada por el Contratista con máquinas y equipos aprobados por el Residente.

Las motoniveladoras no deberán pesar menos de 6 toneladas. Deberán ser, de preferencia, de manejo y control mecánicos, ir montadas sobre llantas neumáticas y tener una distancia entre ejes de ruedas no menor de 4,50 metros.

/La máquina

La máquina para esparcir y emparejar mecánicamente, deberá ser de un tipo de autopropulsión y contar con un volante de dirección. Deberá estar equipada con una tolva de recepción y descarga y con una emparejadora o escantillón, mecánicos; tener una distancia entre ejes de ruedas no menor de tres metros, o barras longitudinales de guía con, por lo menos, tres metros de extensión; estas barras de guía, salvo cuando se indique en otra forma, como se concreta más adelante, deberán quedar en contacto con la superficie sobre la cual está siendo esparcido el material, y avanzar a lo largo de ella; ello tiene por objeto lograr que proporcione un control mecánico, continuo y positivo, de la emparejadora o escantillón, y también que empareje el material que se está esparciendo de manera que quede con la pendiente y altura que se desee sin ayuda de ajuste manual durante las operaciones. La emparejadora o escantillón deberá poderse regular de manera que el espesor del material extendido pueda graduarse para obtener la sección transversal deseada. Además de estos requisitos, las máquinas deberán contar con soportes delanteros que les permitan permanecer en contacto con la superficie sobre la cual se extiende el material, cuando estén en marcha; podrán contar también con soportes traseros que pasen sobre el material recién esparcido y emparejado, siempre que, en la práctica, dicho método de sustentación no se traduzca en cualquier falta de uniformidad o inexactitud ni perjudique la superficie en construcción, al apoyarse repentina o violentamente en el material recién emparejado. Si, en opinión del Residente, fuere obligatorio evitar el más mínimo desnivel en la unión de dos carriles paralelos, podrá exigirse el uso de dos máquinas que avancen en formación escalonada.

La escoba que se utilice para el rastreo de la capa de sello deberá estar formada por secciones cortas acomodadas en diagonal alternativamente, y en ángulos rectos hacia la línea central de marcha, para que vaya distribuyendo la mezcla en la dirección de la marcha y hacia los lados. La escoba deberá ser reversible para que la máquina no tenga que dar vuelta al final de una pasada.

104. Laboratorios de campo. Para cada planta de mezcla bituminosa, el Contratista deberá proporcionar un laboratorio de campo que reúna los requisitos exigidos por la DGC. Estos laboratorios de campo se destinarán

/exclusivamente

exclusivamente a trabajo de pavimentos, serán independientes de cualesquiera que puedan necesitarse para otros ensayos, y operados por el personal de la DGC.

105. Limpieza de la base y aplicación de la imprimación o del riego de liga. La base sobre la que se vaya a colocar la superficie de desgaste deberá quedar perfectamente limpia antes de recibir la imprimación o el riego de liga, como se especificó anteriormente.

106. Preparación del material bituminoso. El material bituminoso deberá calentarse a una consistencia que haga posible su bombeo, pero no deberán excederse los 60 grados centígrados para el RC-2 ni los 70 grados centígrados para el RC-3. Precaución: deberá tenerse mucho cuidado en el calentamiento porque el asfalto rebajado de curación rápida es muy inflamable y fácil de incendiarse a una temperatura mayor de las máximas aquí especificadas.

107. Preparación de la mezcla. El agregado y el material bituminoso que han sido descritos anteriormente, deberán guardar las proporciones exactas, por peso o por volumen, en las cantidades señaladas por el Residente, al colocarse en la mezcladora. El mezclado deberá continuarse hasta que todas las partículas queden cubiertas y se haya obtenido una mezcla homogénea.

Si las proporciones se hacen por volumen, la planta deberá equiparse con un orificio regulable para dar paso a la cantidad requerida de agregado. El dispositivo para medir el agregado y el material bituminoso deberá verificarse antes de que empiecen las operaciones de mezcla y periódicamente durante la construcción, cuando el Residente lo juzgue necesario.

108. Transporte de la mezcla. La mezcla deberá ser transportada en vehículos limpios. La superficie interior del recipiente de volteo, o el lugar de los vehículos donde se transporte la carga, podrá mojarse ligeramente con agua de jabón, o con una mezcla de agua que contenga no más de un 10 por ciento de aceite lubricante, pero no deberá usarse en exceso ninguna de las dos cosas. Después de que el jabón o el aceite se hayan utilizado como se indica, deberán escurrirse el agua y el aceite sobrantes antes de cargar la mezcla.

/109. No se permitirá

109. No se permitirá que pase ninguna aplanadora sobre un extremo no protegido de la mezcla recién colocada, excepto cuando la construcción vaya a ser suspendida o interrumpida por un lapso de tiempo que requiera la formación de una junta, caso en el cual la construcción deberá cortarse donde la superficie se ajuste a escuadra y el corte de la junta quede perpendicular. Cuando la mezcla de superficie se coloque contra el borde de otra superficie previamente compactada, este borde deberá impregnarse de material bituminoso, y la mezcla fresca, adyacente a la junta, deberá apisonarse con un pisón de mano.

110. Colocación de la mezcla. La mezcla deberá colocarse sobre una superficie que esté seca y solamente cuando las condiciones atmosféricas sean favorables de acuerdo con lo que se indica en el párrafo 8. Cuando sorprenda la lluvia a los camiones que transportan la mezcla, ésta no deberá volcarse hasta que la lluvia haya cesado, y la superficie del camino esté seca. La mezcla que no haya sido inicialmente compactada y se moje por la lluvia, deberá dejarse secar completamente antes de la compactación con aplanadora.

La mezcla que se usa para bacheo y nivelación de carriles deberá extenderse con una motoniveladora y cada carga completa de la mezcla que se vuelque sobre el camino deberá repartirse o aflojarse con la niveladora para que pueda obtenerse una compactación y espesor uniformes. La mezcla de la capa de desgaste deberá extenderse con una esparcidora y acabadora mecánica aprobada, con la salvedad de que, donde así lo indiquen los planos, la mezcla para la capa de desgaste que deba colocarse en una capa no nivelada será extendida con ayuda de una motoniveladora. La mezcla deberá extenderse y emparejarse a una anchura uniforme y al espesor requerido.

Si la mezcla no puede esparcirse de una vez sobre el ancho total de la capa de base, deberá esparcirse en carriles iguales a la mitad de dicho ancho. El esparcimiento no deberá progresar más de 200 metros en cualquier carril antes de atender el carril adyacente, excepto cuando las disposiciones para el tránsito requieran que el pavimento se construya en anchos parciales. Al final de una jornada, o cuando las operaciones de esparcir sean interrumpidas por un lapso considerable de tiempo, los carriles deberán emparejarse de manera que dejen una junta transversal continua, perpendicular a /la línea

la línea central del camino, y que abarque el ancho total del pavimento que está siendo esparcido. La superficie acabada deberá revisarse para arreglar cualquier irregularidad que se observe. Todas las marcas y manchas dispares, de cualquier origen que sean, deberán quitarse y substituirse con material satisfactorio. Se efectuará un rastrillado a mano, detrás de la máquina de acabado, cuando se requiera. En todas las juntas longitudinales y transversales deberá hacerse a mano lo necesario para formar una junta densa, vertical, apretada y pareja. Todas las uniones de la mezcla con bordillos, pozos de inspección, etc., deberán impregnarse de material bituminoso y la mezcla adyacente a estos puntos de contacto, apisonarse a mano.

111. Protección. Después de terminar la compactación a rodillo, la superficie quedará lista para el tránsito, pero si la mezcla está demasiado blanda para permitir el tránsito sin que haya adherencias y desplazamientos, la superficie deberá ser cerrada al tránsito hasta que, en opinión del Residente, no pueda ser dañada.

Durante las primeras cuarenta y ocho horas siguientes a la apertura del pavimento al tránsito, la velocidad máxima admisible será de 25 kilómetros por hora. Con este propósito, el Contratista deberá proporcionar y mantener barreras adecuadas, letreros y luces, disponer de vigilantes y de vehículos para regular el tránsito en la sección de velocidad restringida. El número de dichos vigilantes, en trabajo continuo durante las cuarenta y ocho horas del período de restricción, no deberá ser menor de dos, y, en cualquier caso, suficiente para hacer respetar estrictamente la velocidad máxima de 25 kilómetros por hora.

112. Tolerancia para espesor de superficie. La tolerancia para las variaciones en el espesor de la superficie deberá ajustarse a los requisitos de la sección XVII "Concreto asfáltico".

113. Medida. La medida se hará por el número de metros cuadrados de pavimento mezclado en frío construido (carpeta de liga y carpeta de sello), y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

XV. ARENA-ASFALTO

114. Las mezclas de arena-asfalto, en caliente o en frío, constituyen un recurso a emplear en regiones donde no se encuentra piedra y resultaría antieconómico transportarla de lugares distantes. También se emplean para construir la carpeta final de pavimentos urbanos por ser muy suaves. Naturalmente, la solución más económica es su empleo en frío, sobre bases estabilizadas corrientes, como carpeta de rodamiento. Las mezclas en caliente no presentan grandes ventajas sobre las mezclas en frío bien hechas, siempre que no se destinen a volúmenes de tránsito muy intensivos.

115. Es un tipo de mezcla que generalmente tiene alto porcentaje de vacíos a pesar de lo cual es fácil de exudar en días calientes. Si el volumen de tránsito es pequeño se abren grietas con facilidad y en ese caso los gastos de mantenimiento resultan altos. Además, por no tener agregado grueso, se desgasta fácilmente. Para evitarlo conviene ponerle una capa de sello.

116. Materiales. La arena: Podrá ser arena de mar, de río, de médano o de cantera; debe contener granos duros, resistentes y ásperos, angulosos, no contendrá sales y estará completamente libre de terrones de arcilla y de materia orgánica. Deberá reunir los requisitos siguientes:

Peso mínimo - 1,500 a 1,700 Kg/m³ (94 a 96 libras/pie cúbico)

Humedad máxima - la que indique el laboratorio

Fracción que pasa el tamiz No. 200

Por ciento

Para mezcla con motoniveladora y arados

máximo 15

Para mezcla en planta fija o móvil

máximo 25

Fracción que pasa el tamiz No. 40

Humedad equivalente de campo

máximo 20

Contracción lineal

máximo 5

Límite líquido

máximo 25

Índice plástico

máximo 6

El asfalto rebajado RC-2, deberá reunir los requisitos normales exigidos para los materiales asfálticos líquidos de curación rápida y al mezclarse deberá ser calentado entre 45 y 66 grados centígrados. Se

/usará

usará en la proporción de 5 a 10 por ciento de la mezcla resultante. Pre-
vio ensayo, podrá usarse cal apagada mezclada con la arena en una propor-
ción aproximada de 2 por ciento.

La mezcla del agregado y el RC-2, deberá tener una estabili-
dad Hubbard Field no menor de 550 Kg (aproximadamente 1.200 libras).
El ensayo debe efectuarse a 25 grados centígrados y en seco, sobre una
muestra compactada y preparada en frío y secada a 40 grados centígrados
durante 24 horas en una capa suelta de 2,5 cm de espesor. El máximo
hinchamiento permitido será 5 por ciento.

El ensayo de briquetas mantenidas en agua hasta 1/2 pulgada
de altura durante tres días, deberá dar una estabilidad Hubbard Field de
más de 200 Kg (aproximadamente 500 libras).

117. Equipo. El equipo será el indicado a continuación y deberá
ser aprobado por el Residente, especialmente en cuanto a su funcionamien-
to.

Calentadores

Arados de tres series de discos de 30 cm capaces de arar has-
ta una profundidad de 25 cm para pavimentos de más de 12 cm
de espesor

Cultivadores, para pavimentos de menos de 12 cm de espesor

Rastras de tres púas de acero

Arado de discos de 55 cm

Motoniveladoras, una de las cuales por lo menos deberá
tener una cuchilla de 3,60 m y no pesar menos de 3.400 Kg
(7.500 libras), u otro equipo equivalente aprobado por la
DGC.

Distribuidor de asfalto

Aplanadora tandem de 5 toneladas

Aplanadora de ruedas neumáticas

En el caso de utilizarse plantas fijas o móviles de mezcla
do en vez del equipo para mezcla en sitio, deberán cumplir las especi-
ficaciones normales para ese tipo de máquina.

118. Construcción. Siempre que sea conveniente, antes de la
colocación de la mezcla arena-asfalto deberá ser hecha la imprimación de
la base, o se hará un riego de liga, después de tener la base perfecta-
mente pareja y de acuerdo con los alineamientos, pendientes, bombeos y
peraltes proyectados. Es difícil de hecho extender un pavimento mezclado
/en la carretera

en la carretera con menos de 4 cm de espesor. Cuando la mezcla es hecha en planta es factible extenderla hasta con 3 cm de espesor. La compactación debe ser iniciada con compactadora de llantas y terminada con compactadora de ruedas lisas de acero.

El mezclado de la arena con asfalto rebajado debe hacerse hasta que todo el solvente haya sido eliminado, hecho que puede comprobarse cuando el olor del solvente ya no es perceptible.

Cuando se utilicen plantas fijas o móviles y cuando en la mezcla entren agregados, las proporciones de arena y agregado deberán mantenerse fijas, mediante mediciones de control de peso o de volumen, según el tipo de planta usado.

119. Durante el período de construcción se dispondrán drenajes temporales, canales, represas, etc., para evitar el estancamiento del agua en el subsuelo o en el pavimento arena-asfalto, hállese el mismo completa o parcialmente mezclado. Cualquier punto débil que aparezca en la base durante la construcción, deberá excavarse y ser sustituido por material resistente. No se permitirá el paso de equipo sobre la explanación, o sobre la base preparada, cuando las condiciones del camino o el estado del tiempo sean tales que las operaciones con equipo puedan dañarlas o perjudicarlas. No se permitirá normalmente, el tránsito durante los cuatro primeros días después de terminado el pavimento.

Cuando se siga el método de mezcla con niveladora, en cuanto quede extendida la capa de agregado, deberá aplicarse el asfalto rebajado uniformemente mediante un distribuidor a presión, a razón de 2,25 litros por metro cuadrado, o en la cantidad necesaria para producir una mezcla final con la proporción de asfalto requerida. Cuando se usan plantas móviles, el material distribuido en la sub-base en uno o más camellones, según el ancho del pavimento, deberá ser recogido por la planta móvil y pasado a la cámara mezcladora, junto con el asfalto requerido para producir la mezcla final que contenga las proporciones deseadas.

Cuando el asfalto se aplique por medio de una planta fija, los agregados deberán pasarse primero a la cámara mezcladora en la cantidad adecuada para producir una mezcla bien dosificada. El asfalto se introducirá

/a continuación,

operaciones de acabado, pasándolas hasta que desaparezcan todas las huellas de sus propias ruedas.

124. Terminada la última compactación, se probará la superficie del pavimento con una regla de tres metros colocada paralelamente al eje y con una plantilla standard que se adapte a la sección transversal deseada del pavimento; cualquier irregularidad mayor de un centímetro deberá ser corregida por aplanamiento o extracción de la mezcla, que será reemplazada por otra debidamente proporcionada, para que después de la compactación quede nivelada con la zona que se halle a su alrededor.

125. Medida. La medida se hará por el número de metros cuadrados de pavimento arena-asfalto construido, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

XVI. MEZCLA EN LA CARRETERA

126. La mezcla en la carretera permite la construcción de pavimentos relativamente económicos sin requerir la utilización de equipos mezcladores especiales y caros. Dificilmente se consigue construir por ese método pavimentos con menos de cuatro centímetros de espesor y por esa razón no son tan económicos como los tratamientos superficiales, que pueden ser construídos con técnica perfecta hasta los dos centímetros de espesor.

Este pavimento está formado por una mezcla de agregado y material asfáltico preparada en el lugar de la obra sobre una base previamente acondicionada de conformidad con estas especificaciones y con el trazado, rasante y sección tipo que aparezcan en los planos. El pavimento deberá tener un espesor total de 4 a 10 cm, según se especifique.

127. Materiales. La arena deberá estar compuesta de granos duros y ásperos, y no contener arcilla, —en terrones ni adherida a los granos— ni material orgánico o vegetal de ninguna especie. La arena podrá ser resultante de la mezcla de dos o más agregados. Su índice de plasticidad será menor de 6. En todo caso deberá cumplir con los requisitos de gradación especificados a continuación:

Tamíz	Por ciento en peso de material que pasa tamices de malla cuadrada
3/4"	100
3/8"	60-80
No.4	45-65
No.10	30-50
No.40	15-30
No.200	5-10

El agregado retenido en el tamíz No.4 tendrá un porcentaje de desgaste (Los Angeles) inferior a 50.

El agregado será de tal naturaleza que la partícula de asfalto que se le adhiera no se desprege al ponerse en contacto con agua.

128. Material asfáltico. Será asfalto rebajado RC-2 que deberá reunir los requisitos normales exigidos para los materiales asfálticos líquidos de curación rápida.

/Con la mezcla de

Con la mezcla de agregado y RC-2 debidamente curada, se procederá a moldear algunas briquetas, que ensayadas siguiendo el método de Hubbard Field deberán dar al cabo de 72 horas de inmersión en agua, a temperatura ambiente, una estabilidad mayor de 550 Kg (aproximadamente 1.200 libras). La absorción, transcurridas 72 horas, deberá ser menor del 8 por ciento y su hinchamiento no deberá llegar al 5 por ciento.

129. Equipo. El equipo, que deberá recibir la aprobación del Residente especialmente por lo que se refiere a su funcionamiento, será el que corresponda al método de construcción empleado, dentro del indicado a continuación. No podrá usarse equipo que perjudique a la subrasante o a las superficies acabadas de pavimentar.

Calentadores

Arados de discos de 30 cm, capaces de arar hasta 25 cm de profundidad, para pavimentos de más de 12 cm de espesor

Cultivadores, para pavimentos de menos de 12 cm de espesor

Rastras de tres púas de acero

Arados de discos de 55 cm, capaces de ajustarse a cortes apropiados

Motoniveladoras, de las cuales una por lo menos tendrá una cuchilla de 3,60 m (12 pies) y que no pese menos de 3.400 Kg (7.500 libras)

Distribuidores de asfalto

Plantas de mezclado móviles

Plantas de mezclado fijas o estacionarias

Aplanadoras tandem de 1,05 de diámetro de ruedas y 1,20 m de ancho mínimo con peso de 36 a 54 Kg por cm (200 a 300 libras por pulgada) de ancho

Aplanadoras de ruedas neumáticas de 5 a 10 toneladas de peso total y 36 Kg por cm (200 libras por pulgada) de ancho de huella.

130. Construcción. El material de la superficie de la base deberá removerse con escarificadores, rastras o cultivadores, de manera que la anchura y profundidad del material removido se mantengan uniformes. Después de escarificar la superficie de la base, deberá ser trillada y extraída toda la substancia extraña, piedras, el agregado mayor de 5 cm y cualquier otro material perjudicial. Si el suelo de que esté formada la base

/llena las condiciones

llena las condiciones especificadas, deberá determinarse la altura de la capa removida para agregarle la cantidad de material de préstamo necesaria para lograr el espesor compactado requerido. Al remover el suelo existente y proceder a su compactación, deberá cubrirse medio metro más a cada lado, fuera del pavimento proyectado.

En la preparación final de la carpeta se incluye el esparcimiento del material removido, el acabado de su superficie y cualquier otro trabajo de conformación necesario, que se ejecutará con la motoniveladora durante las operaciones de recompactación necesarias para eliminar las depresiones e irregularidades, y ceñirse al trazado, rasante y sección tipo del proyecto. Cuando un equipo con ruedas de acero deteriore la superficie de la carpeta, se sustituirá por un equipo de ruedas neumáticas.

Quando al material de la carpeta se añadan agregados y se siga el método de mezcla en la carretera, los agregados deberán esparcirse uniformemente sobre el material removido o descargarse en un camellón de volumen conocido, adyacente al otro ya esparcido, en la cantidad que fuere necesaria para la mezcla. El área de la sección transversal del camellón no deberá variar en más del 5 por ciento del área media en ningún tramo del camellón. Cuando el camellón existente contenga material en exceso sobre el porcentaje designado por el Residente y no se pueda esparcir hacia adelante con la niveladora, dicho material deberá ser cargado y transportado a camellones donde exista deficiencia.

Quando se utilicen plantas estacionarias o móviles y cuando en la mezcla entren agregados, las proporciones de arena y agregado deberán mantenerse fijas, haciendo mediciones de control de peso o de volumen según el tipo de planta usado.

Durante el período de construcción se dispondrán drenajes temporales, canales, represas, etc. para prevenir el estancamiento o almacenamiento de agua en el subsuelo, o en el pavimento arena-asfalto mezclado total o parcialmente. Cualquier punto débil que aparezca en la base durante la construcción, deberá ser excavado y sustituido por material resistente. No se permitirá el paso de equipo sobre la base o sobre la carpeta ya preparada, cuando las condiciones del camino o del tiempo permitan suponer que las operaciones con equipo puedan deteriorarlas o perjudicarlas.

/Con el método de

Con el método de mezcla con niveladora, una vez que la capa de agregado ha sido extendida, se aplica el asfalto uniformemente, mediante el uso de un distribuidor a presión a razón de 2,25 litros por metro cuadrado como máximo por cada pasada, y haciendo tantas pasadas como se considere necesario para producir una mezcla final con la proporción de asfalto requerida.

Cuando se usan plantas móviles, el material distribuido en la base en uno o más camellones, de acuerdo con el ancho del pavimento, será recogido por la planta móvil e introducido, así como el asfalto, dentro de la cámara mezcladora, siendo su descarga la requerida para producir una mezcla final con las operaciones deseadas de materiales.

Cuando el asfalto se aplique por medio de una planta fija, los agregados deberán ser introducidos dentro de la cámara mezcladora en la cantidad adecuada, para producir una mezcla bien proporcionada. A continuación se introducirá el asfalto en la cantidad necesaria para producir la mezcla final con las proporciones de materiales requeridas.

131. En el método de mezcla con motoniveladora, inmediatamente después de cada aplicación de asfalto, el arado de discos seguirá al distribuidor y así continuarán trabajando sobre la parte tratada hasta que todo el asfalto suelto haya quedado mezclado con el agregado. No se permitirá el paso de vehículos sobre la superficie acabada de trabajar antes de que se utilicen los arados de discos. Tan pronto como el ancho completo de la sección de agregado haya recibido la aplicación total de asfalto y haya sido completamente arada, se procederá al mezclado con una motoniveladora hasta lograr una mezcla completamente uniforme. Cuando llueva, antes de terminarse el proceso de mezcla, los materiales parcialmente mezclados deberán ser colocados en pilas cuando sea posible. No se continuarán las operaciones de mezcla hasta que el contenido de agua quede eliminado por aireación.

132. En el método de mezcla en planta, el agregado y el asfalto se mezclarán hasta que el asfalto quede distribuido uniformemente y todas las partículas de agregado se hallen completamente impregnadas.

La mezcla obtenida de una planta central o móvil, se transportará y colocará a un lado de la carpeta preparada y se distribuirá con

/la niveladora

la niveladora en capas delgadas y uniformes, hasta que quede debidamente curada. Una vez curada toda la mezcla se distribuirá de acuerdo con la sección transversal requerida. Si se usa el método de mezcla en la carretera con niveladora, se requieren normalmente unas 8 horas por cada 350 m de carretera de 6 m de ancho para efectuar la cura, incluido el tiempo del mezclade. En tiempos húmedos o nublados se necesita más tiempo de curación, por tener que eliminarse por medio de la aireación casi toda la humedad antes de la compactación, momento en el cual la humedad deberá ser menor del 1 por ciento y la eliminación de los elementos volátiles, deberá pasar del 85 por ciento.

133. Cuando el espesor final del pavimento haya de ser mayor de 10 centímetros, se construirá en dos carpetas. Las operaciones para la construcción de la segunda carpeta serán las mismas que para la primera, que deberá estar completamente compactada antes de empezar a extenderse la segunda. Si en opinión del Residente se requiriere un riego de liga para unir las dos carpetas, se extenderá por medio de un distribuidor a presión a razón de 0,4 litros de asfalto rebajado por m^2 , aproximadamente.

134. Durante la distribución de la mezcla se iniciará la compactación, de acuerdo con la sección transversal requerida, por medio de una aplanadora de ruedas neumáticas o con otras unidades equipadas con ruedas de hule, de manera que se logre una densidad uniforme en la capa. Se tomarán muestras a intervalos de cien metros y las secciones que indiquen una deficiencia de espesor de más de un centímetro, volverán a ser trabajadas agregándoles mezcla hasta ob tener el espesor requerido. En caso de laminación bajo la superficie que se apreciará por la aparición de grietas o desplazamientos, la superficie compactada deberá ser escarificada, trabajada y compactada de nuevo. Todas las irregularidades que se presenten en la superficie deberán corregirse con la niveladora mientras el pavimento esté todavía blando. La compactación y el trabajo de la niveladora se continuarán hasta que la superficie quede ajustada al trazado, rasante y sección transversal exigidos. La compactación final se logrará por medio de aplanadoras tandem, después de terminadas todas las operaciones de acabado, pasándolas hasta que no dejen huella alguna sus propias ruedas. El pavimento deberá tener una compactación del 88 al 96 por ciento de su densidad teórica sin vacíos.

/Después de la

Después de la última compactación, se comprobará la superficie del pavimento con una regla de tres metros colocada paralela al eje y con una plantilla estándar que se adapte a la sección transversal deseada del pavimento; cualquier irregularidad mayor de un centímetro deberá corregirse por aplanamiento o extracción de la mezcla, que deberá ser sustituida por otra con las debidas proporciones, para que después de la compactación quede igualada con el área que se halle a su alrededor.

135. Medida. La medida se hará por el número de metros cuadrados de pavimento mezclado en la carretera construída, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado al precio de contrato, todo como se explica en el párrafo 6.

XVII. CONCRETO ASFALTICO

136. El pavimento de concreto asfáltico estará formado por una o más capas compuestas de una mezcla de agregado, "filler" y cemento asfáltico, apropiadamente colocadas sobre una base preparada o capa superficial ya existente, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con las líneas, rasante, cotas y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

137. Materiales.

Cemento asfáltico: El cemento asfáltico deberá tener un grado de penetración comprendido entre 60 y 200 y será el que se especifique en los planos, o indique el Residente. Deberá seguir las especificaciones usuales para esa clase de material. La porción de cemento asfáltico soluble en bisulfuro de carbono será considerada como bitumen. También podrá ser utilizado alquitrán u otro material bituminoso aprobado por la DGC.

Agregados. La naturaleza del agregado deberá ser tal, que al aplicársele totalmente una capa del material bituminoso que haya de utilizarse en el trabajo, no se desprenda bajo la acción del agua. Podrán admitirse agregados que contengan alguna característica hidrófila para uso en mezclas de concreto bituminoso siempre que se agregue un aditivo satisfactorio o algún agente de humedecimiento para proporcionar una capa resistente.

/Para el propósito

Para el propósito de estas especificaciones, la porción del agregado que sea retenido en el tamiz No. 10 se llamará agregado grueso y la que pase el tamiz No. 10 se llamará agregado fino.

Agregado grueso. El agregado grueso estará formado por grava triturada o piedrín; constituido por fragmentos limpios, resistentes y durables; sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegradas; y exento de material cubierto de tierra u otra materia inapropiada. El material triturado deberá tener un porcentaje de desgaste por el método de los Angeles no mayor de 40. Cuando el material triturado se someta a cinco pruebas consecutivas de tratamiento con sulfato de sodio o sulfato de magnesio, la pérdida en peso no deberá exceder de un 12 por ciento. Si se usa grava triturada, por lo menos el 50 por ciento de las partículas retenidas en el tamiz No.4 deberá tener una cara fracturada. El agregado grueso al someterse a prueba deberá llenar los requisitos de gradación que se indican en el siguiente cuadro.

PORCENTAJE POR PESO EN EL PASO DE TAMICES DE
 ABERTURA CUADRADA

Gradación	1 pulg.	3/4 pulg.	1/2 pulg.	3/8 pulg.	No. 4	No. 10
A	100	90-100		20-55	0-15	0-5
B			100	40-75	5-15	0-14
C	100	90-100		30-65	5-25	0-5

Agregado fino. El agregado fino consistirá en arena natural, en un agregado preparado con grava y piedra trituradas, o una combinación de las dos cosas; todo ello deberá pasar al tamiz de 3/8", y será de una gradación tal que al combinarse con el agregado grueso de acuerdo con los requisitos antes mencionados, pueda producirse un concreto asfáltico de clase A, B, o C. La porción que pase el tamiz No.200 será considerada como "filler".

La arena estará formada por granos de cuarzo o de otra cosa resistente y durable, moderadamente afilados y carentes de capas de cualquier material perjudicial. La grava triturada, o las piedras pequeñas, deberán ajustarse a los requisitos previamente estipulados para el agregado grueso. La porción que pase el tamiz No. 40 deberá tener un índice de plasticidad no mayor de 6.

/"Filler".

"Filler". El "filler" para mezclas consiste en polvo de piedra caliza, cemento Portland, ceniza volcánica u otra materia inerte obtenida en fuentes aprobadas por el Residente. Deberá estar completamente suelto y seco y no formar terrones por la unión de partículas finas. El "filler" deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Paso tamiz No. 30	100 por ciento
Total de paso tamiz No. 80, no menos de	95 por ciento
Total de paso tamiz No. 200 no menos de	65 por ciento

Muestreo y aprobación de materiales. Antes de utilizar cualquier agregado, el Contratista indicará al Residente la fuente propuesta de abastecimiento. El Residente obtendrá muestras representativas de la fuente y, realizadas las pruebas, informará al Contratista si los materiales hallados en las muestras están de acuerdo, o no, con los requisitos de las Especificaciones. El permiso para usar un material no deberá considerarse como aprobación de la fuente de abastecimiento de dicho material.

A partir de la entrega inicial de los materiales y durante las entregas subsiguientes, se tomarán y probarán muestras para determinar si los materiales que están siendo proporcionados se ajustan a las muestras originales, y reúnen los requisitos de las especificaciones. El Contratista suministrará, cuando así sea requerido y a su costo, muestras para prueba de todos los materiales que entran en la composición del pavimento y muestras tomadas del pavimento terminado. Los resultados de todas las pruebas estarán a la disposición del Contratista.

138. Composición general de la mezcla. El agregado deberá ser graduado, y los componentes especificados (preparados según se estipula más adelante) combinados, en una forma y en tales proporciones, respectivamente, que produzcan una mezcla de acuerdo con los siguientes términos generales de composición por peso.

La mezcla de clase A, deberá usarse cuando el espesor de la carpeta de rodadura se encuentre entre 3,50 y 6,50 centímetros. La mezcla de clase B, se usará cuando el espesor de la carpeta de rodadura se halle entre 2,50 y 3,50 centímetros. La mezcla de clase C, destínase a la construcción de carpetas de liga y deberá usarse solamente protegida por una carpeta de rodadura construida sobre ella.

REQUISITOS PARA COMPOSICION DE MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO

Componente	Paso tamiz	Retenido tamiz	Clase A	Clase B	Clase C
Fracción de Agregado grueso	1"		100		100
	1"	No. 4			52-72
	3/4"	3/8"	18-50		
	1/2"			100	
	1/2"	3/8"		8-39	
	3/8"	No. 4	4-36	8-45	
Total agregado grueso	No.4	No.10	9-22	9-27	8-20
		No.10	50-65	50-65	70-85
	No.10	No.40	5-22	5-22	
	No.40	No.80	9-27	9-27	5-20
	No.80	No.200	5-18	5-18	
	No.200		5-10	5-10	0-7
Total agregado fino			35-50	35-50	15-30
Total agregado			100	100	100

Mezcla total

Componente	Clase A	Clase B	Clase C
Total agregado	91-95.5	91-95.5	94-96
Cemento asfáltico (Bitumen)	4.5-9	4.5-9	4-6
Mezcla total	100	100	100

139. Fórmula para la mezcla en la obra. Los límites de composición general, anteriormente indicados, son grados típicos de tolerancia que regirán las mezclas hechas con cualesquiera materiales que llenen las especificaciones, y son máximas y mínimas para todos los casos. Un control más cercano y apropiado para los materiales de la obra será requerido para cada proyecto específico, de acuerdo con la fórmula para mezcla en la obra, como se indica a continuación.

No deberá principiarse ningún trabajo sobre el proyecto específico hasta que el Contratista haya presentado al Residente muestras de todos los materiales que utilizará para la preparación de mezclas de ensayo, así como /la composición

la composición de la fórmula para la mezcla en la obra. Una vez establecida la fórmula para la mezcla a utilizar en la obra, la que se emplee en el proyecto deberá ajustarse a dicha fórmula aprobada, dentro de las siguientes tolerancias:

Paso tamiz	Retenido tamiz	Tolerancias (Por ciento por peso)
1"	3/4"	7
3/4"	1/2"	6
1/2"	3/8"	5
3/8"	No.4	5
No.4	No.10	5
No.10	No.40	4
No.40	No.80	3
No.200		2
Bitumen		0,4

La temperatura de la mezcla, en la planta y en su punto de destino, deberá oscilar alrededor de 10°centígrados de la temperatura indicada por el Residente.

La mezcla compactada en laboratorio deberá tener una densidad no menor de 94 ni mayor de 98 por ciento de la densidad teórica calculada en una mezcla sin vacíos, compuesta de los mismos materiales y en proporciones similares.

Se tomarán muestras de la mezcla utilizada tantas veces por día como considere necesario el Residente, y la mezcla será mantenida en condiciones uniformes durante la ejecución del proyecto, con las tolerancias antes indicadas. Si se aprobara alguna fuente adicional de abastecimiento para materiales, la fórmula para la mezcla en la obra se reajustará como convenga.

Aquellos materiales de la obra en que se encuentren características que requieran para una mezcla balanceada un contenido de material bituminoso menor que el indicado en la fórmula anteriormente prescrita,

/serán desechados

serán desechados o reacondicionados para formar una combinación que produzca una mezcla balanceada en los términos de la fórmula.

140. Requisitos generales para la planta. Las plantas de pavimentación utilizadas en la preparación de mezclas bituminosas para pavimentación deberán tener capacidad suficiente y ser combinadas de forma que permitan una progresión adecuada de la construcción prevista. La planta será mantenida en buenas condiciones mecánicas y cualquier defecto que afecte al funcionamiento apropiado de las unidades de la planta o plantas, o que afecte en forma desfavorable la calidad de la mezcla en cualquier aspecto, será corregido inmediatamente por orden del Residente.

En la planta deberá disponerse de facilidades adecuadas de almacenamiento. Deberá proporcionarse suficiente espacio de almacenamiento para acomodar por separado el material existente, para depósitos, para cada tamaño de agregado, y los diferentes tamaños de agregado deberán conservarse separados hasta su entrega, sin mezclar, por el alimentador o alimentadores, hasta el pie del elevador en frío o elevadores, en sus proporciones apropiadas. El piso del almacenamiento deberá mantenerse limpio, y las diferentes secciones separadas de material almacenado, en orden y accesibles para el muestreo.

Todas las plantas usadas por el Contratista para la preparación de mezclas bituminosas deberán reunir todos los requisitos especificados en esta subsección, con la excepción de que los requisitos de báscula (balanza) que se aplicarán únicamente cuando se use una proporción por peso; además, cualquier planta mezcladora por dosificación deberá ajustarse a los requisitos especiales de estas especificaciones.

A. Uniformidad. Las plantas serán diseñadas, coordinadas u operadas en tal forma que produzcan una mezcla de acuerdo con requisitos especificados en la parte que trata de la composición de la mezcla, y dentro de las tolerancias de trabajo admisibles.

B. Equipo para la preparación del material bituminoso. Los tanques para el almacenamiento del material bituminoso deberán estar en condiciones de permitir el calentamiento del material, bajo un control efectivo y positivo en todo momento, para obtener los requisitos de temperatura establecidos en las especificaciones. El sistema de calentamiento deberá proporcionar

/un calor

un calor uniforme a todo el contenido de los tanques. El calentamiento deberá ser efectuado por serpentines de vapor, aceite, o gases de combustión, por electricidad u otros medios, evitando que la llama pueda ponerse en contacto con el tanque de calentamiento. El sistema de circulación para el material bituminoso deberá ser de un tamaño apropiado para asegurar una circulación adecuada y continua durante el período completo de funcionamiento. Toda la tubería y accesorios deberán estar provistos de camisas para vapor o ser aislados convenientemente para evitar la pérdida de calor. La capacidad de almacenamiento de los tanques deberá ser suficiente por lo menos pa-
ra un día de funcionamiento.

C. Alimentador mecánico. La planta deberá estar equipada con medios mecánicos de precisión para alimentar uniformemente la secadora con el material de agregado y poder obtener una temperatura y una producción uniformes. El alimentador o alimentadores deberán estar provistos de reguladores de precisión y separados, para lograr una alimentación total y proporcional. Los reguladores para alimentación total y proporcional deberán poder regularse en cualquier momento o quedar fijados en cualquier posición. El alimentador o los alimentadores dispondrán del mecanismo necesario para distribuir la cantidad máxima de tamaños de agregado requerida en sus dimensiones proporcionales.

D. Secadora. La planta deberá disponer de una secadora o varias secadoras que revuelvan constantemente el agregado durante el proceso de calentamiento y secamiento. Deberá tener capacidad para secar y calentar todos los agregados necesarios para un suministro constante de la unidad mezcladora a su máxima capacidad de funcionamiento y a la temperatura especificada. Será construída y se hará funcionar de manera que evite la mezcla del agregado con el combustible no quemado.

E. Tamices. Deberán proporcionarse tamices para la planta capaces de tamizar todos los agregados a los tamaños especificados y con una capacidad normal algo mayor que la total de la mezcladora.

F. Depósitos. La planta deberá disponer de depósitos de almacenaje con suficiente capacidad para abastecer a la mezcladora cuando ésta se encuentra funcionando al máximo de su capacidad. Los depósitos deberán

/ser divididos

ser divididos por lo menos en tres compartimentos distintos para asegurar un almacenamiento por separado y adecuado de las fracciones apropiadas del agregado. Cada compartimento estará provisto de un conducto de desborde de tamaño adecuado y colocado de manera que evite que se vierta el material hacia otros depósitos.

G. Unidad de control bituminoso. Deberán proporcionarse medios aceptables para peso, recuento o medición volumétrica, que permitan obtener la cantidad apropiada de material bituminoso dentro de los límites estipulados o dentro de la tolerancia especificada para la mezcla de obra. Serán también proporcionados medios adecuados, camisas para vapor u otro tipo de aislamiento, para mantener la temperatura específica del material bituminoso en la tubería, medidores, recipientes para pesar, tubos de rociamiento y otros recipientes usados en las líneas de conducción.

H. Equipo termométrico. Un termómetro blindado con la exactitud apropiada de lectura, termométrica, deberá ser colocado en la línea de alimentación bituminosa en un lugar adecuado cercano a la válvula cargadora en la unidad mezcladora.

La planta será también equipada con un termómetro aprobado de escala indicadora, a base de mercurio, un pirómetro eléctrico u otro instrumento aprobado, colocado de tal manera en el orificio de descarga de la secadora que registre o indique automáticamente la temperatura del agregado calentado. La escala indicadora deberá quedar claramente a la vista del fogonero o alimentador de la secadora. La eficiencia de este instrumento deberá ser tal, que permita la regularización de la temperatura de los agregados dentro de los límites especificados.

El Residente se reservará el derecho a juzgar la eficiencia de los instrumentos termométricos, y, para una mejor regulación de la temperatura del agregado, podrá ordenar la sustitución de cualquier instrumento por otro aparato que registre la temperatura, pudiendo además exigir que los registros diarios de temperatura se hagan con dicho instrumento.

I. Colectores de polvo. Cuando las plantas estén situadas en algún lugar en que el polvo sea inconveniente, o cuando éste interfiera con el funcionamiento eficiente de la planta, deberá hacerse la instalación de revestimientos apropiados, tapas para las mezcladoras, o sistemas colectores de polvo.

/Cuando se usen

Cuando se usen colectores de polvo, deberán ser construídos de una manera que permita eliminar o devolver uniformemente, al elevador caliente, todas o cualesquiera partes del material recogido, conforme indique el Residente.

J. Requisitos de seguridad. Se colocarán escaleras adecuadas y seguras para subir a la plataforma de la mezcladora, y las escaleras protegidas que se necesiten para tener acceso a las demás unidades de la planta, y a todas las operaciones de la misma. Todos los engranajes, poleas, cadenas, ruedas dentadas y demás partes movibles peligrosas deberán quedar convenientemente cubiertos para dar protección a los trabajadores. Deberá también proporcionarse un espacio amplio para la mezcladora. Se mantendrá en todo momento un paso despejado en el espacio destinado a la carga de camiones y alrededor del mismo. Este espacio tendrá que hallarse exento de goteras o escurrimientos de la plataforma de mezcla. Será también instalada una plataforma adjunta al espacio de carga de camiones, a una altura suficiente que permita la inspección de la mezcla al ser colocada en los camiones.

141. Requisitos especiales para las plantas de mezcla.

Balanzas de la planta. Las balanzas para cualquier caja o medidor por peso podrán ser tanto del tipo con brazo como de escala indicadora sin resortes; deberán ser de una manufactura y diseño normales y tener una exactitud del 0,5 por ciento de la carga máxima que pueda ser requerida.

Cuando las balanzas sean de brazo, deberá haber un brazo separado para cada tamaño de agregado. Se proporcionará un indicador "de aviso" que empiece a funcionar cuando a la carga aplicada le falten 50 Kg para llegar al peso deseado.

Deberá proporcionarse un movimiento vertical suficiente a los brazos para permitir el funcionamiento apropiado del indicador de aviso. Cada brazo deberá tener un aditamento de cierre diseñado y situado de manera que permita fácilmente detener o poner de nuevo en acción la operación de pesado. El mecanismo para pesar será nivelado sobre soportes de cuña, puntos de apoyo, y deberá ser construído de una manera que proteja su nivelación e impida su desajuste.

/Las básculas no

Las básculas no deberán ser de resortes, deberán ser de fabricación estándar, y tener un tamaño que permita leer los números del indicador a una distancia de 8 metros por lo menos. Los indicadores o cuadrantes deberán ser del tipo compuesto, y contar con los complementos totales para las agujas indicadoras. Las agujas colocadas de manera que cause excesivos errores de paralaje no deberán usarse. Las balanzas deberán estar sólidamente construidas y ser sustituidas por las de otras marcas si se desajustan fácilmente y así se ordena. Todos los cuadrantes deberán situarse de manera que sean constantemente visibles para el operador.

Las balanzas para pesar los materiales bituminosos deberán ajustarse a las especificaciones señaladas para las balanzas de agregados, con la excepción de que las balanzas de brazo consistirán en un brazo de tara y otro de capacidad total. El valor de la graduación mínima no deberá ser mayor de un kilogramo y se le deberá añadir un aditamento "de aviso" que empezará a funcionar cuando la carga aplicada se encuentra a 10 Kg de aproximación del peso deseado. El dispositivo de "aviso" deberá tener una sensibilidad mínima de 1 cm por kilogramo. Todas las balanzas para pesar el material bituminoso de berán leerse al kilogramo más próximo y no deberán tener capacidad mayor de 15 por ciento de la nominal de la mezcladora.

Caja o medidor por peso. El equipo deberá incluir algún medio que permita pesar exactamente cada tamaño para depósito de agregado en alguna caja o medidor por peso que se pueda suspender en las balanzas y tenga un tamaño amplio capaz de contener una carga completa sin rastrillar a mano y sin rebosamiento. La caja o medidor por peso deberá ser sostenida sobre puntos de apoyo y soportes de cuña que han de estar contruidos de una manera que evite puedan ser fácilmente desalineados o desajustados. Ninguno de los bordes, extremos o lados de los medidores por peso deberá hacer contacto con ninguna barra, columna de soporte o aparato que en alguna forma pudiere afectar el funcionamiento apropiado del medidor. Debe haber también suficiente espacio libre entre el medidor y los dispositivos de soporte para evitar la acumulación de materiales extraños. La compuerta de descarga de la caja para pesar estará suspendida de manera que impida desparramar el agregado al voltearlo en la mezcladora. Si es necesario corregir tal tendencia, se colocarán desviadores o se

/recurrirá a otros

recurrirá a otros medios para descargar los materiales de la mezcla en forma adecuada. La compuerta deberá poder cerrarse herméticamente cuando el medidor por peso esté vacío para impedir la entrada de algún material a la carga de la mezcladora mientras se prepare lo necesario para pesar la carga siguiente.

Unidad mezcladora para el método de tandas. La planta deberá contar con una mezcladora de cargas de un tipo aprobado, de artesas gemelas de amasamiento, protegida con camisa de vapor, y capaz de producir una mezcla uniforme que cumpla con los requisitos especificados dentro de las tolerancias de la mezcla para la obra. Deberá tener una capacidad de carga no menor de mil kilogramos. La mezcladora deberá estar construida en una forma que evite la salida del contenido antes que se desee descargarlo.

La mezcladora estará equipada con el número suficiente de aspas u hojas colocadas en posición de "giro" y operadas a la velocidad recomendada por el fabricante. El espacio que quede libre entre las hojas y todas las partes fijas y móviles no será mayor de 2 centímetros salvo cuando el diámetro máximo de la partícula de agregado sea mayor de 2,40 cm. Si el espacio libre excediera de este tamaño, las hojas o aspas deberán ser sustituidas. Las hojas muy usadas o defectuosas no deberán utilizarse en la operación de mezcla.

Control de tiempo de mezcla. La planta estará equipada con un medidor de tiempo para controlar las operaciones de un ciclo completo de mezcla. Dicho medidor deberá mantener cerrada la compuerta de la caja para pesar, después de cargar la mezcladora, hasta que se cierre la compuerta de la mezcladora al completarse el ciclo, si así lo exige la DGC.

El control del registrador de tiempo deberá ser flexible y capaz de establecerse a intervalos de 5 segundos o menos, durante un ciclo no mayor de 3 minutos. Un contador mecánico de cargas se instalará como parte del dispositivo del registrador de tiempo, a menos que el Residente permita otra cosa. El control se diseñará, construirá e instalará para registrar solamente la operación de descarga del material bituminoso y no registrará ninguna carga seca o material descargado durante la operación de descarga del material sobrante de los depósitos.

/La regulación del

La regulación del tiempo será ejecutada en presencia del Residente o su representante y bajo su dirección; después se cerrará con llave la caja, cubriendo el dispositivo de tiempo hasta que ese período se modifique con autorización del Residente.

142. Requisitos especiales para las plantas de mezcla continua.

Unidad de control de graduación. La planta deberá disponer de los dispositivos necesarios para dar paso a la proporción exacta del agregado de cada depósito, ya sea en función de su peso o por su medida volumétrica.

Cuando el control de graduación se efectúe por medio de la unidad deberá incluirse un alimentador, montado bajo los depósitos, con compartimentos. Cada depósito dispondrá de una compuerta individual exactamente controlada, en forma de orificio, para la medición volumétrica del material extraído de cada compartimento del depósito. El orificio de alimentación deberá tener las dimensiones adecuadas para proporcionar una alimentación satisfactoria, sin que se formen incrustaciones a los lados de salida y con una dimensión ajustable por medios mecánicos positivos, provistos de cerradura. Se proporcionarán indicadores donde conste el tamaño de abertura.

Calibración en peso del agregado suministrado. La planta deberá disponer de medios mecánicos apropiados para la calibración de las aberturas de la compuerta con indicaciones de prueba por peso. Los materiales que salgan de los depósitos a través de cada orificio distinto, deberán pasar a una caja o cajas adecuadas de prueba, conservándose cada material por separado en su compartimento. La planta estará equipada en forma que se pueda manejar convenientemente tales muestras de prueba por medio de un mecanismo del tamaño adecuado para proporcionar una calibración exacta de la compuerta, medida en función del tamaño del agregado, de la abertura de la compuerta y de la capacidad establecida para la planta. Deberá proporcionarse una balanza exacta de plataforma con una capacidad mínima de 250 Kg.

Sincronización del suministro para el agregado y del suministro para el bitumen. Deberá contarse con los medios apropiados para proporcionar un control positivo de aislamiento entre la corriente del agregado proveniente de los depósitos y la de bitumen que llegue del medidor o de otra fuente de suministro. Este control se habrá de lograr por medios mecánicos de cierre o por /cualquier método

cualquier método positivo que esté bajo control del Residente o de su representante.

Unidad mezcladora para método continuo. Esta planta deberá disponer de una mezcladora continua, de tipo aprobado, de artesas gemelas de amasamiento, protegida por camisa para vapor, y que sea capaz de producir una mezcla uniforme dentro de los límites estipulados o de las tolerancias para la mezcla en la obra. Las aspas deberán poder ajustarse en posición angular con los ejes, y ser capaces de retener la salida de la mezcla. La luz que quede entre las aspas, en todas las partes fijas o móviles, no deberá exceder los 2 cm a menos que el diámetro máximo del agregado sea mayor de 2,50 cm. Si ese espacio fuera mayor del indicado, las aspas o las hojas, o las dos cosas, deberán ser sustituidas. Las aspas muy gastadas o defectuosas no se utilizarán en la operación de mezcla. La mezcladora deberá contener una placa del fabricante donde se indique el contenido volumétrico neto de la mezcladora a las diversas alturas, inscrito en un indicador permanente. Deberán proporcionarse cuadros que indiquen la velocidad por minuto de alimentación del agregado para el agregado específico que esté siendo usado.

A menos que se ordene en otra forma, la determinación del tiempo de mezcla deberá hacerse por el método del peso, con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de mezcla en segundos} = \frac{\text{Capacidad muerta del revolvedor en Kg}}{\text{Producción del revolvedor en Kg por segundo}}$$

Los pesos deberán ser determinados para la obra por pruebas hechas por el Residente.

143. Equipo.

Pavimentadoras. Las pavimentadoras de concreto bituminoso deberán ser unidades con depósito propio, movidas mecánicamente y provistas de una unidad para el acabado y nivelación, dispositivos para calentamiento cuando sea necesario, y capaces de extender y acabar capas de concreto bituminoso de 2,40 a 3,70 metros de ancho (8 a 12 pies) y de 2 a 15 cm de espesor, de acuerdo con el alineamiento, bombeo y rasante, con o sin ayuda de formas o soportes laterales.

/La pavimentadora

La pavimentadora estará equipada con embudos y tornillos distribuidores de tipo reversible para poder situar uniformemente la mezcla frente a los afinadores. Las pavimentadoras deberán estar construídas de manera que los cambios menores en elevaciones de la rasante no se reflejen inmediatamente en la superficie acabada y de modo que limiten los bordes de la mezcla a las líneas verdaderas.

La unidad para acabado y nivelación deberá operar por corte, conformado u otra acción práctica que sea efectiva en mezclas sin desgarramientos, empuje o vaciado, a la temperatura especificada de funcionamiento y que produzca una superficie acabada, sin segregación, de la uniformidad y textura especificadas. La afinadora será ajustable para nivelación y cuando así se exija tendrá un indicador de nivel visible para el operador.

La pavimentadora deberá poder ser operada, al colocar las capas, a velocidades hacia adelante que varíen de 3 a 8 metros por minuto y de acuerdo con la colocación satisfactoria de las mezclas. Deberá tener suficiente fuerza y tracción para funcionar eficientemente en pendientes hasta de 8 por ciento. El dispositivo de dirección deberá ser rápido y eficiente.

Compactadoras. Las compactadoras usadas para la mezcla deberán ser de 8 a 10 toneladas, del tipo tandem o de 3 ruedas, y no pesar menos de 36 Kg por centímetro de ancho de rodadura de cada rodillo. El tipo particular que debe utilizarse en las diversas condiciones y etapas de la construcción será indicado por el Residente. Si el Residente lo autoriza, se podrá utilizar una compactadora tandem de 5 toneladas en la compactación inicial. Los pesos especificados serán los garantizados por el fabricante. No se agregará ningún peso adicional a las compactadoras. Las compactadoras deberán poder funcionar en cualquier dirección y tener embragues (clutches) de acción suave.

La velocidad de las compactadoras no deberá exceder de 5 kilómetros por hora y en todo momento será lo bastante lenta para evitar una mala colocación de la mezcla bituminosa. Se proporcionará una cantidad de compactadoras suficiente para asegurar que la compactación progrese ininterrumpidamente a razón de 400 metros cuadrados de material colocado por hora, como mínimo.

Como excepción, las capas de bacheo y nivelación podrán efectuarse con una compactadora de llantas neumáticas, equipada por lo menos con 9

/llantas lisas

llantas lisas de presión baja, capaces de llevar una carga bruta no menor de 8 toneladas. La compactadora deberá cargarse como indique el Residente.

Herramientas pequeñas y equipo portátil. El Contratista proporcionará cuantas herramientas y accesorios se consideren necesarios (como extinguidor de fuego, caldera de asfalto, calentador de superficie, brochas para pintar, apisonadoras, etc.); estas herramientas e instrumentos deberán mantenerse en las mejores condiciones de trabajo. Se mantendrán disponibles en todo momento uno o más para la necesaria limpieza de rastrillos y palas. No se permitirá el uso de kerosene ni de aceite para este objeto. Deberá contarse con un número suficiente de telas embreadas, o lonas, para proteger cualquier material que pueda haberse distribuido en los caminos, o en montones no esparcidos, para ser usado cuando se presente cualquier emergencia como lluvias o demoras inevitables.

Balanzas. Las balanzas para pesar los camiones cargados en la planta deberán ser de construcción sólida y también deberán poder transportarse sin perder su precisión. Tendrán capacidad suficiente para pesar la carga bruta máxima que haya sido entregada. Deberán tener una precisión de un medio por ciento de la carga total y una sensibilidad mínima de 5 kilogramos. El Contratista deberá proporcionar, por su cuenta y para tenerse a mano en todo momento, una cantidad no menor de 10 pesas certificadas de 20 kilogramos para verificar las balanzas. A él corresponderá proporcionar cuantas balanzas considere necesarias la DGC.

Plantillas. El uso de plantillas no es obligatorio para esta capa de superficie.

144. Laboratorios de campo. Para cada planta de mezcla bituminosa el Contratista deberá proporcionar un laboratorio de campo de acuerdo con lo especificado o requerido. Los laboratorios de campo a que aquí se hace referencia serán independientes de cualesquiera otros que puedan necesitarse en otras partes. El laboratorio será operado por personal del gobierno.

145. Condiciones atmosféricas. El pavimento de concreto bituminoso sólo será colocado cuando la superficie que deba recibirlo se halle seca, y las condiciones atmosféricas de acuerdo con lo que se indica en el párrafo 8.

146. Preparación del

146. Preparación del agregado. Los agregados gruesos y finos deberán alimentarse por separado dentro del secador, en las proporciones apropiadas y a una velocidad que permita un control correcto y uniforme de la temperatura en las operaciones de calentamiento y desecado. El agregado deberá calentarse antes de entrar a la mezcladora, a la temperatura especificada. Todos los agregados que estén en los depósitos y se hallen a una temperatura que produzca una mezcla que se aparte de los límites prescritos; así como los agregados que contengan demasiada humedad o despidan gases que produzcan "espuma" en la mezcla, deberán eliminarse y sustituirse en sus respectivas pilas de almacenaje.

147. Preparación del cemento asfáltico. El cemento asfáltico deberá ser puesto en la mezcladora a una temperatura entre 120 y 160 grados centígrados. El cemento asfáltico calentado a más de 170 grados centígrados será rechazado.

148. Preparación de las mezclas. El volumen de la carga será determinado por el Residente, basándose en la capacidad promediada de la mezcladora proporcionada por el fabricante o por el contenido cúbico neto de la mezcladora que quede por debajo del centro de los ejes de ésta. El agregado seco, preparado como se describe anteriormente, deberá ser combinado en las cantidades proporcionadas de cada fracción de agregado requerida para ajustarse a la fórmula de la mezcla en la obra. Cuando se use una mezcla por carga, el orden o sucesión en que todos los agregados deben extraerse o pesarse puede variar bajo diferentes condiciones, y dicho orden o sucesión deberá ser determinado por el Residente.

Los agregados deberán mezclarse en seco y en caliente durante un mínimo de quince segundos; el cemento asfáltico deberá agregarse a continuación en una capa uniformemente esparcida sobre la longitud total de la mezcladora. La mezcla deberá continuarse durante cuarenta y cinco segundos por lo menos. El tiempo total de mezcla estará constituido por el intervalo de tiempo que medie entre la apertura de la compuerta de la caja para pesar y la apertura de la compuerta de la mezcladora. El Residente podrá variar el tiempo de duración del mezclado seco y húmedo, pero el tiempo total de la mezcla por ninguna circunstancia deberá ser menor de sesenta segundos.

/Cuando se use el

Cuando se use el sistema de mezcla continua, deberán mezclarse eficientemente los agregados secos antes de añadir el cemento asfáltico. Este se añadirá luego, en una capa extendida uniformemente sobre el ancho total de la mezcladora. La mezcla deberá continuarse durante un período no menor de 30 segundos. El tiempo total de mezcla será la relación de la "carga de la mezcladora" al "número de kilogramos entregados por minuto". El tiempo de la mezcla en seco será el producto de la relación entre la longitud de la mezcladora en seco y la longitud total de la mezcladora, multiplicada por el tiempo total de la mezcla. El residente puede variar la duración de los períodos para las operaciones de mezcla seca y húmeda, pero bajo ninguna circunstancia el tiempo total de la operación deberá ser menor de 45 segundos.

149. Control de temperatura. Las temperaturas de las diferentes mezclas en la planta se mantendrán dentro de los límites establecidos por el Residente para la preparación de la mezcla, pero en ningún caso deberá dicha temperatura exceder de 160 grados centígrados (325° F).

La temperatura de la mezcla al llegar al lugar de la obra donde va a ser utilizada deberá ser la que determine el Residente y mantenerse dentro de los límites de temperatura establecidos para la mezcla, consideradas las pérdidas de calor durante el transporte.

150. Limpieza de la superficie existente. Inmediatamente antes de la llegada de las mezclas destinadas al pavimento, la base, capa de nivelación o el pavimento antiguo, deberán haber quedado perfectamente libres de tierra o materiales extraños. Cualquier clase de sobrantes procedentes de reparaciones, o excedentes de material bituminoso, deberán retirarse de la superficie existente antes del esparcimiento de cualquier mezcla bituminosa.

151. Imprimación o riego de liga. Cuando se coloque concreto asfáltico sobre una superficie que requiera imprimación, la superficie que va a tratarse deberá limpiarse a satisfacción del Residente y recibir la imprimación de acuerdo con lo especificado en la Sección IX "Imprimación". Si la capa de rodadura se coloca sobre una base de arena-asfalto, no se requerirá imprimación, pero deberá aplicarse un riego de liga como se especifica en la Sección X.

/152. Transporte y

152. Transporte y colocación de las mezclas. Las mezclas deberán transportarse a la obra en camiones equipados con recipientes de metal apropiados, limpios y pulidos, previamente rociados con una pequeña cantidad de aceite delgado de motor o aceite de parafina para evitar que la mezcla se pegue a las paredes de dichos recipientes. Cualquier camión donde se observe una pérdida de material excesiva, debida a mala suspensión del vehículo o a otros factores, los camiones donde se observen goteras de aceite de cualquier magnitud, o aquéllos que causen demoras indebidas al transporte, deberán ser retirados de la obra por orden del Residente, o su representante, hasta que se le corrijan los defectos observados.

Todas las mezclas deberán descargarse dentro de las tolvas de las máquinas de esparcimiento, distribución, extensión y acabado y siempre en el centro de las tolvas y teniéndose cuidado de evitar una sobrecarga o que se derrame la mezcla sobre la base.

Con excepción de lo que se especifica más adelante, no deberá despacharse 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.

Cuando sea de vital importancia acelerar la construcción para su más pronta terminación, el Residente podrá permitir que se construya la capa superficial después de las horas de luz diurna, siempre que se cuente con la suficiente iluminación artificial y que el trabajo ejecutado se ajuste en to sentido a los términos y condiciones del contrato y de las especificaciones.

No se extenderá ninguna mezcla cuando la base o capa de apoyo esté mojada u otras circunstancias impidan un eficiente esparcimiento, acabado y compactación.

153. Colocación y acabado. El equipo mecánico para esparcimiento y conformación deberá reunir las condiciones necesarias para dar a las mezclas un acabado de acuerdo con el alineamiento, la rasante y el bombeo que hayan sido prescritos.

Las juntas de construcción transversales y longitudinales deberán hacerse de una manera cuidadosa. Las capas contiguas deben adherirse bien y la junta quedar bien sellada. Las juntas serán colocadas a una altura /adecuada con

adecuada con respecto a construcciones adyacentes para que puedan recibir el máximo de compactación. Cuando se coloque concreto asfáltico en dos o más capas, las juntas longitudinales de las capas sucesivas deberán dejarse apartadas de dos a tres centímetros. La junta longitudinal de la capa final deberá hacerse a lo largo de la línea del centro del pavimento acabado.

Las juntas entre los pavimentos viejos y los nuevos, o las que se deban a días consecutivos de trabajo, se harán de manera que aseguren una unión efectiva y continua entre las mezclas anteriores y las nuevas. Las juntas transversales de construcción con el material ya colocado deberán hacerse cortando nuevamente dicho material, en toda su profundidad, para dejar una cara vertical nueva y reciente. Donde se usen travesaños de madera en las juntas de construcción, podrá omitirse el corte siempre que la junta tenga el espesor especificado. Antes de colocar una mezcla fresca adyacente a una junta cortada, o contra un pavimento anterior, deberá embarrarse la superficie de contacto, o rociarse, con una capa delgada y uniforme del material bituminoso usado en la mezcla.

Las superficies de contacto para bordillos, cunetas, registros de drenaje y estructuras similares deberán también embarrarse con una capa delgada y uniforme del material bituminoso usado en la mezcla. Cerca de las superficies de contacto de las estructuras, la mezcla caliente suelta deberá colocarse a altura suficiente, por encima de la superficie adyacente, para que después de la compactación quede aproximadamente 6 milímetros por encima de los bordes de la estructura.

Inmediatamente después de que cualquier capa haya sido emparejada, y antes de empezar la compactación, todos los desniveles (como los debidos a las acumulaciones de arena gruesa) se eliminarán de la capa terminada y serán sustituidos con material satisfactorio. Las irregularidades del alineamiento y del nivel a lo largo del borde exterior deberán también corregirse agregando o quitando mezcla antes de que se efectúe la compactación de los bordes.

El contratista deberá proporcionar trabajadores competentes que sean capaces de ejecutar el trabajo incidental de correcciones en todas las irregularidades del pavimento, debiendo tenerse un cuidado

/especial

especial en el enderezamiento de los bordes de cada capa inmediatamente después de la compactación inicial a rodillo.

En las zonas —como intersecciones, desviaciones o calzadas— donde no sea posible realizar la construcción por los métodos anteriores, de berán extenderse y acabarse las capas por métodos aceptables de motonivelación o a mano.

154. Compactación. Después de ser esparcida, la mezcla deberá ser compactada eficiente y uniformemente hasta el 95 por ciento de su densidad teórica. Las compactadoras de rodillo que se usen para el trabajo a que este ru bro se refiere, deberán reunir los requisitos anteriormente estipulados para compactadoras tandem. Se proporcionarán tantas compactadoras como se necesiten para obtener el mínimo de horas de compactación a rodillo que aquí se especifican.

Todas las capas serán compactadas a rodillo cuando el material se halle a la temperatura apropiada de compactación por dicho medio y cuando la compactación a rodillo no origine levantamientos o grietas en la capa. La compactación requerida será terminada cuando el material se encuentre a una temperatura a la que pueda asegurarse la compactación apropiada.

Para evitar la adherencia del material bituminoso, las compactadoras se mantendrán humedecidas con agua en el ancho total de los cilindros, y estarán equipadas con depósitos para agua, pero no deberá permitirse que se use agua en exceso.

La compactación se iniciará en los bordes laterales y progresará hacia el centro, salvo en las curvas peraltadas, donde deberá hacerse progresar desde el borde inferior al superior, paralelamente a la línea central de la carretera; también deberán traslaparse las diversas pasadas uniformemente en una dimensión por lo menos igual a la mitad de la amplitud del cilindro. Los viajes alternados de la compactadora deberán terminar en pasos distantes por lo menos un metro de cualquier parada anterior, y dichas paradas deberán regularse procurando evitar que pueda resultar cualquier estancamiento de agua sobre la superficie compactada. El Residente podrá indicar otro procedimiento de compactación, cuando lo considere conveniente. En las zonas inaccesibles para el equipo corriente de compactación a rodillo, o que no puedan ser compactadas debidamente con el equipo corriente de compactación, deberá efectuarse la misma /eficientemente

eficientemente por medio de apisonadores calientes que hayan sido aprobados por el Residente.

155. Hombros. Inmediatamente después de colocarse el pavimento, se construirán hombros de conformidad con los planos y secciones típicas, de manera que en ningún momento quede una cara vertical de pavimento sin soporte y constituya un riesgo para los vehículos en movimiento.

156. Tolerancias para espesor y acabado de la superficie. El pavimento, después de la compactación final, deberá quedar liso y ajustarse a las rasantes y bombeo establecidos. Tendrá el espesor especificado, sin que se admita en ningún punto una disminución mayor de 6 milímetros en el espesor acordado. La superficie acabada no deberá desviarse más de 6 milímetros en la sección transversal, ni en una longitud de 4,50 metros, medidos longitudinalmente.

Las prominencias, depresiones y otros defectos se remediarán inmediatamente recortando o rellenando la capa de pavimento en dichas zonas y sustituyéndola con mezcla fresca y caliente que será compactada inmediatamente para igualarla con las zonas adyacentes, para que se una eficiente y satisfactoriamente con ellas.

157. Muestreo del pavimento. Para la determinación de la compactación y densidad del pavimento, el Residente tomará muestras mediante sondeos a intervalos no mayores de 200 metros. Los resultados de tales pruebas de densidad estarán a la disposición del Contratista.

158. Medida. La medida se hará por el número de metros cuadrados de pavimento de concreto asfáltico construido, y como se indica en el párrafo 5.

Pago. Se pagará por el número de metros cuadrados medidos como se ha indicado, al precio de contrato aplicable, todo como se explica en el párrafo 6.

XVIII. PAVIMENTO DE CONCRETO CEMENTO PORTLAND

159. Es un tipo de pavimento de alta calidad, sólo recomendable para tramos de carretera donde ya existan intensidades considerables de tránsito, al nivel por lo menos, de tres a cuatro mil vehículos por día.

Necesita, como todos los demás tipos de pavimento, ser construída sobre una buena base porque, de no hacerse así, se rompería y desbarataría como cualquier otro pavimento mal construído. Además, hay que tomar precauciones para evitar la formación de lodo en la base e impedir el fenómeno del bombeo que puede desbaratarlo muy rápidamente. Una capa de suelo estabilizado con un pequeño porcentaje de cemento, inmediatamente por debajo de las placas de concreto, es el método más moderno a que se está recurriendo para combatir el bombeo. También se puede usar una capa de macadam hidráulico, en vez de la capa de arena que se usaba primitivamente, por estar demostrado que ésta acortaba la vida útil de este tipo de pavimento sin proporcionar de manera satisfactoria el drenaje que trataba de conseguirse al colocarla. La arena es arrastrada por el agua, deja las placas sin apoyo y por eso se rompen prematuramente.

Los pavimentos de concreto no pueden ser construídos en varias etapas, de manera progresiva, hay que construirlos desde un principio con las características finales que van a tener durante toda su vida útil.

Los gastos de mantenimiento de ese tipo de pavimento son casi nulos cuando no hay rotura de placas; pero cuando se rompen, los gastos resultan altísimos porque hay que rehacer totalmente las placas rotas, y subsanar la causa a que se debieron las roturas mejorando la base, o el drenaje, o impidiendo de una manera efectiva la formación de lodo por debajo de las placas. Se conocen varios métodos para conservar en forma provisional las placas rotas, pero ninguno de ellos es enteramente satisfactorio. Cuando se logran sujetar firmemente los pedazos de placas rotas en sus posiciones y no se desea rehacer todo el pavimento, algunas veces resulta bien recubrirlas con una carpeta asfáltica.

El empleo de pavimentos de concreto en las calles tiene el inconveniente de que esos pavimentos son difíciles y caros de recortar y recomponer cuando se necesita colocar cañerías u otros conductos subterráneos bajo las calles.

160. El pavimento

160. El pavimento deberá ser construido de concreto Clase A que reúna los requisitos exigidos en estas especificaciones. Deberá ser colocado sobre una base preparada de conformidad con los requisitos que aquí se especifican y de acuerdo con las dimensiones, líneas, y pendientes señaladas en los planos o por el Residente.

La preparación de la base sobre la cual haya de colocarse el pavimento de concreto, deberá hacerse de acuerdo con estas especificaciones. La base terminada, deberá ser revisada para eliminar desigualdades y cuanto exceda de las tolerancias permitidas, rectificándose los errores a satisfacción. También deberán tomarse medidas a intervalos adecuados transversales, y longitudinalmente, para comprobar el espesor del pavimento construido, por lo menos cada cien metros.

Donde se haya colocado el pavimento de mayor grosor, debido a una inevitable construcción de base baja, se le pagará al Contratista -- por el concreto adicional colocado, al precio de contrato por metro cúbico de pavimento de concreto-- hasta un aumento de 2 cm en espesor como máximo sobre la sección transversal proyectada, pero en ningún caso se tomará en cuenta un aumento de espesor mayor cuando se determine la cantidad global de concreto que va a ser pagada. Si se permite la colocación de pavimento de concreto sobre una base alta, el concreto de menos dejado de emplear será deducido de las cantidades teóricas que deban pagarse.

161. Formaletas. Se usarán exclusivamente formaletas de metal de un peso no menor de 15 Kg por metro lineal. Serán de una sección y deberán tener la rigidez necesaria, a lo largo de la formaleta y en las conexiones de enlace con las formaletas contiguas, para evitar que se deformen bajo el peso del equipo de pavimentación o la presión del concreto al ser colocado. La altura de las formaletas será igual al espesor especificado para las orillas del pavimento y el ancho de su base no deberá ser menor de 20 cm. El Contratista deberá disponer de formaletas suficientes para evitar demoras en la colocación del pavimento, debidas a falta de las mismas.

Antes de que se coloquen las formaletas, el material subyacente será excavado al nivel apropiado y deberá quedar duro y compacto. Las formaletas se apoyarán totalmente sobre la cimentación en todo su largo y

/deberán

deberán ser colocadas exactamente al nivel y alineamiento señalados para el bor de del pavimento terminado. Deberán quedar apoyadas de manera que impida que se desvíen verticalmente más de 1 cm del alineamiento correcto durante toda la operación de colocación, apisonamiento y acabado del pavimento.

La desviación máxima tolerada de la parte alta de la superficie de cualquier sección de formaletas, no podrá exceder de 3 milímetros con respecto a una superficie plana, paralela a la rasante, ni de 6 milímetros la cara interior, con respecto a una superficie plana vertical. Los agujeros de las estacas y los dispositivos de traba deberán hacerse en debida forma para evitar cualquier desviación de las formaletas.

El método de conexión entre las secciones deberá hacerse procurando que las juntas así formadas no sufran desviación vertical mayor de 3 milímetros, ni horizontal mayor de 6 milímetros. Las formaletas se colocarán con una junta de dilatación de 6 milímetros entre las diferentes secciones. Cada formaleta deberá probarse frecuentemente en toda su longitud y si no se ajustare a los requisitos anteriormente indicados será rechazada y retirada de la obra.

Las formaletas deberán ser rectas, sin torceduras, ni defectos de ninguna clase. Si resultaran defectuosas en cualquier forma, serán retiradas de la obra. Las formaletas que hayan sido reparadas no podrán utilizarse hasta que hayan sido inspeccionadas y aprobadas por el Residente, o su representante.

Las formaletas, antes de colocar el pavimento, se limpiarán y aceitarán totalmente, cada vez que se usen. Las formaletas deberán fijarse firmemente por medio de estacas de acero con una separación no mayor de 1,50 metros

En las proximidades del lugar donde se esté colocando el pavimento, trabajadores experimentados deberán colocar las formaletas con la alineación y pendiente requeridas, en todo el tramo que pueda pavimentarse en un día. Si en cualquier momento las formaletas perdieran la alineación exigida, o la pendiente, o se soltaran, el Residente tendrá autoridad bastante para ordenar suspender el trabajo hasta que el error sea corregido.

Las formaletas no deberán colocarse avanzadas al lugar donde se esté pavimentando en una distancia mayor a la necesaria para evitar retrasos en

/las operaciones

las operaciones de pavimentación, y deberán dejarse en su lugar hasta que la orilla del pavimento no requiera la protección de las formaletas, pero en ningún caso se quitarán antes de transcurridas 24 horas de colocado el concreto.

162. Colocación del concreto. Todo el concreto que se utilice deberá ser recién preparado, prohibiéndose el aprovechamiento de cualquier concreto que haya fraguado parcialmente. No deberá ser colocado cuando lleve más de media hora de mezclado. Cualquier mezcla para colar en la que se hallen en indebida proporción los materiales, tenga exceso o falta de agua, o carezca de la consistencia adecuada al salir de la mezcladora, se desechará para el colado del pavimento.

El concreto será colocado sobre la base de manera uniforme y que requiera el mínimo de manejo o redistribución adicional. Deberá ser vertido con espesor suficiente para proporcionar el excedente adecuado para las subsiguientes operaciones de acabado. El concreto no deberá ser volteado ni descargado directamente sobre una junta o contra ella.

Las tandas sucesivas de concreto irán siendo depositadas al espesor requerido, en el ancho total entre las formaletas, e interrumpiéndose únicamente en las juntas transversales requeridas. Las mezcladoras usadas deben ser de tipo que asegure una distribución uniforme de los materiales en toda la mezcla. Serán rotativas con capacidad mínima para mezclar una bolsa de cemento en cada tanda, a una velocidad comprendida entre 18 y 25 revoluciones por minuto. Estarán provistas de equipo para dosificar correctamente todos los materiales, incluso el agua.

La primera tanda que se ponga por la mañana, o después de suspensiones prolongadas durante el día, deberá ser preparada con menos agregado grueso porque parte del mortero de esa tanda habrá de quedar en el tambor de la mezcladora y el empleo de la cantidad normal de agregado grueso puede causar cavidades o ratonerías.

Los trabajadores no deberán permitir que caiga polvo o lodo en el concreto, ni se deberá rociar con agua la subrasante de manera que el lodo caiga en la orilla expuesta de la losa. Las huellas de pisadas hechas en el concreto después de aplanado, deberán eliminarse con una pala y rellenarse con concreto las depresiones formadas.

/Todas las

Todas las instalaciones de las juntas de construcción y de las transversales de dilatación deberán ser totalmente respaldadas con concreto fresco colocado a mano, antes de extender el de la mezcladora. Inmediatamente después de que el concreto de la mezcladora haya sido depositado, éste, y el concreto colocado a mano, serán revueltos con azadones o con apisonadores especiales. Siempre que sea necesario detener la mezcladora por más de 30 minutos, se podrá recurrir a la mezcla a mano si es necesario y se hará una junta transversal de construcción. Cuando el funcionamiento de la mezcladora se detenga por un período más breve, el concreto nuevo y el anterior deberán revolverse. Ninguna clase de junta deberá ponerse a través del pavimento en lugar distinto a los prescritos para las juntas proyectadas como están en los planos. Los trabajos de concreto serán protegidos adecuadamente en todas direcciones, por medio de barreras o barricadas, evitándose toda clase de tránsito.

163. Juntas. Las juntas que se colocan en el pavimento serán denominadas como sigue: a) longitudinales y transversales de construcción, b) de dilatación y c) de contracción. Las de contracción serán denominadas de aquí en adelante juntas premoldeadas, aserradas o falsas.

A menos que se especifique otra cosa en los planos o por el Residante, las juntas de contracción podrán ser construidas por el método de las juntas premoldeadas o por el de juntas aserradas, a elección del Contratista. Las demás juntas deberán construirse como se indique en los planos y de acuerdo con las estipulaciones que van a continuación.

Todas las juntas transversales deben quedar perpendiculares a la línea central del pavimento y las caras de todas las juntas, transversales y longitudinales, deberán ser perpendiculares a la superficie del pavimento.

a) Juntas de construcción longitudinales y transversales. Las juntas de construcción longitudinales y transversales, serán hechas colocando concreto en un lado de la junta propuesta y dejándolo fraguar antes de colocar el concreto en el otro lado. Las juntas de construcción longitudinales y transversales deberán quedar encajadas entre sí como se indica en los planos e irán unidas por dispositivos que pueden consistir en pernos de unión o barras de acero de refuerzo. A menos que se especifique otra cosa, se le permitirá al Contratista escoger entre la instalación de pernos de unión o de barras de acero.

/Si se usaren

Si se usaren barras de acero y se doblaren para fines de trabajo, no deberán quedar desviadas más de 6 milímetros de una línea recta cuando se enderecen..

Si se usa unión, la misma deberá consistir en dos pernos de maquinaria conectados por medio de un cople de rosca que deberá ser suministrado, sujeto e instalado de acuerdo con los detalles indicados en los planos y con lo que aquí se especifica. El acero para los pernos de unión deberá llenar los requisitos normalmente exigidos para ese tipo de material. Los coples deben ser fabricados de acero de fundición gris, o de hierro fundido, de acuerdo con lo que exija la DGC. Los pernos de unión deberán ser atornillados en los coples hasta que sus extremos queden en contacto.

b) Juntas de contracción. Deberán ser construídas de manera que formen una ranura transversal en el pavimento; en dicho lugar se instalarán fajas llenadoras premoldeadas de los materiales que se indiquen en los planos y se especifican en esta sección.

Estas fajas llenadoras deberán mantener el alineamiento y la pendiente exactos, y deberán quedar a una altura no mayor de 6 milímetros bajo la superficie del pavimento.

Las fajas llenadoras premoldeadas solo serán usadas cuando las apruebe el Residente. Cada faja deberá suministrarse en una sola pieza y no se permitirá empalmarlas. Cualquier faja dañada durante su instalación, o durante las operaciones de acabado del pavimento, será sustituida por otra en buen estado.

Las fajas llenadoras deberán ser de un ancho no menor de 4,50 ni mayor de 5 cm y tendrán la longitud suficiente para abarcar todo el ancho del pavimento menos 1,50 cm. El grueso de las fajas no deberá exceder de 6 milímetros y deberá ser uniforme dentro de un margen de error admisible de 10 por ciento como máximo.

Las fajas llenadoras deberán tener la rigidez suficiente para impedir que se desvien fácilmente de la línea correcta durante las operaciones de instalación y acabado. El Residente puede prohibir el uso de cualquier material llenador que en su opinión no produzca una junta satisfactoria con los métodos empleados por el Contratista.

/A continuación

A continuación de la primera pasada del equipo seleccionado para el acabado del pavimento, la ranura de la junta deberá hacerse por medio de una cortadora de hierro "T" con una cuchilla de por lo menos 5 cm de alto. Entonces se colocará la faja llenadora en la ranura por medio de un dispositivo metálico de instalación. Los extremos del dispositivo de instalación estarán equipados con un calibrador ajustable, y descansarán sobre las formaletas laterales para regular la profundidad de la faja cuando esté colocada. El dispositivo de instalación debe ser lo suficientemente rígido para mantener la faja en su posición exacta y su espesor total no deberá ser mayor del necesario para instalar y soltar la faja fácilmente. Después de retirar el dispositivo de instalación, las ranuras que hayan quedado en los lugares de su apoyo deberán ser rellenadas con mortero cortado de las deformaciones levantadas por el cortador de hierro en "T", antes de realizar cualquier operación con el equipo de acabado sobre la junta.

Después de retirar las formaletas laterales, deberá eliminarse cualquier cantidad de concreto que se haya vertido alrededor de los extremos de las fajas llenadoras.

c) Juntas aserradas. Las juntas aserradas se formarán cortando una ranura en el pavimento con una sierra para concreto accionada por un motor. Las ranuras se cortarán a una profundidad mínima de 4 cm y su ancho deberá ser el mínimo que permita el tipo de sierra que se utilice, no excediendo en ningún caso de 6 milímetros.

Las juntas falsas aserradas en el carril inicial de concreto, hechas a intervalos de 20 m, así como la primera junta que siga inmediatamente después de la junta transversal de construcción, deberán ser aserradas aproximadamente ocho horas después de que el concreto haya quedado colocado. Las juntas falsas aserradas a 10 metros de intervalo deberán cortarse cuando hayan transcurrido 24 horas de puesto el concreto; las demás juntas falsas podrán ser aserradas cuando el Contratista lo desee.

En los subsiguientes carriles de concreto, las juntas opuestas a las que fueron abiertas en el carril inicial, deberán ser aserradas aproximadamente 8 horas después de que el concreto haya quedado colocado.

Si el pavimento se cura por medio de un sello, cualquier porción del sello que resulte alterada a causa de las operaciones de aserrado deberá restaurarse por el Contratista, esparciendo sobre las zonas afectadas un sello de curado adicional. El Contratista mantendrá en forma permanente una sierra accionada por motor, en el lugar del proyecto, cuando se estén llevando a cabo las operaciones de pavimentación de concreto.

d) Juntas transversales de dilatación. Las juntas transversales de dilatación se harán en los extremos de los puentes y alcantarillas conforme se indica en los planos y como aquí se especifica.

Las juntas transversales de dilatación serán hechas por medio de fajas de relleno que reúnan los requisitos de estas especificaciones y se coloquen como aquí se especifica y se indica en los planos. Las fajas de relleno serán mantenidas firmemente en su posición por medio de sujetiones metálicas y soportes en los extremos, de un tipo aprobado. Los soportes de los extremos serán mantenidos en su posición por medios adecuados y se dejarán en el lugar después de la terminación del pavimento.

Las sujetiones metálicas serán fabricadas con láminas de acero de calibre no menor del No. 16. Deberán tener forma de canal profundo con sus orillas extendiéndose a ambos lados de la faja hasta una profundidad no menor de 10 cm. Deberán ser ranuradas y cortadas como convenga para permitir que el concreto se ponga en contacto con la faja a intervalos próximos. Los extremos de las sujetiones deben ser abiertos para permitir la colocación de los soportes extremos.

Durante la colocación y apisonado del concreto, las sujetiones de la junta y los soportes extremos se asegurarán de manera que garantice la inmovilidad de la faja llenadora y mantenga la orilla superior de la misma aproximadamente un centímetro por debajo de la superficie del pavimento terminado. Después de que el concreto haya sido colocado y se haya terminado el apisonado, la sujetión metálica puede ser retirada y sustituida por un canal metálico poco profundo, que deberá ajustarse convenientemente sobre la orilla superior de la faja llenadora y se dejará en su lugar hasta que se haga el acabado de la junta con herramienta.

/La faja

La faja llenadora debe extenderse a todo el ancho del pavimento menos un centímetro; después de quitar las formaletas laterales deberá retirarse cualquier concreto que haya refluído alrededor de los extremos de la faja llenadora.

164. Refuerzo. El pavimento de concreto se reforzará en los extremos de los puentes y de las alcantarillas, sobre las alcantarillas que estén colocadas inmediatamente bajo el camino, y donde las condiciones de la base sean inestables, como se indique en los planos o se ordene por el Residente, y de acuerdo con estas especificaciones.

El tipo de refuerzo (barras o malla) que deba ponerse, deberá estar indicado en los planos o serlo por el Residente y, en caso de no figurar, deberá consistir en barras de refuerzo.

Si son barras de refuerzo, deberán mantenerse exacta y firmemente en su posición durante la colocación y vibrado del concreto, evitando que se tuerzan por medio de dispositivos de soporte aprobados, que se dejarán en el lugar. Los soportes deberán ser fabricados expresamente para este propósito y cada uno deberá ser capaz de soportar una carga vertical de 100 Kg. No se deberán usar soportes que no hayan sido previamente aprobados por el Residente.

Si se va a usar malla de refuerzo, ésta debe ser colocada sobre una capa de concreto previamente depositada y nivelada a la altura conveniente. Después de que la malla haya sido colocada se esparcirá el resto del concreto. El intervalo de tiempo entre el esparcimiento de las dos capas de concreto se dejará a criterio del Residente pero nunca será mayor del que se necesite para colocar una sección de malla de refuerzo.

165. Apisonado. El concreto deberá ser distribuido uniformemente entre las formaletas laterales tan pronto como sea vertido. Se utilizará para ello un distribuidor mecánico de concreto, de un tipo aprobado por el Residente. Seguidamente el pavimento de concreto deberá ser apisonado por medio de una máquina apisonadora, amasadora, y acabadora de la superficie. Una de las máquinas deberá ser de un tipo capaz de llevar a cabo las dos operaciones, la de amasado y la de apisonamiento.

La máquina distribuidora, o la apisonadora automática, deberán estar equipadas con un sistema vibrador de concreto, aprobado. Los vibradores

internos deberán usarse cuando se coloque el concreto adyacente a las orillas longitudinales del pavimento. Los vibradores no deberán apoyarse en las formaletas.

Cuando el concreto vaya a colocarse adyacente a un pavimento existente, todo el equipo de preparación de la base, el de extendido y el de acabado del concreto que vaya a operar sobre el pavimento existente, deberá equiparse con llantas neumáticas o de caucho que se cuidará pasen a una distancia suficiente de las orillas del pavimento, para evitar destrucciones.

Cuando el pavimento de concreto vaya a ser colocado alrededor de pozos de visita, pozos de inspección o tragantes, o adyacentes a ellos, dichas estructuras no se construirán hasta su altura definitiva antes de que el pavimento de concreto haya sido construido.

Salvo en los casos que se indican más adelante, el Contratista deberá suministrar por lo menos una máquina apisonadora, amasadora y acabadora y un distribuidor mecánico de concreto, fabricado con posterioridad al año 1940. Las máquinas no deberán ser usadas a una capacidad que exceda la asignada. No se requerirán máquinas apisonadoras en la construcción de fajas de pavimento menores de 3 metros de ancho. Las operaciones de apisonado o amasado deberán dejar un pavimento satisfactorio de superficie lisa y uniforme, con la pendiente indicada, de acuerdo con la sección transversal y libre de agujeros e irregularidades. Durante todo el proceso de apisonado y acabado del concreto, cualquier desarreglo de las formaletas será justificación suficiente para suspender el colado hasta que se corrija el error.

Donde se permita el apisonado a mano, se dará al concreto la pendiente y forma requeridas por medio de un apisonador manual de madera consistente en un tablón pesado cuya longitud exceda del ancho del pavimento en 30 cm, o por unidades de vibración que cubran todo el ancho del esparcido. El apisonador deberá ser construido de modo que tenga rigidez y que no se tuerza; deberá rematarse con una lámina metálica gruesa por la cara del apisonamiento.

/Al apisonador

Al apisonador manual de madera se le dará un movimiento combinado, vertical y longitudinal, levantándolo desde las formaletas y dejándolo caer de manera que el concreto quede eficazmente compactado y apisonado. Un excedente de concreto deberá ir quedando delante del apisonador, y el apisonamiento deberá prolongarse hasta que se obtenga la sección transversal convenida y el mortero fluya ligeramente hacia la superficie.

En pendientes mayores del 5 por ciento, donde se permita el apisonamiento manual, se utilizará además un apisonador ligero de la misma forma que el anterior que deberá ir completando el trabajo de aquel, entre 7 y 16 metros tras él, y deberá usarse en la misma forma para ir haciendo desaparecer las ondulaciones causadas por el escurrimiento del concreto. Cuando se permita el apisonamiento manual, deberán suministrarse, para una producción mayor de 30 metros cúbicos por hora, por lo menos dos apisonadores, y, después de que el concreto haya quedado compactado, deberá alisarse la superficie con una alisadora de madera, donde el Residente lo considere preciso.

166. Acabado. a) Generalidades. Salvo cuando el Contratista coloque instalaciones de alumbrado aprobadas, el colado del pavimento de concreto deberá interrumpirse con el tiempo necesario para que las operaciones de acabado puedan concluirse durante las horas de luz diurna. Los trabajadores de acabado y alisado deberán continuar trabajando después de que se hayan suspendido las operaciones de mezcla, durante el tiempo suficiente para terminar el acabado del pavimento.

Si en el concreto recién puesto se observaren agrietamientos pequeños antes de que haya fraguado totalmente, el Contratista tomará las providencias inmediatas para remediarlas. Los pavimentos que presenten una cantidad excesiva de agrietamientos, deberán ser retirados y repuestos por el Contratista, a su costa.

Después de que se haya terminado el apisonado mecánico y mientras el mortero permanezca maleable, se le deberá dar al concreto un acabado preliminar por cualquiera de los métodos de los párrafos b) o c) siguientes, y seguidamente se efectuará el acabado final.

b) Flotado a máquina acabadora. La superficie del concreto deberá recibir un acabado liso y ser moldeada a su pendiente definitiva por medio

/de una máquina

de una máquina acabadora compuesta de una combinación de escantillón transversal y un acabador longitudinal accionado por motor y suspendido de una armadura rígida. La armadura deberá descansar sobre cuatro ruedas o más que corran sobre las formaletas laterales.

La máquina acabadora deberá ser aprobada por el Residente antes de ser utilizada, y si, después de haberse puesto en servicio, no proporcionare resultados satisfactorios, a juicio del Residente, se retirará y el pavimento deberá ser acabado por métodos manuales, en la forma que se indica a continuación.

c) Acabado manual. La superficie del pavimento de concreto deberá recibir un acabado liso, y conformarse a su pendiente definitiva con dos acabadores de madera sólidamente contruidos. Los tabloncillos acabadores deberán tener tornillos de ajuste vertical a no más de 60 cm del centro para asegurar en todo momento, una superficie correcta y plana en la parte inferior. Cada acabador deberá ser operado desde fuera del pavimento y paralelamente a la línea central del pavimento por medio de un mango largo. La orilla del acabador será utilizada para recortar todas las zonas salientes y el material así retirado será colocado en las depresiones y tratado con el acabador, hasta obtener una superficie correcta. Cada pasada sucesiva del acabador deberá traslaparse con la anterior, y, después el acabador será retirado de nuevo hacia atrás para igualar cualquier desnivel que haya podido producirse entre dos pasadas.

Los dos acabadores deberán ser operados tan detrás de la apisonadora como lo permita la maleabilidad del concreto. Además de los dos acabadores mencionados, deberá contarse permanentemente por lo menos con un acabador de repuesto en buenas condiciones en la obra.

d) Verificación con escantillón. Efectuado el acabado y eliminado el exceso de agua, cuando el concreto todavía siga maleable deberá comprobarse la conformación de la superficie de la losa con un escantillón. Para este propósito, el Contratista deberá suministrar y utilizar un escantillón exacto de aleación de aluminio, de tres metros de largo que deberá estar suspendido de unos soportes cuya longitud exceda en 1 metro a la de la mitad del ancho de la losa.

El escantillón deberá irse colocando en posiciones sucesivas paralelas a la línea central del camino, en contacto con la superficie, y se pasará sobre toda la losa de un extremo a otro, como convenga. El avance a lo largo de la losa se hará en etapas sucesivas, a distancias no mayores de la mitad del largo del escantillón. Cualquier depresión que se localice deberá ser inmediatamente rellena de concreto recién mezclado, emparejada, consolidada y acabada. La verificación con el escantillón y el reajuste con la acabadora deberán continuar hasta que toda la superficie quede libre de desniveles apreciables con el escantillón y la losa adquiera la pendiente y el contorno requeridos; o hasta que no aparezcan desniveles mayores de 5 milímetros bajo el escantillón de 3 metros de largo.

e) Acabado final. Cuando el concreto se haya endurecido lo suficiente, deberá dársele a la superficie un acabado con una escoba de un tipo aprobado. Las pasadas de la escoba deberán hacerse en ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la losa, de orilla a orilla, con las pasadas adyacentes ligeramente traslapadas, y de manera que se pase la escoba sin penetrar en el concreto pero de manera que produzca un estriado regular de no más de 5 milímetros de profundidad. La superficie así refinada deberá quedar libre de zonas porosas, irregularidades, depresiones y pequeños baches o zonas rugosas que pueden producirse accidentalmente durante el barrido final, así como de partículas de agregado grueso incrustadas en la superficie. Las orillas del pavimento y las juntas transversales de dilatación, las juntas de construcción y las juntas adyacentes a un pavimento existente, deberán ser redondeadas en un radio de 6 milímetros y con una herramienta especial para hacer orillas.

167. Curado de pavimentos de concreto. a) Generalidades. Después de concluirse las operaciones de acabado y tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para permitir la colocación de la cubierta sin que se dañe la superficie, se principiará el curado preliminar como se especifica a continuación.

En todos los casos en que se requiera el uso de agua, el curado tendrá derecho de prioridad sobre todas las fuentes de abastecimiento de agua. En ningún tiempo deberá colocarse más concreto del que pueda cubrirse inmediata y adecuadamente. La falta de material suficiente de cubierta o del agua

/suficiente

