

Especificaciones de construcción de afirmados, bases, subbases y pavimentos
asfálticos para carreteras – Una comparación entre Colombia y México.



Angie Tatiana Daza Acevedo
Sebastián Felipe Rodríguez Machuca

Trabajo dirigido

Asesor o director:

Ing. Sandra Ximena Campagnoli Martínez

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Decanatura de Ingeniería Civil
Bogotá D.C., Colombia, Octubre de 2018

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	OBJETIVO GENERAL, ESPECIFICOS	8
2.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS-.....	8
4.	RESUMEN EJECUTIVO.....	10
5.	MARCO TEORICO, MARCO REFERENCIAL	12
6.	CUERPO DEL TRABAJO	12
6.1.	ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN PARA MÉXICO:.....	12
6.1.1.	OBJETIVOS.....	12
6.1.2.	GENERALIDADES.....	13
6.1.3.	TIPOS DE PUBLICACIONES	15
6.1.4.	PRESENTACIÓN DE LA NORMATIVA.....	16
6.1.5.	DESIGNACIÓN.....	16
6.1.6.	LIBROS.....	16
6.1.6.1.	INT-INTRODUCCIÓN	17
6.1.6.2.	LEG-LEGISLACIÓN	17
6.1.6.3.	PLN. PLANEACIÓN	19
6.1.6.4.	DRV. DERECHO DE VÍA Y ZONAS ALEDAÑAS.....	19
6.1.6.5.	PRY. PROYECTO	19
6.1.6.6.	CTR. CONSTRUCCIÓN	20
6.1.6.7.	CSV. CONSERVACIÓN	21
6.1.6.8.	OPR. OPERACIÓN	21
6.1.6.9.	CAL. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	22
6.1.6.10.	CMT. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.....	22
6.1.6.11.	EIP. CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS Y SITEMAS DE INSTALACIÓN PERMANENTE	22
6.1.6.12.	MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES.....	22
6.1.7.	TEMAS.....	23
6.1.8.	MANUALES Y MÉTODOS.....	24
6.2.	ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN PARA COLOMBIA:.....	31
6.2.1.	OBJETIVOS	31
6.2.2.	GENERALIDADES.....	32
6.2.3.	PRESENTACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES	33
6.2.4.	DESIGNACIÓN.....	35
7.	DESARROLLO DE EQUIVALENCIAS.	46

7.1. EQUIVALENCIAS CAPÍTULO 3.....	46
7.2. EQUIVALENCIAS CAPÍTULO 4.....	69
8. COMPARACIÓN DE ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES.....	112
9. MEZCLAS TIBIAS.....	209
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	210
11. BIBLIOGRAFÍA.....	213

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de la normativa para la infraestructura del transporte de la SCT.....	13
Figura 2. Interfaz inicial https://normas.imt.mx/	13
Figura 3. Opciones por filtro del portal NIT-SCT.....	14
Figura 4. Libros de búsqueda del portal NIT-SCT.....	14
Figura 5. Presentación de la normativa SCT.....	16
<i>Figura 6 Definición de obra pública y de servicios relacionados con las mismas de la SCT.</i>	18
Figura 7. Norma de la SCT.	18
Figura 8. Temas referentes a los modos de transporte según la SCT.....	23
Figura 9. Contenido de los artículos INVIAS.....	35
Figura 10. Descripción detallada del contenido de los artículos del capítulo 3.....	36
Figura 11. Descripción detallada del contenido de los artículos capítulo 3.....	37
Figura 12. Descripción detallada del contenido de los artículos capítulo 4.....	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de publicaciones según el SCT.	15
Tabla 2. Libros de la SCT.....	17
Tabla 3. Objetivos de las especificaciones generales de construcción de carreteras.	31
Tabla 4. Secciones de especificaciones generales de construcción de carreteras.	32
Tabla 5. Descripción de los capítulos de las especificaciones generales de construcción de carreteras	34

LISTA DE GRÁFICAS.

Gráfica 1. Comparación granulometría sub-base granular.	116
Gráfica 2. Comparación granulometría base granular.....	122
Gráfica 3. Comparación granulometría base estabilizada con emulsión asfáltica.	129
Gráfica 4. Comparación granulometría suelo cemento granular.....	137
Gráfica 5. Comparación granulometría Base tratada con cemento.....	145
Gráfica 6. Comparación granulometría lechada asfáltica.....	174

ABREVIACIONES

IMT: Instituto Mexicano del transporte.
SCT: Secretaria de Comunicación y Transportes de la Republica de México.
NIT-SCT: Normativa para la infraestructura del transporte.
CAR: Carreteras
PUE: Puertos
INT: Introducción.
LEG: Legislación.
PLN: Planeación.
DRV: Derecho de vía y zonas aledañas.
PRY: Proyecto.
CTR: Construcción.
CSV: Conservación.
OPR: Operación.
CAL: Control y aseguramiento.
CMT: Características de los materiales.
EIP: Características de los equipos y sistemas de instalación permanente.
MMP: Métodos de muestreo y prueba de materiales.
BG: Base granular.
SBG: Subbase granular.
BEE: Base estabilizada con emulsión asfáltica.
LL: Limite líquido.
IP: Índice de plasticidad.
EA: Equivalente de arena.
CBR: California Bearing Ratio.
CPO: Cemento Portland ordinario.
ASTM: American Society of Testing Materials
Art: Artículo.
PU: Precio unitario.
IRI: International Roughness Index
LOPSRM: Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
RLOPSRM: Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
AASHTO: American Association of State Highway and Transportation.

DICCIONARIO DE TERMINOS.

Ensaye: Ensayo.

Factor de abundamiento: Hace referencia al factor de expansión de tierras.

Malla: Tamiz.

Roderas: ahuellamiento.

Terracerías: Es una capa que hace parte del pavimento hecha para que la carretera cumpla con un nivel. Esta soporta la subbase y puede estar compuesta por subrasante, subyacente y terraplén.

Tepetate: Capa terrestre caliza y dura que se emplea en revestimientos de carreteras.

Lajeadas: aplanadas.

Corazones: probetas.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la descripción de la información presentada por La Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT), de México y del Instituto Nacional de Vías de Colombia, INVIAS, tanto para normativas como especificaciones, enfatizándose en la última debido a que se busca realizar una comparaciones entre ciertas especificaciones del capítulo 3 y 4 del INVIAS, lo anterior con el objeto de obtener una visión amplia y hacer la correcta comparación de los procesos y requerimientos de materiales, equipos, ejecución en obra, parámetros de calidad, recomendaciones y pagos por concepto de trabajo de afirmados y mezclas asfálticas en los citados países.

2. OBJETIVO GENERAL, ESPECIFICOS

Comparar de manera general las especificaciones para carreteras de Colombia con las de México y en particular las especificaciones contenidas en los Capítulos 3 y 4 del Ministerio de Transporte - Instituto Nacional de Vías de Colombia con sus equivalentes del Instituto Mexicano del transporte de la república de México.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS-

2.1.1. Comparar las especificaciones dadas por Instituto Nacional de Vías para Colombia, presentadas en el capítulo 3 donde se describen las disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases y bases granulares y estabilizada, los artículos a evaluar son:

- ART.300 Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbase y bases granulares y estabilizadas
- ART.310 Conformación de la calzada existente
- ART.311 Afirmado
- ART.312 Tratamiento paliativo del polvo en afirmados
- ART. 320 Sub-base granular
- ART. 330 Base granular
- ART. 340 Base estabilizada con emulsión asfáltica
- ART. 350 Suelo- cemento
- ART. 351 Base tratada con cemento

2.1.2. Comparar las especificaciones dadas por Instituto Nacional de Vías para Colombia, presentadas en el capítulo 4 donde se describen las disposiciones que son generales a los trabajos de imprimación, riegos de liga y de curado; tratamientos superficiales, sellos de arena- asfalto y lechadas asfálticas; bases, capas de mezcla asfáltica, bacheos asfálticos en frío y en caliente y reciclados con productos bituminosos, los artículos a evaluar son:

- ART. 420 Riego de imprimación
- ART. 421 Riego de liga
- ART. 422 Riego de curado
- ART. 430 Tratamiento superficial simple
- ART. 431 Tratamiento superficial doble
- ART. 432 Sello de arena - asfalto
- ART. 433 Lechada asfáltica
- ART. 440 Mezcla densa en frío
- ART. 441 Mezcla abierta en frío
- ART. 450 Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (concreto asfáltico)
- ART.452 Mezcla discontinua en caliente para capa de rodadura (microaglomerado en caliente)

- ART. 460 Fresado de pavimento asfáltico
- ART. 461 Reciclado de pavimento asfáltico en frío en el lugar empleando ligantes bituminosos
- ART. 462 Reciclado de pavimento asfáltico en planta y en caliente
- ART. 464 Geotextiles para repavimentación

2.1.3. Verificar si hay especificaciones referentes a mezclas tibias y evidenciar como se presentan en Instituto Mexicano del transporte.

3. RESUMEN

Las especificaciones generales de construcción de carreteras en Colombia presentan los requisitos que deben cumplir los materiales, entre ellos los agregados, las mezclas asfálticas y los tratamientos superficiales, y los equipos a utilizar junto con la ejecución de los trabajos para obtener una adecuada calidad y servicio de la estructura de pavimento durante el tiempo para el cual fue diseñada. Cada país presenta los requisitos de materiales y demás equipos y actividades de construcción a partir de la disponibilidad de maquinaria, mano de obra, así como de criterios, muchos de ellos empíricos. Teniendo en cuenta los desarrollos logrados en esta materia por la Secretaria de Comunicaciones y transporte conjuntamente con el Instituto Mexicano del transporte de la república de México, se pretende en este estudio realizar una comparación entre las especificaciones relativas a los pavimentos asfálticos del citado país con las colombianas.

4. RESUMEN EJECUTIVO.

El proyecto “Especificaciones de construcción de afirmados, bases, subbases y pavimentos asfálticos para carreteras – Una comparación entre Colombia y México” busca evaluar concordancias entre ambas normativas, investigando y presentando un panorama del manejo que se le da en cada país, producto de las experiencias, metodologías, criterios reunidos por el INVIAS y la SCT, acomodando y disponiendo la información de interés para los constructores de carreteras y trabajos relacionados con las mismas.

Este proyecto se apoya en los portales web y documentos técnicos que ambos países trabajan, y permite que sea un medio para que los usuarios interesados en el tema, puedan informarse de las similitudes, manejo e incluso un rápido vistazo a características cuantitativas de requisitos de aceptación y rechazo de trabajos referentes al capítulo 3 y capítulo 4 correspondientes a “Afirmados, subbases y bases” y “pavimentos asfálticos” respectivamente de las especificaciones generales de construcción de carreteras presentado por el INVIAS.

Esta propuesta además permite indagar en la facilidad e impacto de acceso a la información, permitiendo distinguir ventajas y desventajas respecto a la organización de la información; a largo plazo se puede convertir en un medio para motivar la investigación acerca de los motivos de implementación de procedimientos, criterios, tablas y demás detalles, que permitan evaluar la posibilidad de aplicación en el país, claro está, de la mano de investigaciones técnicas, económicas y de factibilidad que se ajusten al territorio Colombiano y sean beneficiosas y razonables.

La estrategia para este proyecto es lograr un buen manejo de los documentos expuestos por ambas instituciones, presentar los objetivos y resúmenes de cada título incluidos en el alcance del proyecto, contrastar las concordancias o diferencias entre normas mediante cuadros comparativos que indiquen las equivalencias, similitudes y consideraciones respecto a calidad de materiales, equipo, ejecución del trabajo, aceptación y rechazo de trabajos, formas de pago, etc. Finalmente, una comparación en las propiedades que se exigen para los materiales que constituyen diferentes conceptos de trabajo por medios gráficos.

El equipo de trabajo del proyecto está conformado por los estudiantes de ingeniería civil Angie Tatiana Daza y Sebastián Felipe Rodríguez, mediante la tutoría de la ingeniera Sandra Ximena Campagnoli directora del Centro de Estudios Geotécnicos y el grupo de Investigación en Geotecnia de la ECI, y el apoyo de ingenieros como el Dr. Paul Garnica director de los laboratorios de infraestructura del IMT y el ing. Héctor Bonilla jefe de la División de Desarrollo y Difusión de Normas de la SCT.

Se requiere una inversión de 25 millones de pesos para llevar cabo el proyecto, incluye la dedicación por hora de los estudiantes y tutor a cargo del proyecto y costos de oficina; el proyecto además busca tener el menor impacto ambiental posible, mediante la ejecución del trabajo de forma virtual.

5. MARCO TEORICO, MARCO REFERENCIAL.

Para este estudio, se hace necesario obtener la información correspondiente a las especificaciones generales de construcción de carreteras de México y de Colombia, realizar un diccionario de términos mostrando las equivalencias entre los dos países, y cuadros comparativos para cada especificación en particular presentando los respectivos análisis y conclusiones.

6. CUERPO DEL TRABAJO

Se presenta información general de las especificaciones de construcción de los dos países, cómo están estructuradas, su contenido, cada cuanto se modifican, de quien dependen o quien las desarrolla.

6.1. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN PARA MÉXICO:

La Secretaria de Comunicación y Transporte de México (SCT), con base a sus criterios, métodos y procedimientos, divulga y presenta las normas y manuales, que sugieren se deben cumplir los materiales y procedimientos constructivos de diferentes obras civiles enfocadas en la infraestructura del transporte por medio de las normas NIT-SCT, que son de libre acceso y se encuentran disponibles en el portal web del IMT, específicamente en la liga <https://normas.imt.mx>. Estas se enfocan en 2 temas principales: carreteras (CAR) y Puertos (PUE).

6.1.1. OBJETIVOS

Específicamente la normativa SCT busca:

1. Tener uniformidad de estilo y calidad en las obras públicas o servicios relacionados, a partir de diversos criterios y procedimientos que aseguren un excelente proyecto desde la planeación, diseño y ejecución, sin descuidar la parte administrativa, gerencia, operación e impacto ambiental.
2. Establecer criterios y procedimientos para la concesión de la infraestructura del transporte.
3. Normalizar las metodologías de contratación, servicios y procesos donde se otorguen concesiones de infraestructura del transporte.
4. Proveer los criterios, métodos y procedimientos más convenientes para diferentes escenarios respecto a las diferentes y más frecuentes situaciones que se pueden presentar.

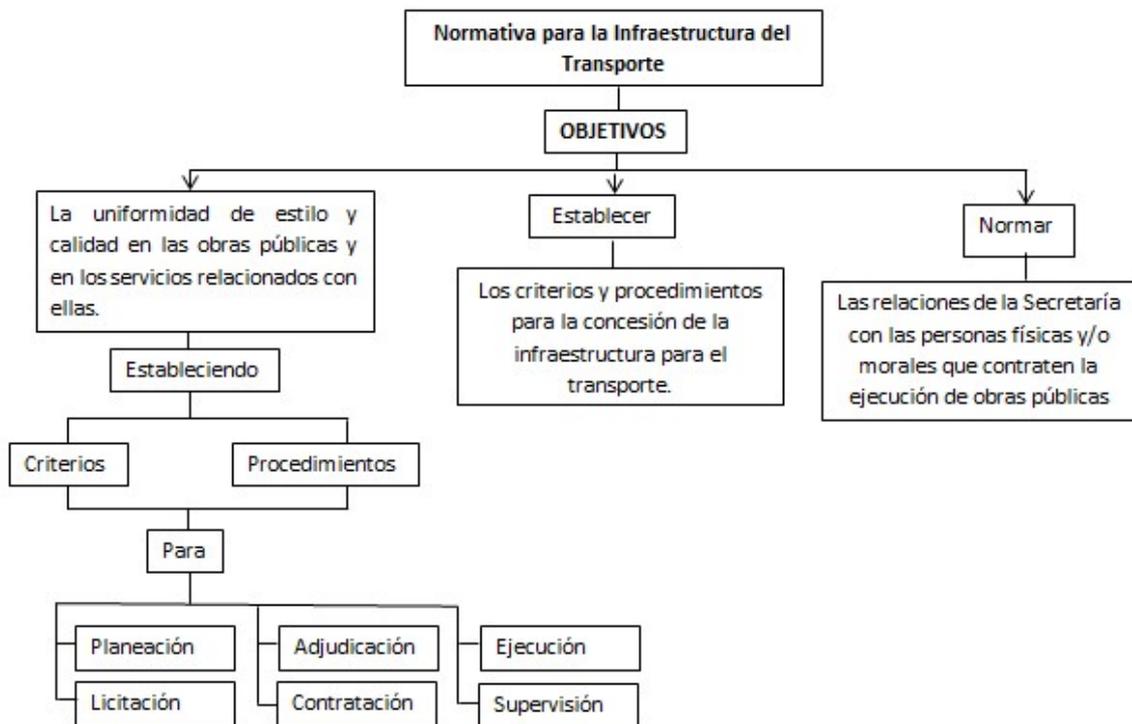


Figura 1. Objetivos de la normativa para la infraestructura del transporte [de la SCT](https://normas.imt.mx/)

6.1.2. GENERALIDADES

Las normativas se encuentran en el portal web del IMT (<https://normas.imt.mx/>), una plataforma electrónica de fácil manejo y con la información disponible por medio de menús desplegables organizados según las búsquedas del usuario. Lo primero que se visualiza en dicha plataforma son 2 posibles opciones de normativas relacionadas con el transporte, que corresponden a carreteras (CAR) y puertos (PUE).



Figura 2. Interfaz inicial <https://normas.imt.mx/>

A continuación, se presentan los filtros de consulta según el tema de interés, para ello se puede seleccionar el modo de navegación (desplegable, carpetas o tabla), el tema (carreteras o puertos), materia (Terracerías, estructuras, drenaje, pavimentos, túneles, cimentaciones, señalamiento, obras marginales, SIT o todas las anteriores) y finalmente el año de publicación.



Figura 3. Opciones por filtro del portal NIT-SCT

También, se encuentra una serie de enlaces con temas principales, asignados como libros, suman un total de 10, donde cada uno pueden ser desplegado para obtener mayor contenido.

LIBROS
Introducción (INT)
Legislación (LEG)
Proyecto (PRY)
Construcción (CTR)
Conservación (CSV)
Operación (OPR)
Control y Aseguramiento de Calidad (CAL)
Características de los Materiales (CMT)
Características de los equipos y sistemas de instalación permanente (EIP)
Métodos de Muestreo y Prueba de Materiales (MMP)

Figura 4. Libros de búsqueda del portal NIT-SCT.

Esta normativa propone los criterios, métodos y procedimientos para la ejecución propios de la infraestructura del transporte, en conjunto con la seguridad, calidad, economía y eficiencia, su objetivo es la uniformidad de estilo y calidad en las obras públicas, para ello establece criterios y procedimientos para la planeación, licitación, adjudicación, contratación, ejecución, supervisión y, en su caso, operación y mitigación del impacto ambiental.

La normativa SCT cuenta con tres tipos de publicaciones según su propósito: normas (N) que proponen valores específicos para diseño; las características y calidad, de los materiales y de los equipos de instalación permanente, así como las tolerancias en los acabados; los métodos generales de ejecución, medición y base de pago de los diversos conceptos de obra, manuales (M) que contienen el

compendio de los métodos y procedimientos para la realización de todas las actividades relacionadas con la infraestructura del transporte y prácticas recomendables (R) que proponen y explican el establecimiento de criterios y la aplicabilidad de teorías a casos específicos que le dan al usuario elementos para seleccionar los métodos o procedimientos de entre los contenidos. El propósito de este reporte es analizar y sintetizar la normatividad para la infraestructura del transporte en México, para así entender de la mejor forma la selección y aplicación de los criterios, métodos y procedimientos para la realización de los estudios y proyectos.

6.1.3. TIPOS DE PUBLICACIONES

TIPO DE PUBLICACIÓN	CLAVE	DESCRIPCIÓN
NORMAS	N	Las Normas proponen valores específicos para diseño; las características y calidad, de los materiales y de los equipos de instalación permanente, así como las tolerancias en los acabados; los métodos generales de ejecución, medición y base de pago de los diversos conceptos de obra
MANUALES	M	Contienen el compendio de los métodos y procedimientos para la realización de todas las actividades relacionadas con la infraestructura del transporte.
PRÁCTICAS RECOMENDABLES	R	Proponen y explican el establecimiento de criterios y la aplicabilidad de teorías a casos específicos, de manera que el usuario tenga elementos para seleccionar los métodos o procedimientos de entre los contenidos en los Manuales.

Tabla 1. Tipos de publicaciones según el SCT.

6.1.4. PRESENTACIÓN DE LA NORMATIVA

La normativa SCT divide su contenido de la siguiente forma:

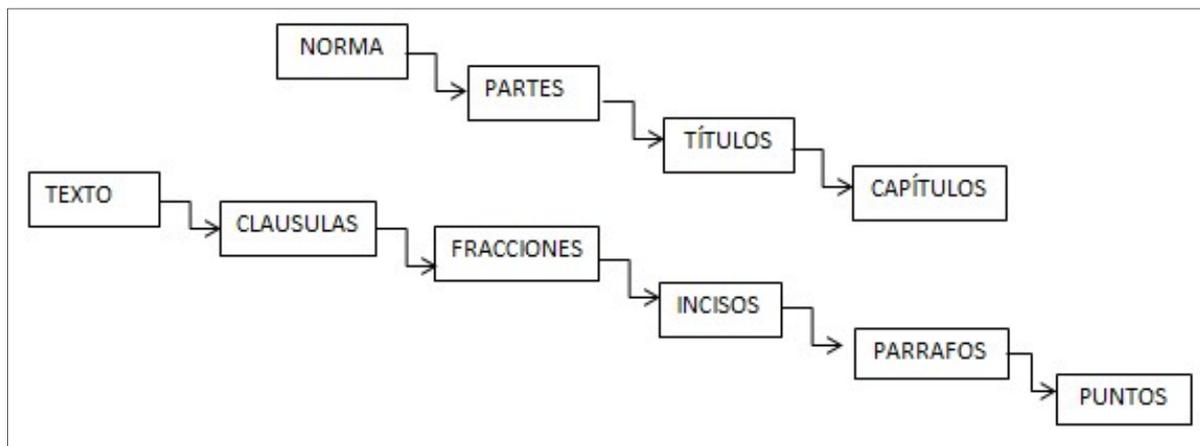


Figura 5. Presentación de la normativa SCT

6.1.5. DESIGNACIÓN

La designación que se ejemplifica al principio de esta Fracción, de acuerdo con la Norma N·INT·2

N·PRY·CAR·10·01·003/99

- ✓ A la norma (N)
- ✓ del Libro Proyecto (PRY)
- ✓ del Tema Carreteras (CAR)
- ✓ Parte 10
- ✓ Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras, Título 01
- ✓ Proyecto de Señalamiento, Capítulo 003
- ✓ Diseño de Señales Preventivas, publicada en el año de 1999.

6.1.6. LIBROS

En 12 libros se organizan las normas, manuales y practicas recomendables según el campo de ejecución, cada libro presenta su clave o nombre corto, y corresponden a los mencionados a continuación:

Introducción, índice general, legislación, proyecto, construcción, conservación, operación, control y aseguramiento de calidad, características de los materiales, características de los equipos y sistemas de instalación permanente y métodos de muestreo y prueba de materiales.

LIBRO	CLAVE
INTRODUCCIÓN	INT
LEGISLACIÓN	LEG
PLANEACIÓN	PLN
DERECHO DE VÍA Y ZONAS ALEDAÑAS	DRV
PROYECTO	PRY
CONSTRUCCIÓN	CTR
CONSERVACIÓN	CSV
OPERACIÓN	OPR
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	CAL
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	CMT
CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN PERMANENTE	EIP
MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES	MMP

Tabla 2. Libros de la SCT.

6.1.6.1. INT-INTRODUCCIÓN

Trata aspectos de carácter general como objetivos, contenidos, presentación, aplicación, responsabilidades, definición de términos, unidades de medida y equivalencia, entre otras.

6.1.6.2. LEG-LEGISLACIÓN

Comprende los criterios y procedimientos para la contratación y ejecución de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, ejecución de estudios, proyectos, consultorías y asesorías, ejecución de obras, ejecución de supervisión de obras, ejecución de obras por adjudicación directa, contratación, contratación de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas, concesiones, concesiones de caminos y puentes, leyes y reglamentos.

En la normativa SCT, se considera tanto obras públicas como servicios relacionados con las mismas como se muestra:

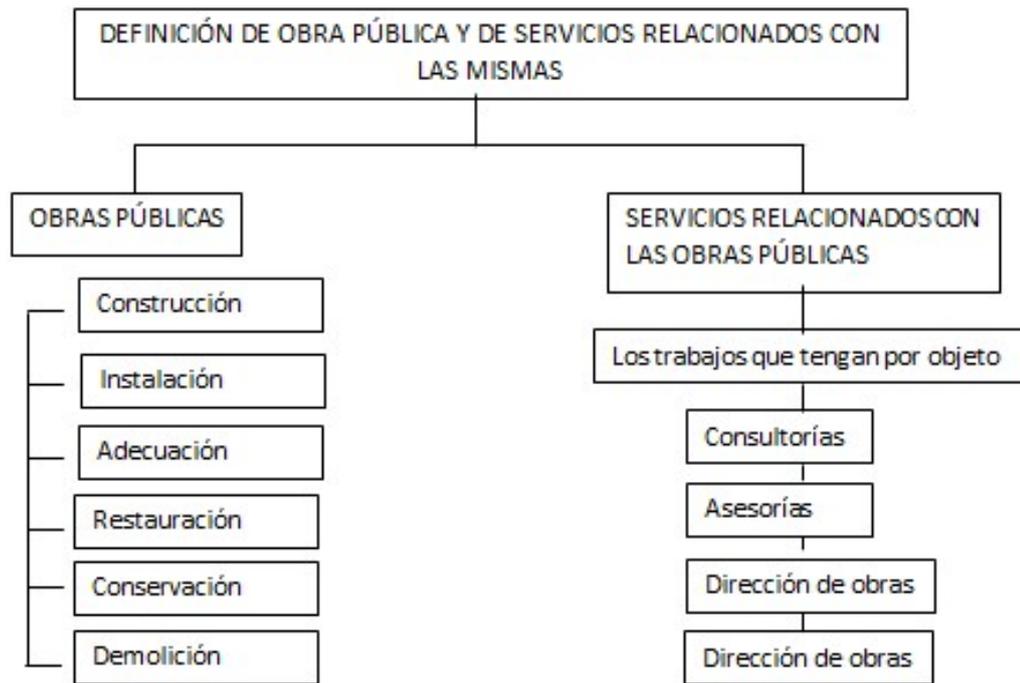


Figura 6 Definición de obra pública y de servicios relacionados con las mismas de la SCT.

En cuanto a las modalidades de ejecución se hacen:

- ✓ Por contrato
- ✓ Por administración directa

LAS NORMAS SON:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías	N-LEG-2
Ejecución de Obras	N-LEG-3
Ejecución de Supervisión de Obras	N-LEG-4
Ejecución de Obras por Administración Directa	N-LEG-5

Figura 7. Norma de la SCT.

6.1.6.3. PLN. PLANEACIÓN

Se enfoca en criterios y métodos para estudios de planeación, elaboración de planes maestros y programas de inversión.

6.1.6.4. DRV. DERECHO DE VÍA Y ZONAS ALEDAÑAS.

Asigna criterios y procedimientos para la adquisición del derecho de vía, uso y aprovechamiento, teniendo en cuenta estructuras e instalaciones existentes.

6.1.6.5. PRY. PROYECTO

Criterios y métodos referentes a estudios y elaboración de proyectos de obras de infraestructura.

CAR. Carreteras:

Comprende los criterios y procedimientos para la realización de estudios como:

- ✓ Estudios topográficos
- ✓ Ejecución de estudios topográficos y aerofotogramétricos para carreteras, trazo y nivelación de ejes para el estudio topográfico
- ✓ Levantamiento de las secciones transversales para el estudio topográfico
- ✓ Fotografías aéreas para estudios aerofotogramétricos
- ✓ Restitución aerofotogramétrica
- ✓ Presentación de estudios topográficos y aerofotogramétricos para carreteras
- ✓ Estudios geológicos
- ✓ Ejecución de estudios geológicos, fotogeología y levantamientos geológicos

Y la elaboración de los proyectos de las obras de infraestructura

- ✓ Proyecto geométrico
- ✓ Proyecto de terracerías
- ✓ Proyecto de drenaje y subdrenaje
- ✓ Proyecto de pavimentos
- ✓ Proyecto de puentes y estructuras
- ✓ Proyecto de túneles
- ✓ Proyecto de cimentaciones
- ✓ Proyecto de instalaciones carreteras
- ✓ Proyecto de señalamiento y dispositivos de seguridad en carreteras y vialidades urbanas

PUE. Puertos:

Comprende los criterios y procedimientos para la realización de estudios como:

- ✓ Estudios de Mareas
- ✓ Estudios de Transporte Litoral

6.1.6.6. CTR. CONSTRUCCIÓN

Provee conceptos de obras, mitigación del impacto ambiental, definiciones y recomendaciones de ejecución, acabados, mediciones y métodos generales para el control de tiempos, volúmenes y costos.

CAR. Carreteras:

Comprende conceptos de obra para terracerías, estructuras, drenaje y subdrenaje, pavimentos, túneles, cimentaciones, señalamiento y dispositivos de seguridad, obras marginales, sistemas inteligentes de transporte, control de la construcción.

- ✓ Terracerías: Contiene desmonte, despalle cortes, escalones de liga, excavación para canales, afinamiento, excavación para estructuras, bancos, terraplenes, terraplenes reforzados, rellenos, recubrimientos de taludes, acarreos, abatimiento de taludes, bermas, anclas, concreto lanzado.
- ✓ Estructuras: Contiene mampostería de piedra, zampeado, concreto hidráulico, acero para concreto hidráulico, acero estructural y elementos metálicos, estructuras de concreto reforzado, estructuras de concreto presforzado, estructuras de acero.
- ✓ Drenaje y subdrenaje: Contiene alcantarillas, cunetas, lavaderos, capas drenantes.
- ✓ Pavimentos: Contiene revestimientos, subbases y bases, capas estabilizadas, riegos de impregnación, riegos de liga, carpetas asfálticas con mezcla en caliente o en frío y capas de concreto hidráulico.
- ✓ Túneles: Contiene excavación de túneles con explosivos, con máquinas perforadoras de frente pleno en roca, excavación de túneles con escudo en suelos, malla electrosoldada en túneles, concreto lanzado en túneles.
- ✓ Cimentaciones: contiene pilotes de madera, pilotes precolados, pilotes colados en el lugar, pilotes de acero, cilindros y cajones de cimentación, tablestacados.
- ✓ Señalamiento y Dispositivos de Seguridad: Contiene marcas en el pavimento, marcas en guarniciones, marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento, vialetas y botones.

PUE. Puertos:

Comprende conceptos de obra para:

- ✓ Terracerías
- ✓ Obras de protección
- ✓ Dragado

6.1.6.7. CSV. CONSERVACIÓN

Provee criterios y métodos para la conservación rutinaria y periódica, para reconstrucción, mitigación del impacto ambiental, y criterios básicos de ejecución, acabados, medición y pagos.

Establece los criterios y los métodos para:

- ✓ La evaluación de la infraestructura: Determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), determinación de la macrotextura (MAC), determinación del Coeficiente de Fricción (CF), determinación de la Profundidad de Roderas (PR), determinación de las Deflexiones de un Pavimento (DEF).

Contiene conceptos de:

- ✓ Trabajos de conservación rutinaria: Obras de Drenaje y Subdrenaje, pavimentos, puentes y estructuras, trabajos de conservación periódica, pavimentos, puentes y estructuras, túneles, señalamiento y dispositivos de seguridad, trabajos de reconstrucción, medidas de mitigación al Impacto ambiental durante la conservación y rehabilitación de obras, obras marginales en carreteras en operación.

PUE. Puertos:

Establece los criterios y los métodos para:

- ✓ Trabajos de Conservación Rutinaria
- ✓ Trabajos de Conservación Periódica
- ✓ Trabajos de Reconstrucción

6.1.6.8. OPR. OPERACIÓN

Brinda métodos y criterios para la evaluación de la operación, con ayuda de los pesos y dimensiones de los vehículos de diseño, la oferta y demanda del modo de transporte, los índices de seguridad e inversión y modernización de obras.

Contiene los criterios y métodos para la evaluación de la operación incluyendo:

- ✓ Criterios Técnicos de Operación
- ✓ Criterios Económicos de Operación
- ✓ Sistemas de Información de Carreteras y Autopistas
- ✓ Obtención y Presentación de Datos Geoespaciales

6.1.6.9. CAL. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Contiene especificaciones para el control y aseguramiento de la calidad, requisitos estadísticos y de laboratorio para estudios y proyectos de construcción o conservación.

6.1.6.10. CMT. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Establece los parámetros de calidad de los materiales que deben cumplir los materiales que se empleen en obras, como sigue:

- ✓ Materiales para Terracerías
- ✓ Materiales para Estructuras
- ✓ Aceros y Productos de Acero
- ✓ Soldadura
- ✓ Materiales para Obras de Drenaje y Subdrenaje
- ✓ Materiales para Pavimentos
- ✓ Materiales para Señalamiento y Dispositivos de Seguridad
- ✓ Materiales Diversos

6.1.6.11. EIP. CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN PERMANENTE.

Establece las características de equipos mecánicos fijos y sistemas de instalaciones que deben cumplir para que se empleen en obras.

- ✓ Calidad de los Equipos y Sistemas
- ✓ Protocolos de Comunicación

6.1.6.12. MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

Corresponde a los procedimientos referentes a muestreo y pruebas de campo y de laboratorio de materiales para obra.

6.1.7. TEMAS

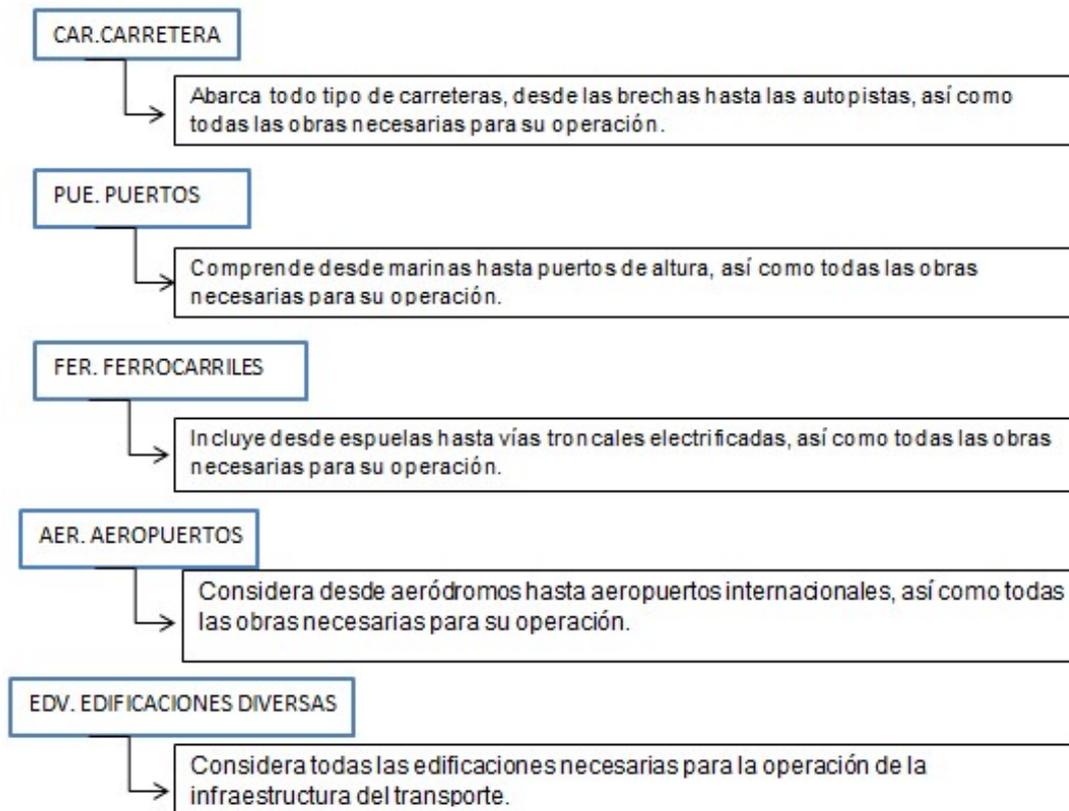
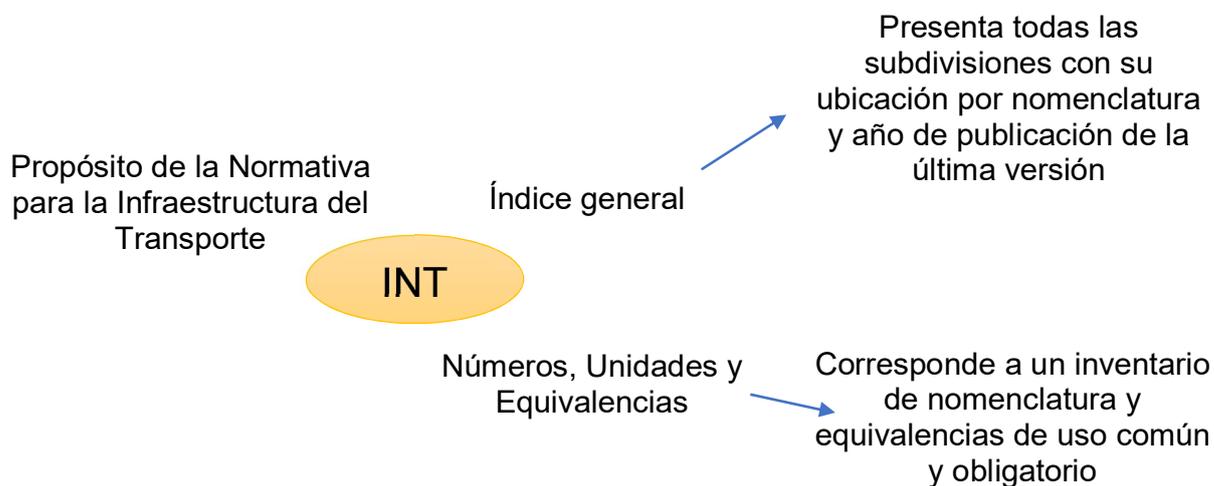
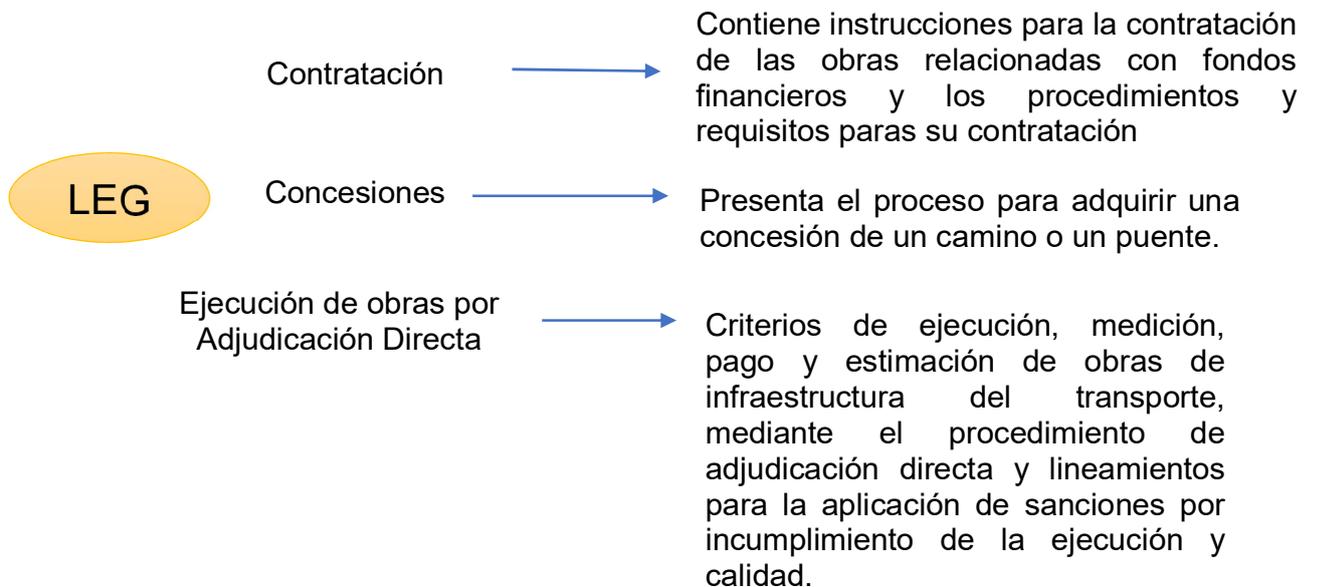
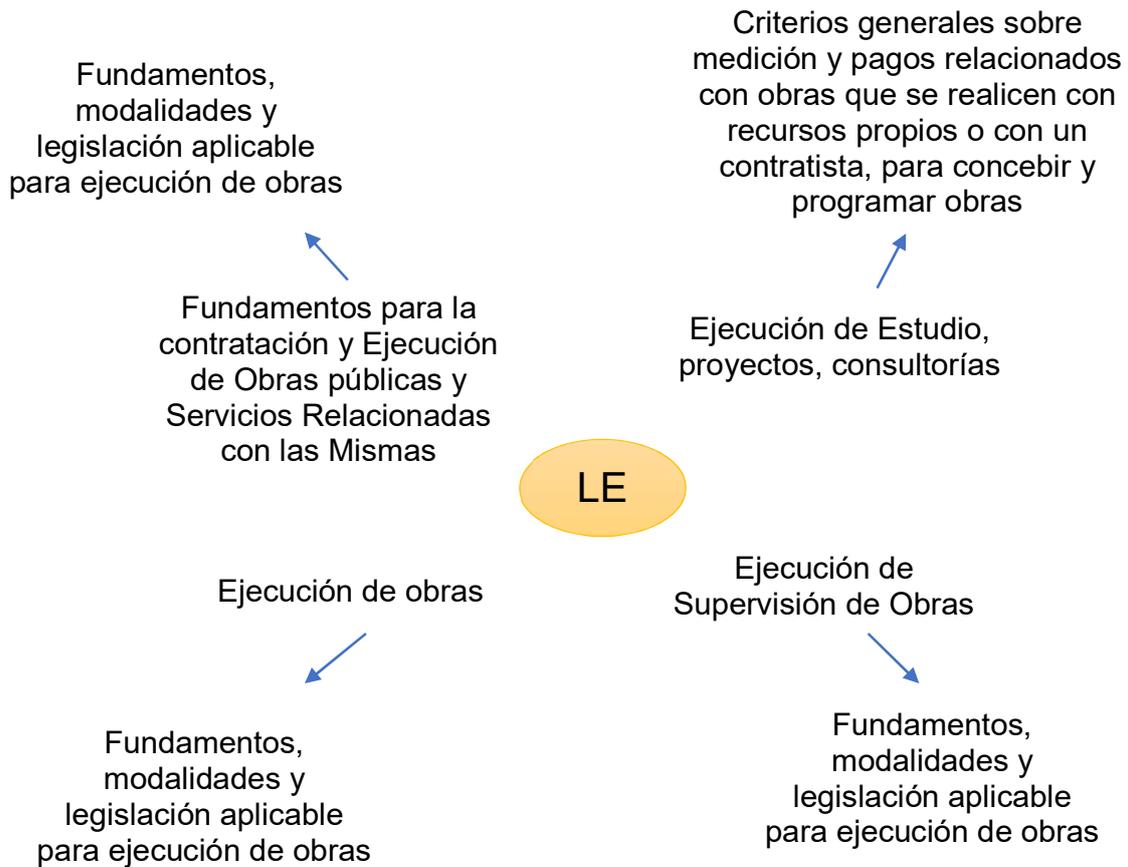


Figura 8. Temas referentes a los modos de transporte según la SCT

6.1.8. MANUALES Y MÉTODOS

A continuación, se presenta una breve descripción de las subdivisiones de los libros:





PRY

Estudios



Criterios de ejecución para diferentes estudios, - topográficos, geológicos, hidráulicos, hidrológicos, drenaje, sub-drenaje, puentes, estructuras y señalización y dispositivos viales

Proyecto de Drenaje y Sub-drenaje



Presenta la ejecución, presentación, diseño hidráulico y estructural de proyectos de obras menores de drenaje y obras complementarias de drenajes.

Proyecto de Puentes y Estructuras



Contiene criterios de ejecución para el diseño de Puentes y Estructuras, con la evaluación de cada una de las cargas y combinaciones de carga que se puedan presentar (viento, sismo)

Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Carreteras y Vialidades Urbanas



Ejecución, diseño y presentación de proyectos de señalamiento, dispositivos de control, proyección de obras y seguridad e iluminación

Contiene todos los aspectos y detalles a tener en cuenta en la construcción de obras como terracerías, estructuras, drenajes, sub-drenes, pavimentos, túneles, cimentaciones, señalamientos, obras marginales u sistemas inteligentes de transporte



Conceptos de Obra

CTR

CSV

Evaluación



Se encuentran procesos, conceptos y criterios para diferentes factores e indicadores como lo son el IRI, la macrotextura, coeficiente de fricción, la profundidad de roderas y deflexiones de un pavimento

Trabajos de
Reconstrucción



Procesos de reparación, reposición, corte, demolición y reconstrucción de diferentes obras.

Obras Marginales
en Carreteras en
Operación



Recomendaciones y aspectos que considerar en los poliductos, registro, tributos y registro para tributos para caminos rurales y carreteras en operación

Trabajos de
Conservación
Rutinaria



Procesos de limpieza, bacheo, sellado, entre otros, para estructuras de drenajes, sub-drenes, puentes y estructuras, pavimentos, túneles y señalamientos y dispositivos de seguridad

Trabajos de
Conservación
Periódica



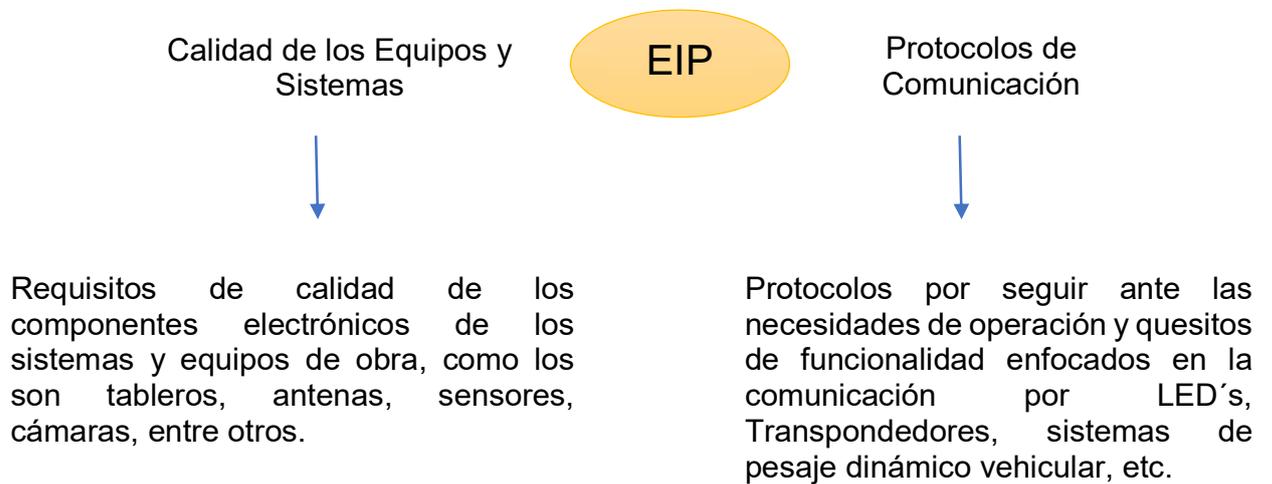
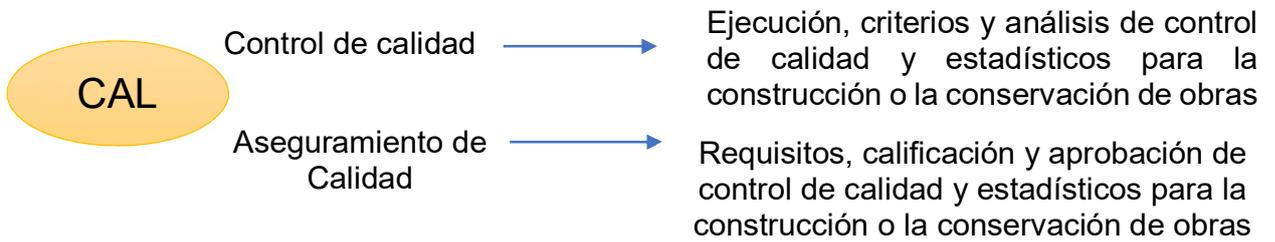
Contiene procesos de conservación, renivelación, fresado, estabilización, recorte, recuperación, reposición y consideraciones de construcción de las capas y materiales de un pavimento; además de criterios para la conservación de las demás obras mencionadas en otros ítems.

Presenta criterios para la obtención y presentación de datos geoespaciales de carreteras



Sistemas de
información
de Carreteras

OPR



MMP

Suelos y Materiales para Terracerías



Muestreo, ensayos, requisitos de suelos y materiales para terracerías como contenido de agua, densidad, granulometría, límites de consistencia,

Materiales para estructuras



Muestreo, ensayos y requisitos de materiales para estructuras con concreto hidráulico y pinturas de recubrimiento, en donde se encuentra por ejemplo tiempos de fraguado, resistencia a la compresión, finura del cemento, reactividad, muestreo, entre otros.

Materiales para Pavimentos



Reúne requisitos y ensayos para mezclas asfálticas., estabilizaciones, materiales pétreos, aditivos, índices y para cada uno una gamma de ensayos de propiedades, muestreo y características de los agregados, materiales, mezclas y procesos de estabilización.



Presenta ensayos para materiales pétreos como granulometrías, densidad relativa, absorción, equivalente de arena, partículas alargadas y lajeadas desgaste, interperismo, partículas trituradas, etc.

Presenta ensayos para materiales asfálticos y muestras como viscosidad, penetración, punto de inflamación, solubilidad, punto de reblandecimiento, ductilidad, carga eléctrica, recuperación elástica, perdida de estabilidad por inmersión en agua, pruebas de esfuerzo-deformación-recuperación múltiple y muchos más.

Materiales para Señalamiento y Dispositivos de Seguridad



Contiene los manuales con los procedimientos para determinar diferentes características de posición, visibilidad, iluminación, entre otros de las señales y dispositivos de seguridad, enfocados en dos grandes grupos que son: pinturas para señalamiento y botone y botones reflejantes.

Materiales Diversos



Presenta todo lo relacionado a geotextiles, geo-sintéticos y geomallas como la determinación y requisitos de resistencia, elongación, rotura, rigidez, sometimientos de esfuerzos para diferentes condiciones de temperatura y humedad.

6.2. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN PARA COLOMBIA:

El Instituto Nacional de Vías, presenta las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, donde se estipulan los requisitos de calidad, se establecen los estándares y se describen los procedimientos generales de ejecución y procedimientos detallados de control y recibo para los trabajos de ejecución habitual en la red nacional de carreteras.

Un aspecto importante es que se enfatiza en la responsabilidad que tiene el constructor en relación con la correcta elaboración del trabajo, deberá ejercer el control total del proyecto y ajustarse a las exigencias de las especificaciones.

6.2.1. OBJETIVOS

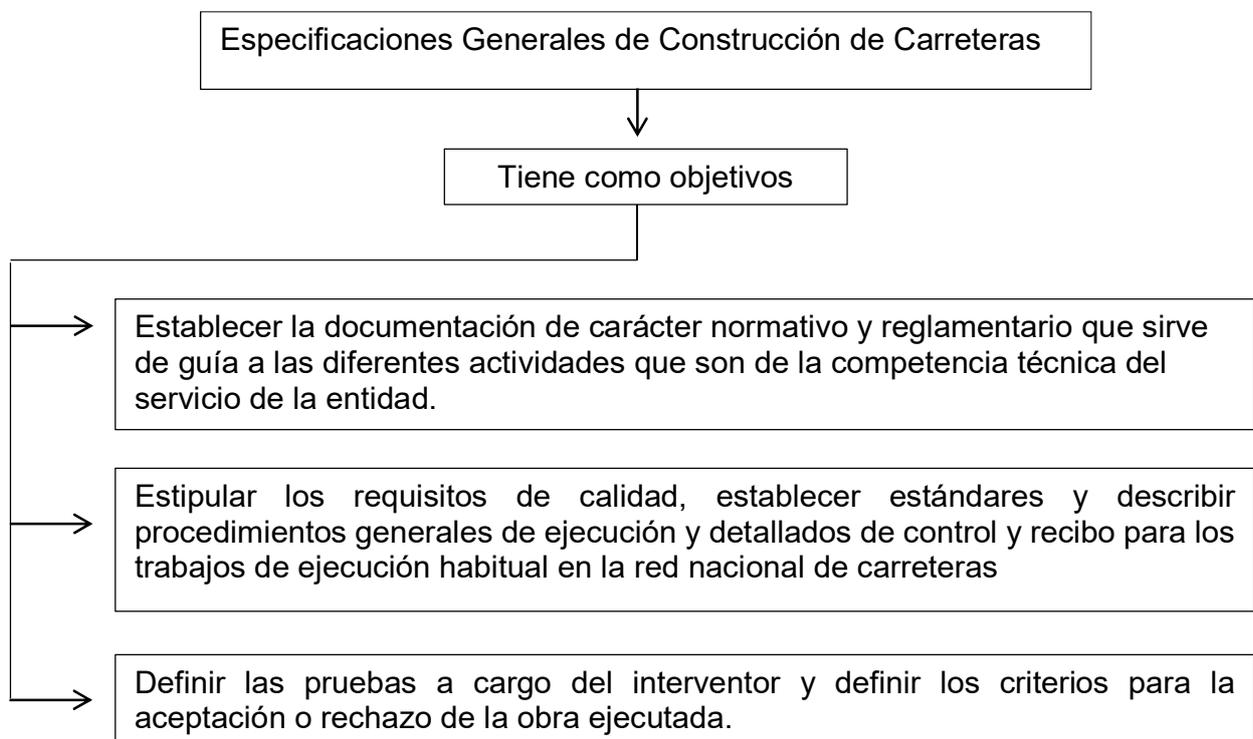


Tabla 3. Objetivos de las especificaciones generales de construcción de carreteras.

6.2.2. GENERALIDADES

Con el objetivo de tener una visión amplia de la información se hace necesaria la descripción de lo expuesto por el Instituto Nacional de Vías de Colombia, INVÍAS, tanto para normativas como especificaciones, enfatizándose en la última debido a que es el propósito de este trabajo, lo anterior con el fin de obtener la correcta comparación relativa a los pavimentos asfálticos de los citados países.

A través del portal web (<https://www.invias.gov.co/>) del Instituto Nacional de Vías de Colombia, INVÍAS, se encuentran disponibles los documentos técnicos, como lo son las normas de ensayo para materiales de carreteras y las especificaciones generales de construcción, tanto en la versión multimedia como la versión PDF.

En cuanto a las normativas, se presentan los procedimientos y requerimientos que se basan, principalmente, en normas internacionales elaboradas por instituciones de prestigio, en especial la ASTM, adaptadas a las necesidades específicas del INVÍAS.

Las normas de ensayo se dividen en grupos en función de sus objetivos, a través de secciones:

Sección 100	Suelos
Sección 200	Agregados pétreos
Sección 300	Cemento
Sección 400	Concreto hidráulico
Sección 500	Reservada para uso posterior
Sección 600	Estabilización de suelos.
Sección 700 y 800	Materiales y mezclas asfálticas y prospecciones de pavimentos.

Tabla 4. Secciones de especificaciones generales de construcción de carreteras.

Por otro lado, en las Especificaciones Generales de Construcción se presentan el conjunto de disposiciones que especifican:

- ✓ Las exigencias sobre los materiales por utilizar
- ✓ Las pruebas de control de calidad en las diferentes etapas de la construcción y las modalidades para la medida y el pago de la obra ejecutada.

También incluyen, a modo informativo:

- ✓ Una descripción de los procedimientos más usuales para construir las obras, de manera que se ajusten a los requisitos especificados.

6.2.3. PRESENTACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES

Las especificaciones generales se dividen en capítulos en función de su objeto de estudio:

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN
1. Aspectos Generales	Se describe el ámbito de aplicación, términos y definiciones, se indican los documentos de referencia y consulta, se informan los aspectos generales de seguridad y salud, así como las responsabilidades especiales del constructor, se especifican los aspectos a considerar en la supervisión de los trabajos, desarrollo de los trabajos, aspectos ambientales, control y aceptación de los trabajos, así como la medida y pago de la obra ejecutada.
2. Explanaciones	Describe: desmonte y limpieza, demolición y remoción, trasplante de árboles, excavación de la explanación, canales y préstamos, remoción de derrumbes, terraplenes, terraplenes reforzados con geosintéticos, mejoramiento de la subrasante con adición de materiales, separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil, estabilización de suelos de subrasante con geotextil, estabilización de suelos de subrasante y refuerzo de capas granulares con geomallas, conformación de taludes existentes, estabilización de suelos de subrasante con cemento, estabilización de la subrasante con cal.
3. Afirmados, subbases y bases	Presenta las disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases y bases granulares y estabilizadas, conformación de la calzada existente, afirmado, tratamiento paliativo del polvo en afirmados, sub-base granular, base granular, base estabilizada con emulsión asfáltica, suelo- cemento y base tratada con cemento
4. Pavimentos Asfálticos	Se describen las disposiciones generales para la ejecución de riegos de imprimación, liga y curado, tratamientos superficiales, sellos de arena asfalto, lechadas asfálticas, mezclas asfálticas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos asfálticos, suministro de cemento asfáltico, suministro de emulsión asfáltica, suministro de aditivo mejorador de adherencia, suministro de cemento asfáltico modificado con grano de caucho reciclado, suministro de cemento asfáltico modificado con polímeros, suministro de emulsión asfáltica modificada con polímeros, suministro de asfalto líquido para riegos de imprimación, riego de imprimación, riego de liga, riego de curado, tratamiento superficial simple, tratamiento superficial doble, sello de arena - asfalto, lechada asfáltica, mezcla densa en frío, mezcla abierta en frío, mezclas asfálticas en caliente

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN
	de gradación continua (concreto asfáltico) , mezcla abierta en caliente, mezcla discontinua en caliente para capa de rodadura (microaglomerado en caliente) , mezcla drenante, fresado de pavimento asfáltico, reciclado de pavimento asfáltico en frío en el lugar empleando ligantes bituminosos de pavimento asfáltico en planta y en caliente, geotextiles para repavimentación, excavación para reparación de pavimento asfáltico existente, sello de grietas en pavimentos asfálticos.
5. Pavimentos de concreto	Se establecen las disposiciones relacionadas con pavimento de concreto hidráulico, suministro de cemento hidráulico, base de concreto hidráulico, pavimento de adoquines de concreto.
6. Estructuras y drenajes	Consta de la descripción de excavaciones varias, rellenos para estructuras, pilotes prefabricados de concreto, pilotes preexcavados, tablestacados, anclajes, concreto estructural, lechada para ductos de concreto preesforzado y barandas de concreto.
7. Señalización y seguridad.	Presentan lo relacionado con líneas de demarcación y marcas viales, tachas reflectivas, señales verticales de tránsito, postes de referencia, defensas metálicas, señalización, captafaros, delineadores de corona normas y especificación.
8. Obras varias	Se describe lo relacionado con cercas de alambre, poda de árboles, protección vegetal de taludes, protección de taludes con productos enrollados para control de erosión, recubrimiento de taludes con malla y mortero, plantación de árboles normas y especificaciones

Tabla 5. Descripción de los capítulos de las especificaciones generales de construcción de carreteras

6.2.4. DESIGNACIÓN

Las especificaciones se presentan de la siguiente forma:

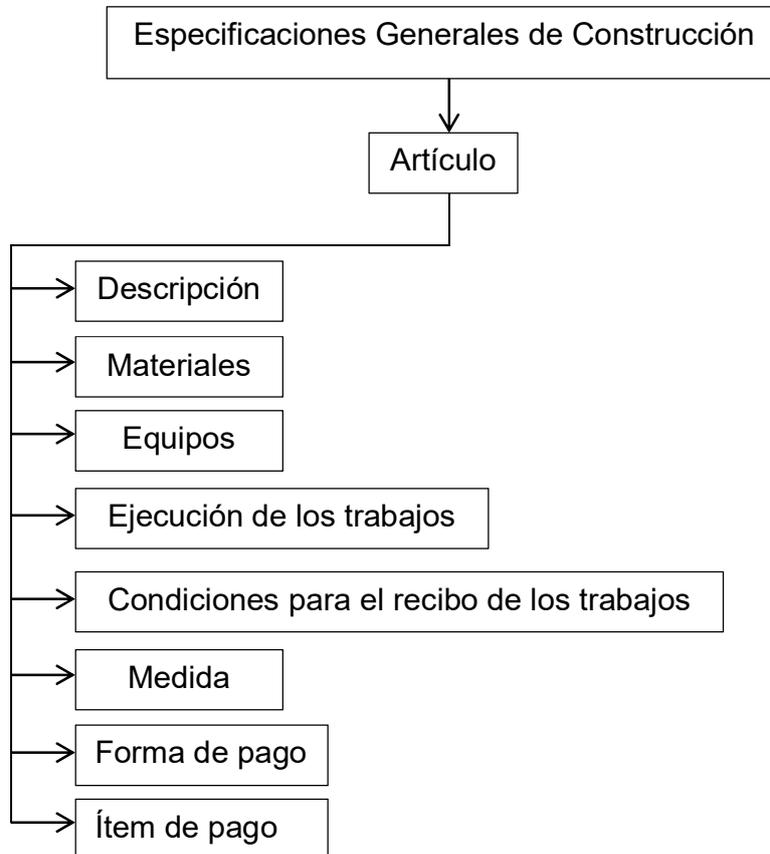


Figura 9. Contenido de los artículos INVIAS

A continuación, se presenta una descripción del capítulo 3 en el cual se hayan las disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases y bases granulares y estabilizada, los artículos a evaluar son:

- ART.300 Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases y bases granulares y estabilizadas
- ART.310 Conformación de la calzada existente
- ART.311 Afirmado
- ART.312 Tratamiento paliativo del polvo en afirmados
- ART. 320 Sub-base granular
- ART. 330 Base granular
- ART. 340 Base estabilizada con emulsión asfáltica
- ART. 350 Suelo- cemento
- ART. 351 Base tratada con cemento

Los capítulos de las especificaciones del INVIAS se presentan en formatos PDF con el siguiente contenido para cada artículo:

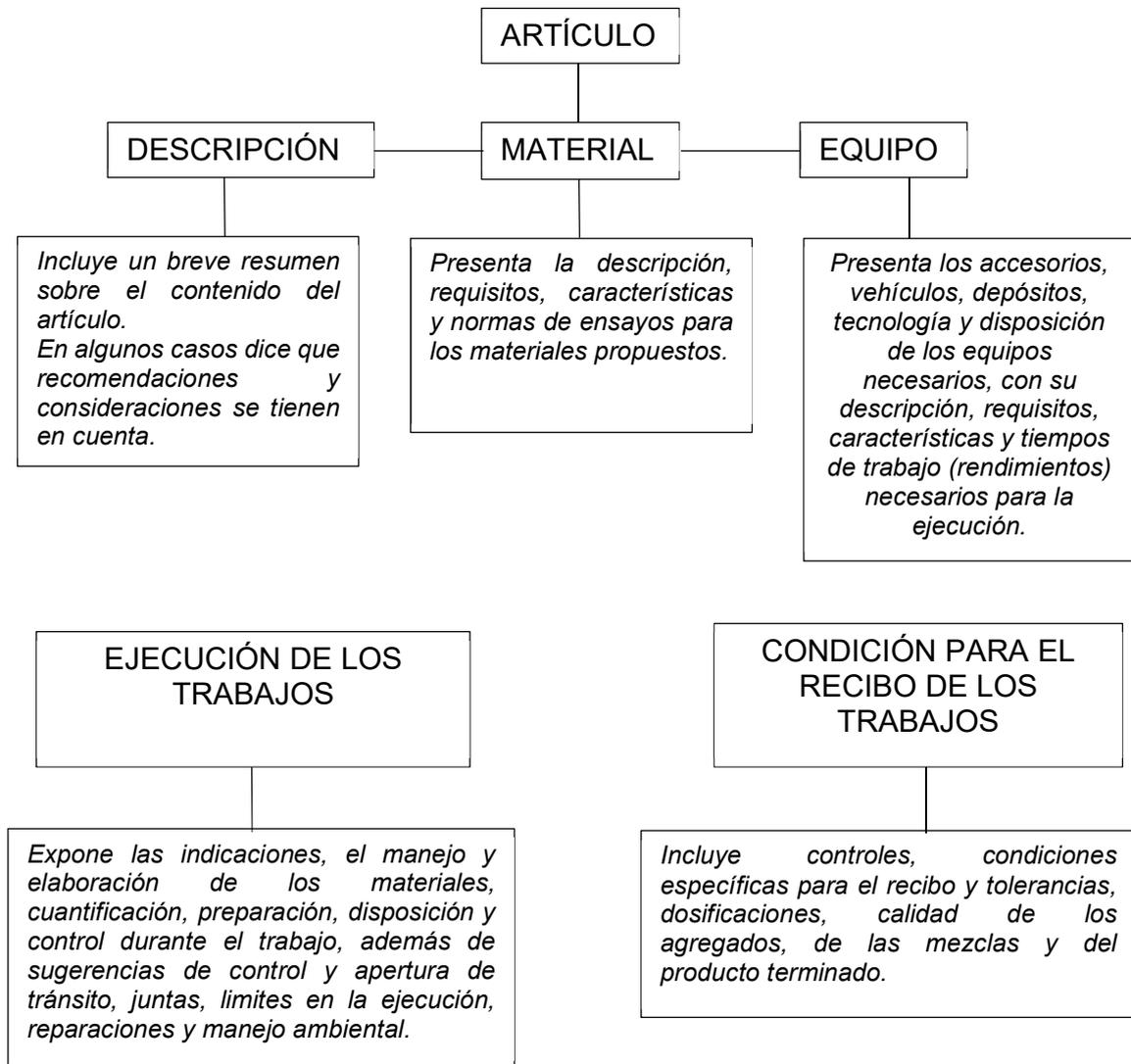
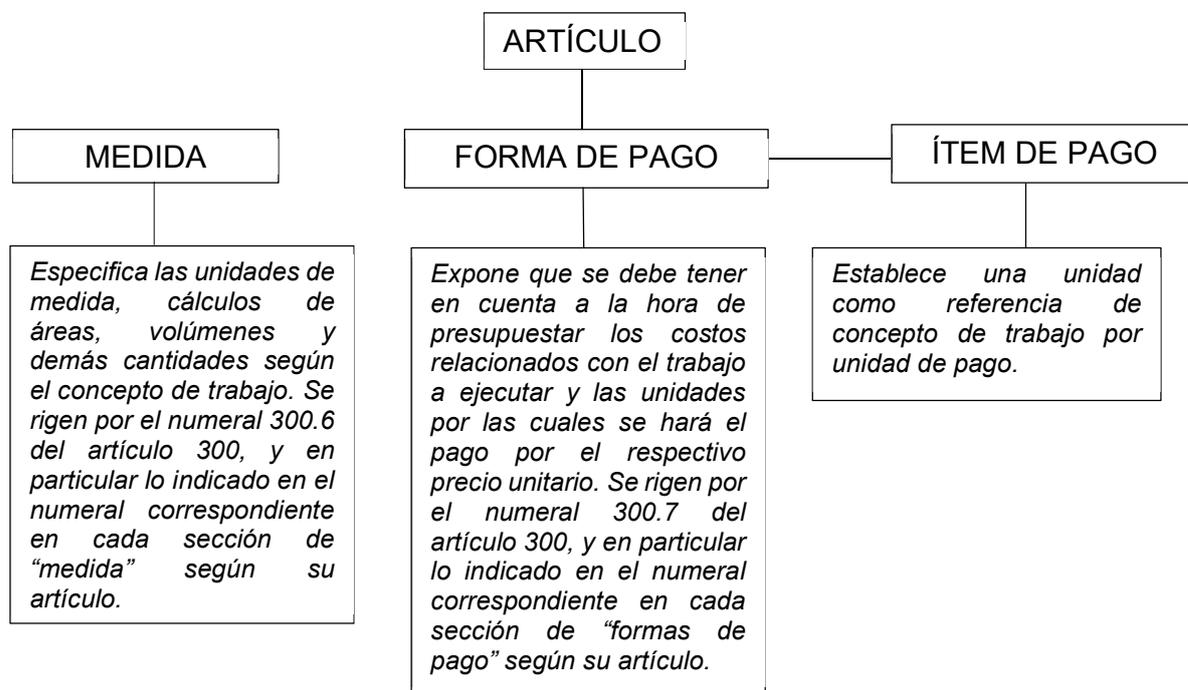


Figura 10. Descripción detallada del contenido de los artículos del capítulo 3.



Continuación Figura 10. Descripción detallada del contenido de los artículos capítulo 3.

Los temas principales dentro de las especificaciones a tratar de los artículos de interés del capítulo 3 son:

ART.300 DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE AFIRMADOS, SUB-BASES Y BASES GRANULARES Y ESTABILIZADAS.

Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos sobre afirmados, sub-bases y bases granulares y estabilizadas, los materiales usados son agregados pétreos naturales clasificados, podrán provenir de la trituración de rocas y grava o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias, y estabilizantes. En cuanto a la ejecución de los trabajos, estos se refieren a la explotación de materiales y elaboración de agregados, la fase de experimentación en la construcción de sub-bases y bases granulares y estabilizadas, acopio de los agregados, muestreo y ensayos, transporte de materiales, desvíos, conservación y manejo ambiental.

ART.310 CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE

Esta especificación consiste en la escarificación, la conformación, la renivelación y la compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de sub-base granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas.

Se especifica que los materiales del afirmado existente deben cumplir con los requisitos de calidad estipulados en el Artículo 311 para afirmados y en el Artículo 320 para sub-bases granulares, además se describe el equipo, la ejecución de los trabajos, que incluyen explotación de materiales y elaboración de agregados, mejoramiento del afirmado, cunetas y ensanches y manejo ambiental.

ART.311 AFIRMADO

Esta especificación consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, o sobre un afirmado existente, de acuerdo con la presente especificación, los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

En cuanto a materiales, los agregados para la construcción del afirmado deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 311 - 1. Además, se deberán ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la Tabla 311 - 2 y deberán cumplir con las relaciones establecidas en la Tabla 311 - 3.

Se describen la ejecución de los trabajos, explotación de materiales y elaboración de agregados, preparación de la superficie existente, transporte y almacenamiento del material, colocación del material, extensión, acondicionamiento y conformación del material, compactación, apertura al tránsito, limitaciones en la ejecución y manejo ambiental.

ART.312 TRATAMIENTO PALIATIVO DEL POLVO EN AFIRMADOS

Esta especificación consiste en la preparación de una superficie granular de rodadura, la eventual adición y mezcla de nuevos materiales granulares, el suministro en el lugar y la aplicación de un producto apropiado para aliviar las molestias causadas por el tránsito automotor y la posterior compactación de la capa tratada, de conformidad con lo establecido en esta especificación y las indicaciones del Interventor.

Se establece, además, los materiales, como cloruro de calcio, agua, así como el equipo y la ejecución de los trabajos, que comprende, fase de experimentación, preparación de la superficie existente, aplicación del producto, compactación, control del tránsito, limitaciones en la ejecución y manejo ambiental.

ART. 320 SUB-BASE GRANULAR

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

Se establece además, las especificaciones de los materiales según las clases de sub-base granular y los requisitos de calidad para los agregados, así como la ejecución de los trabajos, como explotación de materiales y elaboración de agregados, preparación de la superficie existente, fase de experimentación, transporte y almacenamiento del material, extensión y conformación del material, compactación, construcción de la sub-base granular sobre un afirmado existente, apertura al tránsito, limitaciones en la ejecución y manejo ambiental.

ART. 330 BASE GRANULAR

Esta especificación consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el interventor.

Se establece, además, las especificaciones de los materiales según las clases de base granular y los requisitos de calidad para los agregados, equipo y la ejecución de los trabajos, como preparación de la superficie existente, fase de experimentación, transporte y almacenamiento del material, extensión y conformación del material, compactación, apertura al tránsito, limitaciones en la ejecución, bacheos, conservación y manejo ambiental.

ART. 340 BASE ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

Este trabajo consiste en la construcción de una base estabilizada con emulsión asfáltica, de acuerdo con los alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o autorizados por el Interventor. El material por estabilizar puede ser aquel que resulta al escarificar una capa superficial existente, un material que se adiciona o una mezcla de ambos.

Se describen los materiales para agregados y suelos, como requisitos para agregados pétreos, para suelos granulares, el equipo y la ejecución de los trabajos, como explotación de materiales y elaboración de agregados, diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo, diseño de la mezcla por resistencia, informe de diseño de la mezcla, preparación de la superficie existente, transporte y almacenamiento de suelos y agregados, elaboración de la mezcla, transporte de la mezcla, juntas de trabajo, fase de experimentación, apertura al tránsito, curado y protección superficial de la capa compactada, conservación, limitaciones en la ejecución y manejo ambiental.

ART. 350 SUELO- CEMENTO

Este trabajo consiste en la construcción de una capa estructural de pavimento, constituida por una mezcla uniforme de suelos o agregados (material adicionado totalmente o resultante de la escarificación de la capa superficial existente, o una mezcla de ambos), cemento hidráulico, agua y eventualmente aditivos, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor.

Se especifican las clases y requisitos de suelo- cemento, Suelos o agregados por estabilizar y aditivos, así como el equipo para la elaboración de la mezcla de suelo- cemento, Equipos para explotación y manejo de materiales, Equipos para escarificación, así como la ejecución de los trabajos.

ART. 351 BASE TRATADA CON CEMENTO

Este trabajo consiste en la construcción de una capa de base tratada con cemento, constituida por una mezcla uniforme de agregados pétreos, cemento hidráulico, agua y eventualmente aditivos, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor.

Se especifican las clases de agregados para base tratada con cemento, requisitos de calidad de los agregados, cemento el cual deberá cumplir lo especificado en el Artículo 501, "Suministro de cemento hidráulico", agua, aditivos, el equipo necesario y lo requerido para la ejecución de los trabajos.

En el capítulo 4 la estructura de cada artículo es la misma que para el capítulo 3, con excepción de los numerales referidos en “medida” y “formas de pago”, los cambios se presentan a continuación:

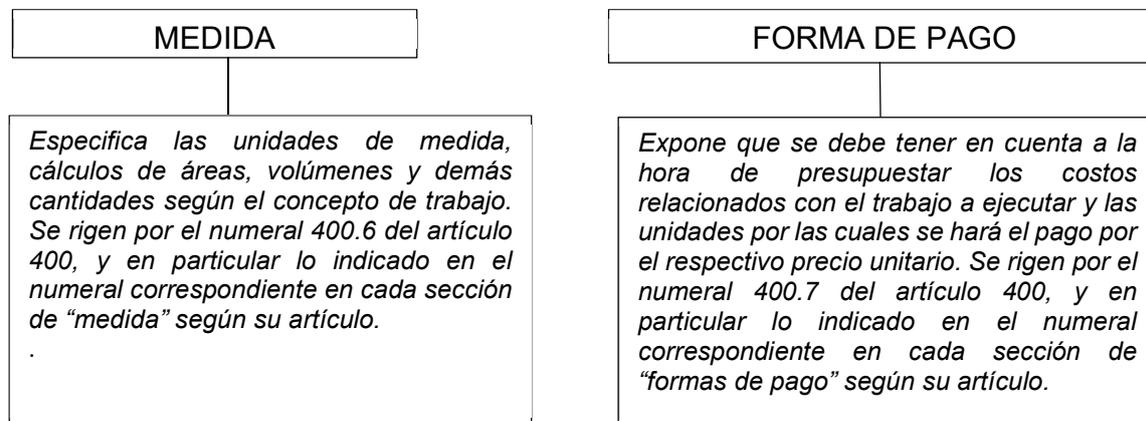


Figura 11. Descripción detallada del contenido de los artículos capítulo 4.

Los temas principales dentro de las especificaciones a tratar de los artículos de interés del capítulo 4 son:

ART. 420 RIEGO DE IMPRIMACIÓN.

Presenta descripción, requisitos y procedimientos para el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica o un tratamiento bituminoso.

Incluye también suministro y la aplicación de un agregado fino para la protección de la superficie imprimada y de un agregado fino sobre la imprimación para absorber eventuales excesos del material de imprimación o para la protección de la superficie imprimada, cuando se requiera.

ART. 421 RIEGO DE LIGA.

Corresponde a la descripción, requisitos y procedimientos para el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante asfáltico sobre losas de concreto o sobre una capa bituminosa, previamente a la extensión de otra capa bituminosa, que no sea un tratamiento superficial, un sello de arena-asfalto o una lechada asfáltica.

ART. 422 RIEGO DE CURADO.

En este artículo se encuentra la descripción, requisitos y procedimientos para el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, con el fin de brindar impermeabilidad a toda su superficie.

Para el artículo 420, 421 y 422.

Se Incluyen preparación de la superficie existente, requisitos para determinación de la dosificación, aplicación del ligante bituminoso y medidas de calidad. También el suministro y la aplicación de un agregado fino para la protección de la superficie con el riego.

ART. 430 TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE.

Presenta los procedimientos y requerimientos para la aplicación de un riego de material bituminoso sobre una superficie preparada, seguido por la extensión y compactación de una capa de agregado pétreo.

ART. 431 TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE.

Corresponde a los procedimientos y requerimientos de dos aplicaciones de un riego de material bituminoso sobre una superficie preparada, seguido por la extensión y compactación de una capa de agregado pétreo.

La primera aplicación se basa en la aplicación simple del artículo 430, la segunda se abarca en el presente artículo.

ART. 432 SELLO DE ARENA- ASFALTO.

En este artículo se encuentra la descripción, requisitos y procedimientos para la aplicación de un material bituminoso sobre la superficie de un pavimento existente, seguida por la extensión y compactación de una capa de arena.

ART. 433 LECHADA ASFALTICA.

Este artículo consiste en los procedimiento y requerimiento para la elaboración de una mezcla de agregados pétreos, agua, emulsión asfáltica de rotura lenta, convencional o modificada con polímeros, llenante mineral y eventualmente, aditivos, sobre la superficie de una vía.

Para el artículo 430, 431, 432 y 433.

Se Incluyen explotación de materiales y elaboración de agregados, preparación de la superficie existente, requisitos para la dosificación del tratamiento, fase de experimentación, aplicación del ligante bituminoso, extensión del agregado pétreo, aplicación conjugada del ligante y los agregados pétreos, compactación y medidas de calidad del producto terminado.

Además, divulga los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor. Lo presentado en estos artículos son de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

ART. 440 MEZCLA DENSA EN FRÍO.

Presenta los procedimientos y requerimientos de calidad y parámetros para la elaboración, transporte, colocación y compactación de una mezcla asfáltica densa, preparada en frío.

ART. 441 MEZCLA ABIERTA EN FRÍO.

En este artículo se encuentra los procedimientos y requerimientos de calidad y parámetros para la elaboración, transporte, colocación y compactación de una mezcla asfáltica de tipo abierto, preparada en frío en una planta fija o ambulante.

ART. 450 MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE DE GRADACIÓN CONTINUA (CONCRETO ASFÁLTICO).

Presenta los procedimientos y requerimientos de calidad y parámetros para la elaboración, transporte, colocación y compactación de una o más capas de mezcla asfáltica de gradación continua, preparada y colocada en caliente (concreto asfáltico).

ART.452 MEZCLA DISCONTINUA EN CALIENTE PARA CAPA DE RODADURA (MICROAGLOMERADO EN CALIENTE)

Consiste en los procedimientos y requerimientos de calidad y parámetros para la elaboración, transporte, colocación y compactación de una capa de mezcla asfáltica de tipo discontinuo para capa de rodadura, preparada y colocada en caliente sobre un pavimento existente.

Para el artículo 441 y 442.

Se expone la explotación de materiales y elaboración de agregados, diseño de mezcla y obtención de la fórmula de trabajo, preparación de la superficie existente, aprovisionamiento de los agregados, fabricación, transporte, transferencia, extensión y compactación de la mezcla, fase de experimentación y medidas de calidad del producto terminado.

Lo presentado en estos artículos son de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

ART. 460 FRESADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO.

Este artículo consiste en la descripción, requisitos y procedimientos del proceso de fresado en frío parcial o total de las capas asfálticas de un pavimento.

Se menciona la preparación de la superficie existente, proceso de fresado del pavimento, limitaciones en la ejecución y manejo ambiental.

Lo presentado en este artículo es de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

ART. 461 RECICLADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EN FRÍO EN EL LUGAR EMPLEANDO LIGANTES BITUMINOSOS.

Presenta los procedimientos y requerimientos de calidad y parámetros para la disgregación de las capas asfálticas y parte de la base granular de un pavimento existente, de acuerdo con las profundidades de corte señaladas en los documentos del proyecto o indicadas por el Interventor.

Incluye las características y requerimiento de las adiciones, la mezcla, compactación y curado de los materiales tratados.

ART. 462 RECICLADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EN PLANTA Y EN CALIENTE.

Presenta los procedimientos y requerimientos de calidad y parámetros para el acopio y utilización de materiales disgregados de capas asfálticas de pavimentos en servicio o excedentes de una mezcla asfáltica no utilizada; la preparación de una nueva mezcla asfáltica en caliente mezclando dichos materiales con agregados pétreos y con cemento asfáltico nuevos y, de ser necesario, agentes rejuvenecedores para reciclado y otros aditivos; el eventual almacenamiento, el

transporte, la colocación y la compactación de la nueva mezcla, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores.

Incluye las características y requerimiento de la obtención del material, la carga, transporte y descargue del material, las adiciones, la mezcla, compactación y curado de los materiales tratados.

Para el artículo 461 y 462.

Se presenta la explotación de materiales y elaboración de agregados, estudios, tratamientos, caracterización y acopio de los materiales por reciclar, diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo, remoción de obstáculos, preparación de la superficie existente, fase de experimentación y calidad del producto terminado. Lo presentado en este artículo es de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

ART. 464 GEOTEXTILES PARA REPAVIMENTACIÓN

Consiste en los procedimientos y requerimientos de calidad y parámetros para el suministro e instalación de un geotextil no tejido y un ligante asfáltico para formar una membrana sobre una superficie previamente preparada, Incluye descripción, características requerimientos del geotextil y el ligante asfáltico.

Para el artículo 464.

Se presenta preparación de la superficie existente, la tasa de aplicación y el proceso de aplicación del ligante asfáltico, la colocación del geotextil y de la capa asfáltica nueva y calidad del producto terminado.

7. DESARROLLO DE EQUIVALENCIAS.

7.1. EQUIVALENCIAS CAPÍTULO 3

ART 300-DISPOCIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE AFIRMADOS, SUB-BASES Y BASES GRANULARES

La normatividad mexicana presentada por el IMT no contiene una norma de disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases y bases granulares, dentro de las normas correspondientes de cada capa de pavimento están expresadas las generalidades para los diferentes ítems de que se componen, respecto a los apartados de ejecución, medición, base de pago, estimación y pago y recepción de la obra se indican que se debe considerar la cláusula D, E, F, G y H respectivamente, convenido en la Norma N-LEG-3, correspondiente a Ejecución de Obras, este documento contempla los criterios de carácter general para la ejecución de obras para la infraestructura del transporte e involucra a generalidades referentes a todas las obras contempladas en la normativa y no específicamente para las capas de pavimentos.

Lo mostrado con anterioridad, a continuación, se explican las disposiciones generales que presenta la normativa mexicana en las cláusulas mencionadas, que se deben aplicar a todas las obras en general, incluyendo sub-bases y bases granulares y estabilizadas.

Art. 300 Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases y bases granulares y estabilizadas	N-LEG-3/16 Ejecución de obras
Requisitos ambientales	Impacto ambiental
<ul style="list-style-type: none">• Especifica que las labores se deben realizar según los estudios y evaluaciones ambientales y disposiciones vigentes del medio ambiente.• Se requiere licencia ambiental para la explotación de los materiales.• Presenta requisitos para los conceptos tratados en el título de la norma como: El uso adecuado del área de preservación ambiental, la planeación de la explotación, conservación del descapote, mantenimiento de drenaje y pendientes y manejo de estabilizantes según autoridades ambientales.	<ul style="list-style-type: none">• Indica que la autorización en materia de impacto ambiental para realizar la obra debe tener en cumplir con los requerimientos expedidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.• Se requiere licencia ambiental para la explotación de bancos de materiales y derechos de uso, esta indica, además, que debe incluir el derecho de vía y expropiación de los inmuebles sobre los cuales se ejecutara la obra.• Presenta requisitos generales sobre el programa que se debe seguir para la obra y trabajos de mitigación ambiental.

<i>Ejecución</i>	<i>Ejecución de obras</i>
<ul style="list-style-type: none"> Indica que los vehículos para el transporte del material deben ser aprobados por el ministerio de transporte y las normas de protección ambiental, incluye recomendaciones para el transporte como el uso de dispositivos para depositar materiales y advierte que puede contaminarse o segregarse el material. Presenta las consideraciones para tener en cuenta para los desvíos cuando se requieran, enfatizando en la colocación de señales según el manual de señalización. 	<ul style="list-style-type: none"> Indica los responsables de entregar la información que se requiera para la ejecución del proyecto y muestra que el contratista debe gestionar los permisos y cuidados para el transporte del material, adquisición, traslado, manejo, almacenamiento de material. Patios de maniobra de las plantas de trituración, cribado, elaboración de concreto asfáltico. Apunta que el contratista construirá y conservará las desviaciones necesarias para facilitar el movimiento en obra al igual que los caminos de acceso para comunicar frentes de trabajo, además de las consideraciones que se requieren, como señalamiento y dispositivos.

<i>Medición</i>	<i>Medición</i>
<ul style="list-style-type: none"> Menciona que el interventor medirá para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a satisfacción. Especifica que la precisión será la indicada en cada artículo y el método de redondeo será el respectivo a la norma INV E-823. 	<ul style="list-style-type: none"> Menciona que los trabajos que hayan sido ejecutados se medirán de acuerdo con las consideraciones de la fracción D4 de la N•LEG•3•/16, que incluye consideraciones de la SCT y la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionadas con las Mismas. Indica que la medición de los conceptos de obra, las unidades y aproximaciones serán las que se establezcan en cada especificación particular. Presenta las consideraciones para el redondeo de unidades o cifras decimales.
<i>Formas de pago</i>	<i>Base de pago, estimación y pago de obras</i>
<ul style="list-style-type: none"> Indica que la unidad de pago se hará por m³. Enlista todas las consideraciones que conforman el precio unitario para el concepto de trabajo de bases y sub-base granulares y estabilizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Exhibe las normativas a cumplir para el análisis, cálculo e integración de precios unitarios. (como se mencionó, no especifica para bases y sub-base granulares y estabilizadas, sino se enfoca en el cálculo general para un concepto de trabajo).

<i>Formas de pago</i>	<i>Recepción de la obra</i>
<ul style="list-style-type: none"> Incluye los responsables, como el contratista en caso de irregularidades. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye los requisitos para entregar un concepto de trabajo, el protocolo ante la secretaria, las sanciones y estímulos. Indica los responsables durante inconvenientes con la recepción de la obra.

ART 311-AFIRMADO.

No hay una normativa referente a pavimentos tipo afirmados, no se encuentra información acerca de los materiales, equipos, ejecución y demás ítems tratados en las especificaciones INVIAS.

(No se descarta la posibilidad de equivalencia con alguna normativa, estamos a la espera de consultas realizadas al IMT)

ART 310-CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE.

Según el INVIAS el proceso se realiza para afirmados existentes, ante la falta de normatividad referente a pavimentos tipo afirmados, no se encuentra información acerca de los materiales, equipos, ejecución y demás ítems tratados en las especificaciones.

(No se descarta la posibilidad de equivalencia con alguna normativa, estamos a la espera de consultas realizadas al IMT)

ART 312-TRATAMIENTO PALIATIVO DEL POLVO EN AFIRMADOS.

No hay una norma Mexicana en las presentadas por el IMT, en las que se detalle específicamente el tratamiento paliativo del polvo en afirmados, sin embargo el

Cloruro de Calcio se emplea como material que se coloca sobre las terracerías con el objeto de servir como superficie de rodadura, mejorando su nivel de servicio y disminuyendo la generación de polvo durante el paso de vehículos, lo referente al uso del Cloruro de Calcio, los materiales, equipo, ejecución de obras y demás, se encuentra en la normativa de revestimientos.

Art. 312 tratamiento paliativo de polvo en afirmados	N-CTR-CAR-1-04 -001/03 revestimientos estabilizados y no estabilizados
Contenido	Contenido y definición
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, definiciones de conceptos, referencias, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago.

Materiales	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> • Establece que el material principal para el proceso es el cloruro de calcio y este se podrá emplear en 2 formas (sólido o líquido) y debe cumplir con lo especificado en la norma ASTM 098. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establece que la estabilización se debe realizar por medio de cloruro de calcio.
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta como clasificar la forma del cloruro de calcio en función del grado de concentración y menciona que utilizar otro material (polvo) requiere una especificación particular. • Presentando los requisitos que debe cumplir el agua en caso de no ser potable. 	<ul style="list-style-type: none"> • No presenta detalle acerca de la clasificación del cloruro de calcio. • Menciona que si se utiliza otro tipo de estabilizador debe ser aprobado por la SCT.

Equipo	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocen que se debe utilizar el equipo adecuado para obtener la calidad esperada, ser compatible con los procedimientos, la cantidad, capacidad y eficiencia según el programa de ecuación. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Especifica los requerimientos de los equipos para la aplicación del producto y los accesorios o dispositivos que se deben emplear según la forma del cloruro de calcio (aplicación a presión cuando es líquido, esparcidor de gravilla o agrícola para sólido). 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye descripción de la calidad que deben cumplir los equipos y detalles del diseño de estos, puntualmente abarcan, moto conformadora, compactadores equipos de extendido del cloruro de calcio. (Puntualmente indica que se puede utilizar camiones de volteo con tapa para tirar sello o máquinas agrícolas para esparcir granos o fertilizantes).
<ul style="list-style-type: none"> • Incluye equipos que se requieren para el almacenamiento, las propiedades de los recipientes para el transporte y presenta 3 requisitos para un adecuado almacenamiento y prevenir el acceso a la humedad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye requerimientos acerca del almacenamiento de los materiales e indica la norma a consultar respecto al transporte del material.

Equipo	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> Afirman que cualquier problema por deficiencia se suspenderá el trabajo hasta que se corrija, sustituya o reemplace el equipo. 	

Ejecución de los trabajos	Ejecución de trabajos
<ul style="list-style-type: none"> Presenta una fase de experimentación, en el que se determinan las condiciones de trabajo satisfactorias, incluye como se debe tratar una prueba inadecuada y menciona la cantidad máxima de aplicación de cloruro de calcio (0.8 kg/m²). 	<ul style="list-style-type: none"> No presenta fase de experimentación.
<ul style="list-style-type: none"> Indica que se debe realizar una preparación de la superficie, menciona que el material debe satisfacer la granulometría de afirmados del artículo 311 y algunas recomendaciones del proceso de esscarificación e incorporación del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otras normas, específicamente N° LEG° 3. Contiene desarrollo del proceso de compactación previo al tendido y conformación (presenta como opción de compactación abrir el tránsito para que se compacte con el paso de los vehículos).
<ul style="list-style-type: none"> Expone el proceso de aplicación del producto, describiendo el protocolo del manejo del equipo. Expone el proceso compactación, describiendo el protocolo del manejo del equipo (equipo de llantas mecánica) y algunas otras recomendaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Contiene desarrollo del proceso de tendido y conformación, orientado a las recomendaciones durante el proceso. (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones) Indica que se debe aplicar un riego de agua por la tarde y cunado no amenace la lluvia las próximas 24 horas. Expone el proceso de extensión del cloruro de calcio, la velocidad de extensión (0.9 kg/m²).
<ul style="list-style-type: none"> Presenta limitaciones en ejecución, en las que se resalta el estado del clima. (36 horas sin probabilidad de ocurrencia de lluvia). 	<ul style="list-style-type: none"> Presenta restricciones del proceso respecto al clima. (24 horas sin lluvia para garantizar la penetración del cloruro de calcio).
<ul style="list-style-type: none"> Presenta recomendaciones de conservación para cada uno de los entes que reciben el trabajo (SCT e INVIAS) 	
<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones sobre manejo ambiental a partir de disposiciones en otro artículo, específicamente art 300.4.8. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones sobre prácticas ambientales a partir de disposiciones en otro manual, específicamente N° CTR° CAR 1° 10° 001.

Condiciones para el recibo de los trabajos	Criterios de aceptación y rechazo
<ul style="list-style-type: none"> • Se presenta controles de verificación del equipo, del producto a emplear, la calidad de la muestra y las dosificaciones, en cada una se abarca recomendaciones y verificaciones como criterios para aceptar o rechazar el producto. • Menciona recomendaciones respecto a la calidad del agua, el afirmado y el producto terminado, definiendo lotes bajo 3 criterios que se utilizarán para realizar las pruebas de calidad, señala además que normativas se deben tener en cuenta (del capítulo 3, los numerales 312.2.22 y 311.2). • Incluye metodologías para comprobar la dosificación del producto presentando un valor porcentual como indicador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menciona que para que sea aceptado o rechazado se debe comprobar la calidad de los materiales según lo indicado en las fracciones de D.1 hasta D.4 de esta norma respectivamente. • Maneja y expresa las tolerancias de cotas de la estructura por medio de un esquema que representa donde se deben realizar las mediciones y tablas con los valores de tolerancia. • Señala que se debe indagar el manual M CAL 1 02 para los criterios estadístico y de muestreo, el grado de compactación requerido los presente en las tablas donde se especifica las especificaciones que deben cumplir los materiales para subbases.

Medición	Medición
<ul style="list-style-type: none"> • Especifica que la medida será en función de la forma del polvo utilizado (Kg para sólido y L para líquidos) y el cálculo de la cantidad aplicada (Kg o L multiplicado con la longitud real, el ancho autorizado t la dosificación media autorizada). 	<ul style="list-style-type: none"> • Indica que se medirá por m³ de revestimiento compactado según se estabilizado o no, para cada grado de compactación y cada banco en particular o grupo de banco.
Forma de pago	Base de pago
<ul style="list-style-type: none"> • La forma de pago será por Kg o L, según la forma del polvo. • Incluye lo que debe contener el PU. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menciona que se pagara al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de revestimiento compactado. • Incluye lo que debe contener el PU. • Señala que se debe indagar en la norma a N-LEG-3 para estimación y pago. • Señala que se debe indagar en la norma a N-LEG-3 para recepción de la obra.

ART 320-SUB-BASE GRANULAR

La normativa mexicana presenta para sub-bases y bases lo referente a equipo, ejecución de trabajo, criterios de aceptación o rechazo, base de pago, etc., en un solo documento, indicando consideraciones especiales para cada capa por separado y algunas compartidas; respecto a los materiales si contemplan normativa separada.

Art. 320 subbase granular	N-CTR-CAR-1-04-002/12 subbases y bases
Contenido	Contenido y definición
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago respecto subbases granulares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, definiciones de conceptos, clasificación de materiales (N-CMT-4-02-001/16), referencias, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago.

Materiales	N-CMT-4-02-001/16 materiales para subbases
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una clasificación del material a emplear en subbase, siendo estas A, B y C, el material se asigna en tres rangos de tránsito según el número de ejes equivalentes de 80 KN. (menor a 0.5, entre 0.5 y 5, y mayor a 5 millones de ejes equivalentes). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se asigna el material para subbase según el número de ejes equivalentes, incorporándolos en 2 grupos de tránsito. (menor a 1 millón y mayor de 1 millón de ejes equivalentes).
<ul style="list-style-type: none"> • Incluye requisitos sobre Tamaño máximo nominal de las partículas y relación entre el % que pasa tamiz N 200 y el Tamiz N 40. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos de la granulometría se presentan en tablas según el tipo de subbase a utilizar (SBG-50 y SBG-38), en la misma tabla se encuentra las tolerancias expresadas como un valor en %. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos de la granulometría se presentan en tablas y en forma gráfica (en función de los ejes equivalentes), en donde se tiene en cuenta las tolerancias.
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para ensayos de máquina de los ángeles, microdeval, sulfato de sodio, sulfato de magnesio, LL, IP, EA, Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable y CBR en tablas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para LL, IP, CBR, EA, desgaste de los Ángeles y grado de compactación en tablas.

Equipo	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocen que se debe utilizar el equipo adecuado para obtener la calidad esperada, ser compatible con los procedimientos, la cantidad, capacidad y eficiencia según el programa de ecuación. 	
<ul style="list-style-type: none"> • No incluye descripción de los equipos, en cambio mencionan todas las actividades que requieren equipos, como lo es explotación de materiales, pantas de trituración, unidad clasificadora, equipo de mezclado, cargue, transporte, extensión, humedeciendo y compactación del material. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye descripción de la calidad que deben cumplir los equipos y detalles del diseño de estos, puntualmente abarcan planta de mezclado, moto conformadora, extendedora y compactadores.

Equipo	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> Afirman que cualquier problema por deficiencia se suspenderá el trabajo hasta que se corrija, sustituya o reemplace el equipo. 	

Ejecución de los trabajos	Ejecución de trabajos
<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones generales de la preparación de agregados y ejecución de obras a partir de disposiciones en otros artículos, como el art 300.41 y el artículo 105.13.2. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otras normas, específicamente N° LEG° 3.
<ul style="list-style-type: none"> Incluye que se debe seguir las consideraciones de explotación de materiales y elaboración del agregado según el art 300.4.5 y 300.4.3, preparación de la superficie existente 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye como se debe realizar la mezcla de materiales de diferente origen, trabajos previos (acarreo, descarga, preparación del material, humedecimiento y homogenización).
<ul style="list-style-type: none"> Incluye fase de experimentación. Indica los artículos a consultar correspondientes a transporte y almacenamiento de material (art 300.4.5 y 300.4.3). Contiene desarrollo del proceso de extensión y conformación, orientado a los parámetros de calidad para tener en cuenta durante la ejecución. (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones) Contiene desarrollo del proceso de compactación, con énfasis en la densidad seca que se debe lograr después de la compactación (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones) Incluye alternativas para zonas reducidas o con complicaciones en el terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> No incluye fase de experimentación. Incluye requerimientos acerca del almacenamiento de los materiales e indica la normativa a consultar respecto al transporte del material. Contiene desarrollo del proceso de tendido y conformación, orientado a las recomendaciones durante el proceso. (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones) Contiene desarrollo del proceso de compactación, con énfasis el proceso paso a paso, con recomendaciones durante su realización (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones) No incluye alternativas para zonas reducidas o con complicaciones en el terreno.
<ul style="list-style-type: none"> Específica sobre construcción de subbases sobre afirmados. 	<ul style="list-style-type: none"> No específica sobre construcción de subbases sobre afirmados.
<ul style="list-style-type: none"> Presenta recomendaciones de conservación para cada uno de los entes que reciben el trabajo (SCT e INVIAS) 	
<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones sobre manejo ambiental a partir de disposiciones en otro artículo, específicamente art 300.4.8. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones sobre prácticas ambientales a partir de disposiciones en otro manual, específicamente N° CTR° CAR 1° 10° 001.

Ejecución de los trabajos	Ejecución de trabajos
<ul style="list-style-type: none"> Presenta especificaciones y recomendaciones sobre el manejo de bacheos. 	<ul style="list-style-type: none"> No se presenta especificaciones y recomendaciones sobre el manejo de bacheos. Si se requieren se debe consultar las notas referentes a CSV, en trabajos de conservación rutinario. N-CSV-CAR-2-02-003-16 y N-CSV-CAR-2-02-003416

Condiciones para el recibo de los trabajos	Criterios de aceptación y rechazo
<ul style="list-style-type: none"> Indica los controles que se deben llevar a cabo, las pruebas a realizar, control de procedencia, control de producción, prioridad de los ensayos y calidad del producto terminado. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones sobre el muestreo a partir de disposiciones en otros manuales, como M-MMP-4-01-001 y M-MMP-4-01-003.
<ul style="list-style-type: none"> Maneja y expresa las tolerancias de cotas de la estructura textualmente. 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja y expresa las tolerancias de cotas de la estructura por medio de un esquema que representa donde se deben realizar las mediciones y tablas con los valores de tolerancia.
<ul style="list-style-type: none"> Presenta las condiciones y cálculos estadísticos, junto con las recomendaciones de aleatoriedad para la toma muestreo para la determinación del grado de compactación. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar el manual M-CAL-1-02 para los criterios estadístico y de muestreo, el grado de compactación requerido los presente en las tablas donde se especifica las especificaciones que deben cumplir los materiales para subbases.

Medición	Medición
<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar el artículo 300.6.1, donde indica que la unidad de cobro es el m3 y como se debe calcular el volumen (longitud real y secciones transversales establecidas en los planos del proyecto, con previa verificación). 	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la unidad de cobro es el m3 y como se debe calcular el volumen (método de promedio de áreas extremas).

Forma de pago	Base de pago
<ul style="list-style-type: none"> Incluye lo que debe contener el PU. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye lo que debe contener el PU. Señala que se debe indagar en la norma a N-LEG-3 para estimación y pago. Señala que se debe indagar en la norma a N-LEG-3 para recepción de la obra.

ART 330-BASE GRANULAR

Art. 330 base granular	N-CTRR-CAR-1-04-002/12 subbases y bases
Contenido	Contenido y definición
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, definiciones de conceptos, clasificación de materiales (N-CMT-4-02-002/16), referencias, requisitos de calidad para bases de pavimentos asfálticos y de pavimentos de concreto hidráulico, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago.

Materiales	N-CMT-4-02-002/16 materiales para bases hidráulicas
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una clasificación del material a emplear en base, siendo estas A, B y C, el material se asigna en tres rangos de trasmisión según el número de ejes equivalentes de 80 KN. (menor a 0.5, entre 0.5 y 5, y mayor a 5 millones de ejes equivalentes). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se asigna el material para base según el número de ejes equivalentes, especificando el porcentaje de trituración de roca sana. (debe ser 100%, 85% y 50% mínimo para más de 10 millones, entre 1 y 10, y menor a 1 millón de ejes equivalentes de 8.2 Ton respectivamente).
<ul style="list-style-type: none"> • Incluye requisitos sobre Tamaño máximo nominal de las partículas y relación entre el % que pasa tamiz N 200 y el Tamiz N 40. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos de la granulometría se presentan en tablas según el tipo de base a utilizar (BG-40 y BG-27, para gradación gruesa y BG-38 y BG-25 para gradación fina), en la misma tabla se encuentra las tolerancias expresadas como un valor en %. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos de granulometría se presentan en tablas y en forma gráfica, en este caso se presenta diversas tablas y graficas para cuando inmediatamente después de la construcción de la base se coloque carpeta de concreto hidráulico, carpeta de mezcla asfáltica de granulometría densa y solamente un tratamiento asfáltico superficial (en función de los ejes equivalentes y el % que pasa), en la gráfica se tiene en cuenta las tolerancias.
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para ensayos de máquina de los ángeles, microdeval, evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10% de finos, sulfato de sodio, sulfato de magnesio, LL, IP, EA, valor azul de metileno, Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, caras fracturadas, angularidad de la fracción fina, índices de alargamiento y aplanamiento y CBR en tablas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para LL, IP, EA, CBR, desgaste de Los Ángeles, partículas alargadas y lajeadas y grado de compactación en tablas; para cuando inmediatamente después de la construcción de la base se coloque carpeta de concreto hidráulico, pavimentos asfálticos y solamente un tratamiento asfáltico superficial.

Equipo	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> Reconocen que se debe utilizar el equipo adecuado para obtener la calidad esperada, ser compatible con los procedimientos, la cantidad, capacidad y eficiencia según el programa de ecuación. 	
<ul style="list-style-type: none"> No incluye descripción de los equipos, en cambio mencionan todas las actividades que requieren equipos, como lo es explotación de materiales, pantas de trituración, unidad clasificadora, equipo de mezclado, cargue, transporte, extensión, humedeciendo y compactación del material. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye descripción de la calidad que deben cumplir los equipos y detalles del diseño de estos, puntualmente abarcan planta de mezclado, moto conformadora, extendedora y compactadores.
<ul style="list-style-type: none"> Afirman que cualquier problema por deficiencia se suspenderá el trabajo hasta que se corrija, sustituya o reemplace el equipo. 	

Ejecución de los trabajos	Ejecución de trabajos
<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones generales de la preparación de agregados y ejecución de obras a partir de disposiciones en otros artículos, como el art 300.41 y el artículo 105.13.2. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otros manuales, específicamente N° LEG° 3.
<ul style="list-style-type: none"> Incluye que se debe seguir las consideraciones de explotación de materiales y elaboración del agregado según el art 300.4.5 y 300.4.3, preparación de la superficie existente 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye como se debe realizar la mezcla de materiales de diferente origen, trabajos previos (acarreo, descarga, preparación del material, humedecimiento y homogenización).
<ul style="list-style-type: none"> Incluye fase de experimentación. Indica los artículos a consultar correspondientes a transporte y almacenamiento de material (art 300.4.5 y 300.4.3). Contiene desarrollo del proceso de extensión y conformación, orientado a los parámetros de calidad para tener en cuenta durante la ejecución. (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones) Contiene el desarrollo del proceso de compactación, con énfasis en la densidad seca que se debe lograr después de la compactación (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones) 	<ul style="list-style-type: none"> No incluye fase de experimentación. Incluye requerimientos acerca del almacenamiento de los materiales e indica el manual a consultar respecto al transporte del material. Contiene desarrollo del proceso de tendido y conformación, orientado a las recomendaciones durante el proceso. (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones) Contiene el desarrollo del proceso de compactación, con énfasis el proceso paso a paso, con recomendaciones durante su realización (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones)
<ul style="list-style-type: none"> Presenta recomendaciones de conservación para cada uno de los entes que reciben el trabajo (SCT e INVIAS) 	

<i>Ejecución de los trabajos</i>	<i>Ejecución de trabajos</i>
<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones sobre manejo ambiental a partir de disposiciones en otro artículo, específicamente art 300.4.8. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones sobre prácticas ambientales a partir de disposiciones en otro manual, específicamente N-CTR-CAR-1-10-001.
<ul style="list-style-type: none"> Presenta especificaciones y recomendaciones sobre el manejo de bacheos. 	<ul style="list-style-type: none"> No se presenta especificaciones y recomendaciones sobre el manejo de bacheos. Si se requieren se debe consultar las notas referentes a CSV, en trabajos de conservación rutinario. N-CSV-CAR-2-02-003-16 y N-CSV-CAR-2-02-003416.

<i>Condiciones para el recibo de los trabajos</i>	<i>Criterios de aceptación y rechazo</i>
<ul style="list-style-type: none"> Indica los controles que se deben llevar a cabo, las pruebas a realizar, control de procedencia, control de producción, prioridad de los ensayos y calidad del producto terminado. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones sobre el muestreo a partir de disposiciones en otros manuales, como M-MMP-4-01-001 y M-MMP-4-01-003.
<ul style="list-style-type: none"> Maneja y expresa las tolerancias de cotas de la estructura textualmente. 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja y expresa las tolerancias de cotas de la estructura por medio de un esquema que representa donde se deben realizar las mediciones y tablas con los valores de tolerancia.
<ul style="list-style-type: none"> Presenta las condiciones y cálculos estadísticos, junto con las recomendaciones de aleatoriedad para la toma muestreo para la determinación del grado de compactación. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar el manual M-CAL-1-02 para los criterios estadístico y de muestreo, el grado de compactación requerido los presente en las tablas donde se especifica las especificaciones que deben cumplir los materiales para bases.

<i>Medición</i>	<i>Medición</i>
<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar el artículo 300.6.1, donde indica que la unidad de cobro es el m³ y como se debe calcular el volumen (longitud real y secciones transversales establecidas en los planos del proyecto, con previa verificación). 	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la unidad de cobro es el m³ y como se debe calcular el volumen (método de promedio de áreas extremas).

<i>Forma de pago</i>	<i>Base de pago</i>
<ul style="list-style-type: none"> Incluye lo que debe contener el PU. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye lo que debe contener el PU. Señala que se debe indagar en la norma a N-LEG-3 para estimación y pago. Señala que se debe indagar en la norma a N-LEG-3 para recepción de la obra.

ART 340-BASE ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.

El IMT no presenta consolidada la información sobre base estabilizada con emulsión asfáltica en una sola normativa, lo que si presenta es 3 documentos, donde se especifican los tipos de estabilizaciones, propiedades que deben cumplir los materiales empleados para tratamientos en los que se incluye emulsiones asfálticas, todo lo relacionado con la ejecución y control de calidad de los trabajos de subbases y bases estabilizadas, además de consideraciones que se recomiendan tener en cuenta en la construcción de capas estabilizadas; incluye parte de los aspectos mencionados generales para diferentes tipos de estabilizaciones y capas en donde se apliquen aunque no incluye especificaciones de ensayos de estas, presenta aspectos específicos en los requisitos de calidad para materiales modificados.

A continuación, se presenta una comparación de la presentación y recomendaciones dispuestas en las normas mexicanas respecto al proceso de estabilización con emulsión asfáltica reunidas de los 3 documentos mencionados.

Art. 340 base estabilizada con emulsión asfáltica.	N-CTR-CAR-1-04 -003/14 capas estabilizadas N-CSV-CAR-4-02 -005/14 construcción de subbases o bases estabilizadas N-CMT- 4- 02- 003/04 materiales para bases tratadas
Contenido	Contenido y definición
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, resumen de los materiales que se usan para estabilizar y las capas en las que se pueden aplicar, referencias, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago.

Materiales	N-CMT- 4- 02- 003/04 materiales para bases tratadas
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una clasificación de los materiales que pueden ser utilizados para estabilizar, haciendo la distinción entre agregados pétreos y agregados naturales, el nivel de tránsito que pueden ser aplicados (naturales solo nivel de tránsito NT1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se menciona las normativas que los materiales deben cumplir según lo estipulado en materiales de bases, bases tratadas y calidad de materiales asfálticos. • Esta norma califica las estabilizaciones con emulsión asfáltica en materiales estabilizados con asfalto.
<ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos de la granulometría se presentan en tablas según el tipo de base estabilizada a utilizar (BEE-38 y BEE-25), en la misma tabla se encuentra las tolerancias expresadas como un valor en %; y se establece que materiales no pueden y no deben traer los agregados pétreos y características de los suelos granulares naturales. • El requisito granulométrico se presenta para una base estabilizada con suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos de granulometría no se presentan, sino que se establece que se debe cumplir la granulometría que se presenta en la norma N-CMT-4-02-002(Materiales para bases hidráulica). • Detalla que el material debe cumplir con % de desprendimiento por fricción, % de cubrimiento con asfalto y contenido de materia orgánica, añadiendo los manuales que detallan el proceso de medición.

 Materiales 	 N-CMT- 4- 02- 003/04 materiales para bases tratadas
(BEE-5), con su correspondiente tolerancia en %.	<ul style="list-style-type: none"> • Especifica el grado de compactación que debe resultar de la estabilización.
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para ensayos de materiales pétreos p estabilización como desgaste en la máquina de los ángeles, microdeval, evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10% de finos, perdida en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, LL, IP, EA, contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable y CBR en tablas. • Contiene límites para ensayos de materiales granulares para estabilización como clasificación según el sistema AASHTO, IP, EA para los suelos que se piden como requisito, terrones de arcilla y partículas deleznable y CBR en tablas. 	<ul style="list-style-type: none"> • No contiene límites permisibles, sugiere los que se debe cumplir los presentado en la norma N-CMT-4- 02-002 (Materiales para bases hidráulica y en la norma N-CMT-4-05-001 (Calidad de materiales asfaltico) • Presenta especificaciones sobre los tamaños máximos permisibles y requisitos de calidad para bases diseñadas mediante el método Marshall con ayudad de tablas.
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripciones de otros materiales para estabilización como lo son: materiales bituminosos, puzolanas, adictivos mejorados de adherencia (indica el articulo al cual nos debemos dirigir, art 412) y consideraciones sobre el agua a utilizar, presentando los requisitos que debe cumplir el agua en caso de no ser potable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene especificaciones de la calidad de la emulsión, el tipo de emulsión que se debe emplear y las temperaturas para la mezcla. • Contiene descripciones de otros materiales para estabilización como lo son cal y cemento, presenta base de mezcla asfáltica (base negra) y base de concreto hidráulico magro o de baja resistencia.

 Equipo 	 Equipo
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocen que se debe utilizar el equipo adecuado para obtener la calidad esperada, ser compatible con los procedimientos, la cantidad, capacidad y eficiencia según el programa de ecuación. 	
<ul style="list-style-type: none"> • No Incluye descripción de los equipos que se requieren utilizar, en cambio mencionan todas las actividades que requieren equipos, como lo es explotación de materiales, pantas de trituración, unidad clasificadora, equipo de mezclado, cargue, transporte, distribución de agua, emulsión asfáltica y de puzolanas y aditivos, extensión, compactación y nivelación de la mezcla estabilizada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye descripción de la calidad que deben cumplir los equipos y algunos detalles de diseño de estos, puntualmente abarcan planta de mezclado, estabilizadoras, moto conformadoras, extendedoras y compactadores.

Equipo	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> Afirman que cualquier problema por deficiencia se suspenderá el trabajo hasta que se corrija, sustituya o reemplace el equipo. 	

Ejecución de los trabajos	Ejecución de trabajos
<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones generales de la preparación de agregados y ejecución de obras a partir de disposiciones en otros artículos, como el art 300.41 y el artículo 105.13.2. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otras normas, específicamente N° LEG° 3.
<ul style="list-style-type: none"> Incluye que se debe seguir las consideraciones de verificación de muestras de los materiales que se proponen utilizar, indicaciones sobre la decisión de efectuar modificaciones, fijación del contenido de agua óptimo y por medio de una tabla menciona la norma de ensayo y el método que se requiere para el diseño de mezcla de bases estabilizadas con emulsión asfálticas. Presenta diseños de mezcla por resistencia y por extrusión apoyados en tablas con el parámetro, norma de ensayo y valor mínimo que debe cumplir. Indica que se debe y como se debe presentar un informe con la información para el diseño de mezcla. 	<ul style="list-style-type: none"> No presenta especificaciones para verificar la calidad de los materiales a utilizar, sin embargo, expone que los materiales deben cumplir las normas de calidad de materiales para bases y materiales para bases tratadas. No presenta diseños de mezcla y valores mínimos a cumplir según dicho diseño. No indica que se deba presentar un informe sobre el diseño de mezcla.
<ul style="list-style-type: none"> Exhibe las condiciones que se deben tener en cuenta para la preparación de la superficie existente, la superficie que va a servir de apoyo, la contemplación de aplicación de una imprimación (señalando el art 420), cuando se requiere escarificación, la adición de suelos para aporte y la condición del proceso de construcción de dispositivos de drenaje. En la parte de limitaciones en la ejecución menciona condiciones climáticas para realizar la estabilización. 	<ul style="list-style-type: none"> Contiene los trabajos previos que se van a realizar para la estabilización, como verificación de la calidad de la superficie existente, la metodología de acarreo y exige una serie de condiciones climáticas para aprobar el comienzo de la construcción de la capa estabilizada.
<ul style="list-style-type: none"> Incluye fase de experimentación. Indica recomendaciones de protección para los vehículos y el transporte de los materiales para estabilización y también los artículos a consultar correspondientes a transporte y almacenamiento de material (art 300.4.5 y 300.4.3). Contiene desarrollo del proceso de elaboración de la mezcla, con varias opciones de mezcla con condiciones de uso, revisiones y casos de excedencia; específicamente son mezcla en vía en 	<ul style="list-style-type: none"> No incluye fase de experimentación. Incluye requerimientos acerca del almacenamiento de los materiales e indica el manual a consultar respecto al transporte del material. Incluye consideraciones mediante un paso a paso del mezclado del material, nombrando 3 procedimientos: mezclado en planta, mezclado en el lugar y mezclado con moto conformadora. Contiene el desarrollo del proceso de tendido y conformación, exponiendo el

<i>Ejecución de los trabajos</i>	<i>Ejecución de trabajos</i>
<p>varias pasadas, mezcla en vía en una sola pasada, mezcla en planta fija y mezcla en planta caminera.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contiene el desarrollo del proceso de extensión y compactación de la mezcla, junto con el procedimiento que se debe realizar según como se elaboró la mezcla. • Presenta recomendaciones para cuando se requiere compactar en una zona adecuada y con proximidad a estructura rígidas. • Presenta indicaciones para tener en cuenta en las juntas de trabajo. • Se encuentran valores de contenido de humedad e indica el artículo a seguir para la aplicación de riesgos de protección (Art 422), con valores para el ligante residual y condiciones de la dosificación del ligante como parámetro para el correcto curado y protección superficial de la capa compactada. 	<p>proceso paso a paso, con recomendaciones durante su realización, algunas de estas según el procedimiento de mezclado empleado. (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones).</p> <ul style="list-style-type: none"> • No presenta recomendaciones sobre compactación en zonas inadecuadas, juntas de trabajo. • Menciona la necesidad de realizar el curado según el producto estabilizador, no específica para emulsiones asfálticas. • Indica recomendaciones sobre la protección de la capa estabilizada. • Presenta paso a paso las consideraciones específicas respecto al transporte (tiempo máximo de transporte, temperaturas que, durante los recorridos, las longitudes del transporte máximas, cuidado del material y características del vehículo de transporte) y almacenamiento del material (características del lugar de almacenamiento, del ambiente exterior, la disposición del material, el cuidado, el periodo de almacenamiento).
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta recomendaciones de conservación para cada uno de los entes que reciben el trabajo (SCT e INVIAS) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Señala consideraciones sobre manejo ambiental a partir de disposiciones en otro artículo, específicamente art 300.4.8. 	<ul style="list-style-type: none"> • No menciona consideraciones sobre prácticas ambientales.

<i>Condiciones para el recibo de los trabajos</i>	<i>Criterios de aceptación y rechazo</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Indica los controles y artículos que se deben cumplir respecto a la calidad de los productos bituminosos, calidad del agua, calidad de los aditivos y elementos de aporte. • Incluye los artículos a seguir, la frecuencia de verificación de ensayos por medio de una tabla que especifica la característica a evaluar, la norma de ensayo, y la frecuencia para establecer la calidad de los agregados pétreos y suelos granulares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Señala consideraciones sobre el muestreo a partir de disposiciones en otros manuales, como M•MMP• 4• 01• 001 y M•MMP• 4• 01• 003. • Indica los encargados de la responsabilidad de la calidad de los materiales, la selección de los mismo. • Indica cada la frecuencia de verificaciones de ensayos textualmente, junto las características que se deben comprobar.

Condiciones para el recibo de los trabajos	Criterios de aceptación y rechazo
<ul style="list-style-type: none"> Incluye los artículos a seguir, las relaciones a cumplir para la verificación de resistencia, el producto terminado y la compactación, y así, establecer la calidad de la mezcla. 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja y expresa las tolerancias de cotas de la estructura por medio de un esquema que representa donde se deben realizar las mediciones y tablas con los valores de tolerancia.
<ul style="list-style-type: none"> Presenta relaciones matemáticas para la evaluación de la aceptación del grado de compactación. 	<ul style="list-style-type: none"> No presenta relaciones matemáticas para la evaluación de la aceptación del grado de compactación.
<ul style="list-style-type: none"> Maneja tolerancias para las líneas y niveles que debe tener la estructura durante su construcción y finalización, mencionándolas en los apartados de espesor y planicidad, 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja y expresa las tolerancias de líneas y niveles de la estructura por medio de una tabla que considera el nivel de la superficie en cada punto nivelado respecto al del proyecto y el ancho de la corona, del eje de la orilla según la capa estabilizada.
<ul style="list-style-type: none"> Presenta las condiciones y cálculos estadísticos, junto con las recomendaciones de aleatoriedad para la toma muestreo para la determinación del grado de compactación. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar el manual M-CAL-1-02 para los criterios estadístico y de muestreo, el grado de compactación requerido los presente en las tablas donde se especifica las especificaciones que deben cumplir los materiales para bases. Menciona que se deben realizar las pruebas necesarias para asegurar el cumplimiento del grado de compactación y de estabilidad, señalando el cumplimiento de lo indicado en las normas N-CTR-CAR-1-04-00(capas estabilizadas), N-CSV-CAR-4-02-001, (recuperación en frío de pavimentos asfálticos), NCSV-CAR-4-02-005 (Construcción de subbases o bases estabilizadas) y N-CSV-CAR-4-02-006, (Construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo), según sea el caso.

Medición	Medición
<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar el artículo 300.6.1, donde indica que la unidad de cobro es el m3 y como se debe calcular el volumen (longitud real y secciones transversales establecidas en los planos del proyecto, con previa verificación). 	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la unidad de cobro es el m3 de capa estabilizada compactada y como se debe calcular el volumen (levantamientos topográficos).

Forma de pago	Base de pago
<ul style="list-style-type: none"> Incluye lo que debe contener el PU, incluyendo que, para el caso de bases estabilizadas con materiales provenientes de la misma vía, el PU deberá incluir su escarificación en el espesor requerido y su 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye lo que debe contener el PU. Indica que los productos estabilizadores se pagaran al precio fijado en el contrato por Kg o L. Señala que se debe indagar en la norma a N-LEG-3 para estimación y pago.

Forma de pago	Base de pago
<p>posterior pulverización hasta cumplir las exigencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> Indica los artículos que se debe tener en cuenta para el cobro, respecto al pago de base estabilizada, suministro de emulsión asfáltica y puzolanas (Art 300.7.1, 411 y 340.2.3, el artículo 300.7.1 no se encuentra dentro de la especificación). 	<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar en la norma a N-LEG-3 para recepción de la obra.

ART 350-SUELO-CEMENTO

Al igual que lo mencionado en “bases estabilizadas con emulsión asfáltica”, en la normativa mexicana se tendrá en cuenta 3 normas, en las que se encuentran las disposiciones para tratamientos cercano al suelo-cemento, por lo que en el siguiente cuadro se expresa muchas de las mismas recomendaciones generales para capas estabilizadas, construcción de subbases o bases tratadas, y con cambios en la información de requisitos de calidad de los materiales respecto al tratamiento que consideran las normas tomadas.

Art. 340 Base estabilizada con emulsión asfáltica.	N-CTR-CAR-1-04-003/14 capas estabilizadas
---	--

	N-CMV-CAR-4-02-005/14 construcción de subbases o bases estabilizadas N-CMT- 4- 02- 003/04 materiales para bases tratadas
Contenido	Contenido y definición
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, resumen de los materiales que se usan para estabilizar y las capas en las que se pueden aplicar, referencias, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago.

Materiales	N-CMT- 4- 02- 003/04 materiales para bases tratadas
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una clasificación de los materiales con base en los criterios para el diseño de la mezcla. (Durabilidad y durabilidad y resistencia). 	<ul style="list-style-type: none"> • Esta norma califica el suelo-cemento en materiales modificados con cemento.
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene requisitos granulométricos del material se suelo cemento en tablas, para cada tipo de gradación con sus respectivas tolerancias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se menciona las normativas que los materiales deben cumplir según lo estipulado en materiales de bases, bases tratadas y calidad de materiales asfálticos. • Los requisitos de granulometría no se presentan, sino que se establece que se debe cumplir la granulometría que se presenta en la norma N-CMT-4-02-002 (Materiales para bases hidráulica). • Especifica el grado de compactación que debe resultar de la estabilización.
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene límites para ensayos como composición (tamaño máximo), LL, IP, contenido de materia orgánica, proporción de sulfatos del material combinado, expresado como % de SO4 y reactividad álcali-agregado, para los 2 tipos de gradación, mediante una tabla. 	<ul style="list-style-type: none"> • No contiene límites permisibles, sugiere los que se debe cumplir los presentado en la norma N-CM-4-02-002 (Materiales para bases hidráulica). • Presenta especificaciones sobre los tamaños máximos permisibles y requisitos de calidad para bases diseñadas mediante el método Marshall con ayuda de tablas.
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene especificaciones del cemento, indicando que debe cumplir lo especificado en el artículo 501; consideraciones sobre el agua a utilizar, presentando los requisitos que debe cumplir en el caso de no ser potable. • Descripción del protocolo para el empleo de aditivos, indicando que estos deben cumplir lo estipulado en la especificación ASTM C 494. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene especificaciones de la calidad de del cemento y agregados a utilizar, el tipo de cemento que se debe emplear (Tipo CPO) y contenido de materia orgánica. • Menciona las normas para determinar la resistencia del cemento y el grado de compactación que debe tener (100%).

Equipo	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> No Incluye descripción de los equipos que se requieren utilizar en detalle, en cambio mencionan el equipo a utilizar por actividad y algunas limitaciones de uso de algunas maquinas, puntualmente abarca los equipos para la elaboración de la mezcla de suelo-cemento, explotación y manejo de materiales y por último escarificación. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye descripción de la calidad que deben cumplir los equipos y algunos detalles de diseño de estos, puntualmente abarcan planta de mezclado, estabilizadoras, moto conformadoras, extendedoras y compactadores.

Ejecución de los trabajos	Ejecución de trabajos
<ul style="list-style-type: none"> Presenta diseños de mezcla por criterios de durabilidad y resistencia apoyados en tablas con el parámetro, norma de ensayo y valor mínimo que debe cumplir. Contiene formula de trabajo para la construcción de la capa. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otras normas, específicamente N° LEG° 3. No presenta especificaciones para verificar la calidad de los materiales a utilizar, sin embargo, expone que los materiales deben cumplir las normas de calidad de materiales para bases y materiales para bases tratadas. No presenta diseños de mezcla y valores mínimos a cumplir según dicho diseño. No indica que se deba presentar un informe sobre el diseño de mezcla.
<ul style="list-style-type: none"> Exhibe las condiciones que se deben tener en cuenta para la preparación de la superficie existente, la superficie que va a servir de apoyo, cuando se requiere escarificación, la adición de suelos para aporte y la condición del proceso de construcción de dispositivos de drenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> Contiene los trabajos previos que se van a realizar para la estabilización, como verificación de la calidad de la superficie existente, la metodología de acarreo y exige una serie de condiciones climáticas para aprobar el comienzo de la construcción de la capa estabilizada.
<ul style="list-style-type: none"> Incluye fase de experimentación. Contiene desarrollo del proceso de elaboración de la mezcla, con 2 opciones de mezcla con condiciones de uso, revisiones y casos de excedencia; estos son: son mezcla en vía y mezcla en planta. Para la segunda mezcla dirige a consultar el artículo 500, numerales 500.3.2 y 500.4.6, para la primera mezcla detalla el cuidado de disgregación del material, apoyado en el numeral 350.2.2, la correcta aplicación del cemento incluyendo desperdicios, el procedimiento a usar, la cantidad de humedad del material y el transito permitido sobre esta; y la metodología de aplicación de la mezcla, el número de pasadas y consideraciones adicionales sobre la humedad. Contiene el desarrollo del proceso de extensión y conformación de la mezcla, 	<ul style="list-style-type: none"> No incluye fase de experimentación. Incluye requerimientos acerca del almacenamiento de los materiales e indica el manual a consultar respecto al transporte del material. Incluye consideraciones mediante un paso a paso del mezclado del material, nombrando 3 procedimientos: mezclado en planta, mezclado en el lugar y mezclado con moto conformadora. Contiene el desarrollo del proceso de tendido y conformación, exponiendo el proceso paso a paso, con recomendaciones durante su realización, algunas de estas según el procedimiento de mezclado empleado. (la actividad principal es prácticamente igual para ambas especificaciones). No presenta recomendaciones sobre compactación en zonas inadecuadas, juntas de trabajo.

<i>Ejecución de los trabajos</i>	<i>Ejecución de trabajos</i>
<p>junto con el procedimiento que se debe realizar y algunos límites de espesores del material tendido presentados textualmente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presenta recomendaciones para cuando se requiere compactar en una zona adecuada y con proximidad a estructura rígidas. • Presenta indicaciones para el proceso de prefisuración, las necesidades de las cuales depende su empleo y la ejecución de juntas transversales. • Presenta indicaciones para tener en cuenta en las juntas de trabajo. • Se encuentra el proceso de compactación y curado de la capa compactada, con sus correspondientes recomendaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menciona la necesidad de realizar el curado según el producto estabilizador, no específica para emulsiones asfálticas. • Indica recomendaciones sobre la protección de la capa estabilizada. • Presenta paso a paso las consideraciones específicas respecto al transporte (tiempo máximo de transporte, temperaturas que, durante los recorridos, las longitudes del transporte máximas, cuidado del material y características del vehículo de transporte) y almacenamiento del material (características del lugar de almacenamiento, del ambiente exterior, la disposición del material, el cuidado, el periodo de almacenamiento).
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta recomendaciones de conservación para cada uno de los entes que reciben el trabajo (SCT e INVIAS) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Señala consideraciones sobre manejo ambiental a partir de disposiciones en otro artículo, específicamente art 300.4.8. 	<ul style="list-style-type: none"> • No menciona consideraciones sobre prácticas ambientales.

<i>Condiciones para el recibo de los trabajos</i>	<i>Criterios de aceptación y rechazo</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta el control de calidad, para la toma de muestras para ejecutar ensayos, las verificaciones periódicas del suelo o agregados, por medio de una tabla que resume dichas verificaciones y algunas consideraciones sobre el cambio de frecuencia, eventualidades y acciones correctivas. • Incluye recomendaciones sobre la calidad del cemento, del agua y de los aditivos y productos de curado (básicamente los expuestos en la sección de ejecución del trabajo). • Expresa la cantidad de muestras que deben cumplir el contenido de cemento, apoyados en ecuaciones que lo determinan en %, incluyendo criterios estadísticos para la aceptación o rechazo del lote. 	<ul style="list-style-type: none"> • Señala consideraciones sobre el muestreo a partir de disposiciones en otros manuales, como M-MMP-4-01-001 y M-MMP-4-01-003. • Indica los encargados de la responsabilidad de la calidad de los materiales, la selección de los mismo. • Indica cada la frecuencia de verificaciones de ensayos textualmente, junto las características que se deben comprobar. • Maneja y expresa las tolerancias de cotas de la estructura por medio de un esquema que representa donde se deben realizar las mediciones y tablas con los valores de tolerancia.

Condiciones para el recibo de los trabajos	Criterios de aceptación y rechazo
<ul style="list-style-type: none"> Expresa la cantidad de muestras que deben cumplir con resistencia, apoyados en relaciones matemáticas que incluyen criterios estadísticos para la aceptación o rechazo del lote. 	
<ul style="list-style-type: none"> Presenta la cantidad de muestras que deben cumplir con el grado de compactación, apoyados en relaciones matemáticas que incluyen los criterios estadísticos para la aceptación o rechazo del lote. (grado de compactación 98% o más). 	<ul style="list-style-type: none"> No presenta relaciones matemáticas para la evaluación de la aceptación del grado de compactación. Menciona que se deben realizar las pruebas necesarias para asegurar el cumplimiento del grado de compactación y de estabilidad, señalando el cumplimiento de lo indicado en las normas N-CTR- CAR-1-04-00 (capas estabilizadas), N-CSV-CAR-4-02-001, (recuperación en frío de pavimentos asfálticos), NCSV-CAR-4-02-005 (Construcción de subbases o bases estabilizadas) y N-CSV-CAR-4-02-006, (Construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo), según sea el caso.
<ul style="list-style-type: none"> Presenta las condiciones y cálculos estadísticos, junto con las recomendaciones de aleatoriedad para la toma muestreo para la determinación del grado de compactación. 	<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar el manual M-CAL-1-02 para los criterios estadístico y de muestreo, el grado de compactación requerido los presente en las tablas donde se especifica las especificaciones que deben cumplir los materiales para bases.

Medición	Medición
<ul style="list-style-type: none"> Señala que se debe indagar el artículo 300.6.1, donde indica que la unidad de cobro es el m3, a excepción del cemento hidráulico que se cobra por kg y como se debe calcular el volumen (longitud real y secciones transversales establecidas en los planos del proyecto, con previa verificación). 	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la unidad de cobro es el m3 de capa estabilizada compactada y como se debe calcular el volumen (levantamientos topográficos).

Forma de pago	Base de pago
<ul style="list-style-type: none"> Incluye lo que debe contener el PU. (establece que se debe tener en cuenta el costo de ejecución de la prefisuración. Indica los artículos que se debe tener en cuenta para el cobro, respecto al pago de 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye lo que debe contener el PU. Indica que los productos estabilizadores se pagaran al precio fijado en el contrato por Kg o L.

Forma de pago	Base de pago
base estabilizada, suministro de emulsión asfáltica y puzolanas (Art 300.7.1, 411 y 340.2.3, el artículo 300.7.1 no se encuentra dentro de la especificación).	<ul style="list-style-type: none"> • Señala que se debe indagar en la norma a N LEG 3 para estimación y pago. • Señala que se debe indagar en la norma a N LEG 3 para recepción de la obra.

ART 351 BASE TRATADA CON CEMENTO.

La normativa mexicana maneja un solo archivo donde maneja las características de los materiales para bases tratadas y uno para construcción de subbases o bases estabilizadas, en este último el procedimiento es básicamente el mismo y hace pequeñas distinciones del material para estabilizaciones y tratamientos, por lo que a excepción de lo presentado a continuación, el contenido para base tratada con cemento en la normativa mexicana es la misma que en el cuadro comparativo del art 350 suelo cemento.

N-CMT- 4- 02- 003/04 <i>Materiales para bases tratadas</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Esta norma clasifica los materiales para base tratada con cemento en materiales estabilizados con cemento. • Presenta la composición del producto final y su funcionalidad. 	

7.2. EQUIVALENCIAS CAPÍTULO 4

A continuación, se procede a comprar las especificaciones dadas por Instituto Nacional de Vías para Colombia, presentadas en el capítulo 4 donde se describen las disposiciones que son generales a los trabajos de imprimación, riegos de liga y de curado; tratamientos superficiales, sellos de arena- asfalto y lechadas asfálticas; bases, capas de mezcla asfáltica, bacheos asfálticos en frío y en caliente y reciclados con productos bituminosos, los artículos a evaluar son:

- ART. 420 Riego de imprimación
- ART. 421 Riego de liga
- ART. 422 Riego de curado
- ART. 430 Tratamiento superficial simple
- ART. 431 Tratamiento superficial doble
- ART. 432 Sello de arena - asfalto
- ART. 433 Lechada asfáltica
- ART. 440 Mezcla densa en frío
- ART. 441 Mezcla abierta en frío
- ART. 450 Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (concreto asfáltico)
- ART.452 Mezcla discontinua en caliente para capa de rodadura (micro aglomerado en caliente)
- ART. 460 Fresado de pavimento asfáltico
- ART. 461 Reciclado de pavimento asfáltico en frío en el lugar empleando ligantes bituminosos
- ART. 462 Reciclado de pavimento asfáltico en planta y en caliente
- ART. 464 Geotextiles para repavimentación

No se describirán los siguientes artículos, esto debido a que no se encontraron equivalencias con la normativa mexicana.

- ART. 431 Tratamiento superficial doble, sólo se especifica para tratamiento superficial simple.
- ART. 432 Sello de arena - asfalto

Se describirá de forma simultánea las características del contenido dado por el Instituto Nacional de Vías para Colombia y por el Instituto Mexicano del transporte.

ART. 420 <i>Riego de imprimación</i>	N·CTR·CAR·1·04·004/15 <i>Riegos de Impregnación</i>
Contenido	Contenido y definición

<p>Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica o un tratamiento bituminoso.</p>	<p>Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la aplicación de riegos asfálticos de impregnación para pavimentos de carreteras de nueva construcción. Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica.</p>
---	--

Materiales	Materiales
<p>Los documentos del proyecto indicarán cuál de los materiales bituminosos indicados en la Tabla 420 - 1 deberá ser utilizado para el riego de imprimación.</p> <p>Se especifica el tipo de material y los requisitos.</p> <p style="text-align: center;">MATERIAL BITUMINOSO</p> <ul style="list-style-type: none"> •Tipo de Material: Emulsión Asfáltica Requisito: Artículo 411 •Tipo de Material: Asfalto líquido Requisito: Artículo 411 <p>Agregado de protección</p>	<p>Los materiales que se utilicen en la aplicación de riegos de impregnación serán los indicados en el proyecto y cumplirán con las características establecidas en la Norma N·CMT·4·05·001.</p> <p>Según el TIPO DE MEZCLA en el que se vayan a utilizar, los materiales pétreos se clasifican como se indica a continuación y se detalla en esta Norma.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría densa; • Materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría abierta; • Materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría discontinua, tipo SMA; • Materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría discontinua, tipo CASAA; • Materiales pétreos para microaglomerados; • Materiales pétreos para capas de rodadura por el sistema de riegos.

Equipo	Equipo
<p>Además de lo que se indica a continuación, rige lo descrito en el numeral 400.3 del Artículo 400. Se especifica que todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras.</p> <p>Para los trabajos de imprimación se requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Equipo de limpieza •Equipo de irrigación •Equipo de distribución de agregado 	<p>El equipo que se utilice para la aplicación de riegos de impregnación será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección.</p> <p>En la selección del equipo el Contratista de Obra considerará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Petrolizadoras •Barredoras mecánicas

Ejecución de Trabajos	Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos
------------------------------	--

<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>No se especifica.</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Se tiene en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Preparación de la superficie existente -Determinación de la dosificación del ligante <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del ligante bituminoso - Determinación de la dosificación del agregado de protección. - Extensión del agregado de protección - Control del tránsito - Limitaciones en la ejecución - Reparaciones - Manejo ambiental 	<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>El transporte y el almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra.</p> <p>Tomando en cuenta lo establecido en la Norma N·CMT·4·05·001, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i>.</p> <p>Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales pétreos antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su almacenamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El material pétreo, una vez tratado, se almacenará en tolvas o silos metálicos sin orificios, con superficie interior lisa y limpia. -Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales. -Para evitar que lleguen a mezclarse montículos de distintos materiales pétreos, estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por paredes colocadas con tal propósito. -Cuando el material pétreo no vaya a usarse por un periodo prolongado, se cubrirá con lonas para protegerlo del clima. <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Además de considerar lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>, se tiene en cuenta lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dosificación de materiales -Condiciones climáticas - Trabajos previos - Aplicación del material asfáltico - Conservación de los trabajos
---	---

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>En cuanto a controles Rige todo lo que resulte aplicable del numeral 400.5.1 del Artículo 400.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo. - Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad correspondientes a la partida de trabajo respectiva. - Verificar el acatamiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente. - Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas y de las mezclas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría. 	<p>No se especifican con claridad los criterios, sin embargo, aclara lo siguiente:</p> <p>Para que un riego de impregnación sea aceptado por la Secretaría, éste cumplirá con todo lo establecido en esta Norma.</p>

<p>- Efectuar ensayos de control de mezcla, tasa de aplicación, extracción de asfalto y granulometría en lechadas asfálticas.</p> <p>Se mencionan las condiciones específicas para el recibo y tolerancias como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad del producto asfáltico - Calidad del agregado de protección - Dosificación 	
---	--

Medición	Medición
<p>Se tienen en cuenta los siguientes procedimientos:</p> <p>-Ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena- asfalto y lechadas asfálticas: La unidad de medida será el metro cuadrado (m2), aproximado al entero.</p> <p><u>--Determinación:</u> El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor.</p> <p>Ejecución de mezclas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos La unidad de medida será el metro cúbico (m3) aproximado al décimo de metro cúbico. <u>--Determinación:</u> El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos u ordenados por el Interventor.</p> <p>Ejecución de bacheos con mezcla asfáltica La unidad de medida será el metro cúbico (m3) aproximado al décimo de metro cúbico. <u>--Determinación:</u> El volumen se determinará multiplicando la superficie en donde el Interventor haya autorizado el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado la mezcla, de acuerdo con la especificación respectiva.</p>	<p>Se realizará según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>, Para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando en cuenta lo siguiente:</p> <p>MEDICIÓN DEL MATERIAL ASFÁLTICO: Se hará tomando como unidad el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecido en el proyecto, con aproximación a la unidad.</p> <p>La medición de la arena o cualquier otro material utilizado para cubrir el riego de impregnación, se hará tomando como unidad el metro cúbico colocado, determinando el volumen del material en los vehículos de transporte inmediatamente antes de su colocación, verificándolo a partir de la cantidad en litros por metro cuadrado, que sea tendido de acuerdo con lo establecido en el proyecto u ordenado por la Secretaría.</p>

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>Rige lo pertinente del numeral 400.7 del Artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.7.2.</p> <p>Los ítems de pago son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Riego de imprimación con emulsión asfáltica CRL-0 (Metro cuadrado (m2)) 	<p>-El material asfáltico se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecido en el proyecto.</p>

<p>-Riego de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1 (Metro cuadrado (m2))</p> <p>-Riego de imprimación con asfalto líquido (Metro cuadrado (m2))</p>	<p>-La arena o cualquier otro material que se haya utilizado para cubrir el riego de impregnación, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico.</p> <p>La estimación de pago se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>, en la que se indica los criterios de carácter general sobre la ejecución, medición, base de pago y estimación de las obras para la infraestructura del transporte.</p>
--	--

ART. 421 Riego de liga	N·CTR·CAR·1·04·005/15Riegos de liga
Contenido	Contenido y definición
<p>Indica los criterios para el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante asfáltico sobre losas de concreto o sobre una capa bituminosa, previamente a la extensión de otra capa bituminosa, que no sea un tratamiento superficial, un sello de arena-asfalto o una lechada asfáltica.</p>	<p>Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la aplicación de riegos asfálticos de liga, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.</p> <p>Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una base o una carpeta asfáltica, con objeto de lograr una buena adherencia con la capa de mezcla asfáltica que se construya encima.</p>

Materiales	Materiales
<p>Se especifican las propiedades de los materiales bituminosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Tipo de Material: Emulsión Asfáltica Requisito: Artículo 411 •Tipo de Material: Emulsión asfáltica con polímeros Requisito: Artículo 415 	<p>Los materiales que se utilicen en la aplicación de riegos de liga.</p> <p>Deben cumplir con las características establecidas en las Normas N·CMT·4·05·001, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i> o N·CMT·4·05·002, <i>Calidad de Materiales Asfálticos Modificados</i>, allí se encuentran los criterios de calidad para cemento asfáltico, emulsión asfáltica y asfalto rebajado.</p>

Equipo	Equipo
<p>Para los trabajos de riego de liga se requieren elementos mecánicos de limpieza, carro tanques irrigadores de asfalto y, eventualmente, sistemas de aplicación del riego, incorporados a los de extensión de las mezclas asfálticas.</p> <p>El equipo de limpieza previa de la superficie está constituido por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Barredora mecánica y/o sopladora mecánica. <p>Además, se indica en el numeral 400.3 del Artículo 400, donde se especifica que todos los equipos empleados deberán ser compatibles</p>	<p>El equipo que se utilice para la aplicación de riegos de liga será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, y conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección.</p> <p>En la selección del equipo el Contratista de Obra considerará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Petrolizadoras -Barredoras mecánicas

<p>con los procedimientos de construcción adoptados, se describen las características del equipo para la elaboración de los agregados triturados, la planta para fabricación de mezclas asfálticas en caliente.</p>	
---	--

<p>Ejecución de Trabajos</p>	<p>Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos Aplicación del material asfáltico</p>
<p><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>No se especifica.</p> <p><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Se tiene en cuenta:</p> <p>-Preparación de la superficie existente: La superficie sobre la cual se ha de aplicar el riego de liga deberá cumplir todos los requisitos de calidad y uniformidad exigidos.</p> <p>-Determinación de la dosificación del ligante: En condiciones normales, las dosificaciones serán del orden de doscientos a trescientos gramos de ligante residual por metro cuadrado (200 a 300 g/m²).</p> <p>- Aplicación del ligante bituminoso: La aplicación del ligante se hará con el equipo aprobado y a una temperatura tal, que dé lugar a una viscosidad Saybolt-Furol entre diez y cuarenta segundos (10 sSF - 40 sSF)</p> <p>- Control del tránsito No se permitirá transitar por la superficie sobre la cual se ha aplicado el riego de liga, sin la autorización del Interventor.</p>	<p><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>Se hace teniendo en cuenta lo establecido en la Norma N·CMT·4·05·001, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i> y N·CMT·4·05·002, <i>Calidad de Materiales Asfálticos Modificados</i>. Allí se establecen los requisitos de transporte y almacenamiento de los materiales asfálticos con el propósito de evitar la alteración de sus propiedades, se atienden los siguientes aspectos:</p> <p>-Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo</p> <p>-Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo</p> <p>-Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo</p> <p>-Carga eléctrica de las partículas Y del residuo de la destilación:</p> <p>-Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s</p> <p>-Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10-1 mm</p> <p>-Ductilidad a 25°C; cm, mínimo</p> <p><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>, para la aplicación de riegos de liga, en la que establecen los requisitos para los datos de construcción, permisos, desviaciones y caminos de acceso y ejecución.</p> <p>Además de esto se tiene que considerar lo siguiente:</p> <p>- Dosificación de materiales: La dosificación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de liga se realizará según lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría.</p> <p>-Condiciones climáticas: Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas.</p>

<p>- Limitaciones en la ejecución Los trabajos de aplicación del riego de liga se deberán realizar en condiciones de luz solar y ausencia de lluvia</p> <p>- Reparaciones - Manejo ambiental</p>	<p>-Trabajos previos: toda la superficie por cubrir estará debidamente preparada, exenta de basura, piedras, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido.</p> <p>-Aplicación del material asfáltico Se hará teniendo en cuenta los requisitos de las juntas transversales, la altura de la barra petrolizadora, la aplicación del material asfáltico.</p> <p>-Conservación de los trabajos</p>
--	--

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>Se establecen las condiciones indicadas en el numeral 400.5.1 del Artículo 400. Se describen las condiciones específicas para el recibo y tolerancias como: -Calidad del material bituminoso -Dosificación</p>	<p>Para que un riego de liga sea aceptado por la Secretaría, éste cumplirá con todo lo establecido en esta Norma.</p> <p>No se especifican las condiciones.</p>

Medición	Medición
<p>Rige lo pertinente del numeral 400.6 del Artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.6.1: Ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena- asfalto y lechadas asfálticas. La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Interventor. <u>--Determinación:</u> El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor.</p> <p>Ejecución de mezclas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos La unidad de medida será el metro cúbico (m³) aproximado al décimo de metro cúbico. <u>--Determinación:</u> El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos u ordenados por el Interventor.</p> <p>Ejecución de bacheos con mezcla asfáltica La unidad de medida será el metro cúbico (m³) aproximado al décimo de metro cúbico. <u>--Determinación:</u> El volumen se determinará multiplicando la superficie en donde el Interventor haya autorizado</p>	<p>Cuando la obra se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y el riego de liga sea ejecutado conforme a lo indicado en esta Norma. Se medirá según las Normas N-CTR-CAR-1-04-006, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente: Tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, con aproximación a la unidad.</p> <p>N-CTR-CAR-1-04-007, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Frío: Tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, con aproximación a la unidad.</p> <p>N-CTR-CAR-1-04-008, Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Frío Tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, con aproximación a la unidad. N-CTR-CAR-1-04-010 Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Caliente. Tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, con aproximación a la unidad. <u>--Determinación:</u> Volumen de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente de cada tramo de 1 km o fracción, (m³) se calculará multiplicando la longitud del plano (m), Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo (m) y el ancho promedio de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, obtenido con base en las</p>

el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado la mezcla, de acuerdo con la especificación respectiva.	distancias entre el eje y las orillas de la carpeta asfáltica.
--	--

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>Ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena- asfalto y lechadas asfálticas. El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m2)</p> <p>Ejecución de mezclas en frío y en caliente y bacheos con mezcla asfáltica: El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m3), para toda obra ejecutada.</p> <p>Ejecución de reciclado de pavimentos Asfálticos: El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m3), para toda obra ejecutada.</p>	<p>Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta asfáltica terminada en cada tramo de un (1) kilómetro o fracción. La estimación y pago de los riegos de liga aplicados, se indica en las Cláusulas K. de las Normas N·CTR·CAR·1·04·006, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente, N·CTR·CAR·1·04·007, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Frío N·CTR·CAR·1·04·008, Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Frío y N·CTR·CAR·1·04·010, Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Caliente. Las cuales indican: “El Contratista de Obra recibirá como pago total por la ejecución satisfactoria de los trabajos para una obra en un determinado periodo, el importe que resulte de aplicar los precios unitarios a las cantidades de obra realizadas o, en su caso, el importe acordado en el contrato por meta conseguida de acuerdo con el programa de montos mensuales de obra, cuando ésta se contrate a precio alzado”</p>

Para el siguiente artículo no se encontró equivalencia en la normativa mexicana, sin embargo, en la **N·CMT·4·001/06**, Calidad de materiales asfálticos, contiene las características de calidad de los materiales asfálticos que se utilicen para la elaboración de carpetas y mezclas asfálticas, considerando el uso de la emulsión asfáltica para la elaboración de carpetas, mezclas, morteros, riegos y estabilizaciones.

ART. 422 Riego de curado	N·CMT·4·001/06 Calidad de los materiales asfálticos
Contenido	Contenido y definición
Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, con el fin de brindar impermeabilidad a toda su superficie.	Esta Norma contiene las características de calidad que deben cumplir los materiales asfálticos que se utilicen en la elaboración de carpetas y mezclas asfálticas.

Materiales	Materiales
-------------------	-------------------

<p>Se especifican las propiedades de los materiales bituminosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Tipo de Material: Emulsión Asfáltica catiónica de rotura rápida tipo CRR-1 	<p>Los materiales que se utilicen en la aplicación de riegos de curado. Deben cumplir con las características establecidas en las Normas N·CMT·4·05·001/06, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i> o N·CMT·4·05·002, <i>Calidad de Materiales Asfálticos Modificados</i>, allí se encuentran los criterios de calidad para cemento asfáltico, emulsión asfáltica y asfalto rebajado. Las emulsiones asfálticas son de: Rompimiento rápido que se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos.</p>
--	---

Equipo	Equipo
<p>Además de lo que se indica a continuación, rige lo descrito en el numeral 400.3 del Artículo 400. Se especifica que todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras.</p> <p>Para los trabajos de imprimación se requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Equipo de limpieza •Equipo de irrigación •Equipo de distribución de agregado 	<p>El equipo que se utilice para la aplicación de riegos de curado será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, y conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección.</p> <p>En la selección del equipo el Contratista de Obra considerará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Petrolizadoras -Barredoras mecánicas

Ejecución de Trabajos	Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos Aplicación del material asfáltico
<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>En aquellos casos en que, a juicio del Interventor, el transporte de materiales pueda perjudicar la obra en ejecución, el Constructor deberá construir los desvíos necesarios. La construcción de estos desvíos no tendrá pago por separado y su costo debe estar incluido como parte del suministro de materiales en los precios unitarios de los ítems correspondientes.</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Se tiene en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Preparación de la superficie existente: <p>La superficie sobre la cual se ha de aplicar el riego de curado deberá cumplir todos los requisitos de calidad y uniformidad exigidos.</p>	<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>Se hace teniendo en cuenta lo establecido en la Norma N·CMT·4·05·001, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i> y N·CMT·4·05·002, <i>Calidad de Materiales Asfálticos Modificados</i>. Allí se establecen los requisitos de transporte y almacenamiento de los materiales asfálticos con el propósito de evitar la alteración de sus propiedades, se atienden los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo -Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo -Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo -Carga eléctrica de las partículas <p>Y del residuo de la destilación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s -Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10-1 mm -Ductilidad a 25°C; cm, mínimo <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p>

<p>Esta dosificación deberá contar con la aprobación del Interventor. Dicha cantidad no será inferior, en ningún caso, a cuatrocientos gramos por metro cuadrado (400 g/m²) de ligante residual.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del ligante bituminoso: La aplicación del ligante se hará con el equipo aprobado y a una temperatura tal, que dé lugar a una viscosidad Saybolt-Furol entre diez y cuarenta segundos (10 sSF - 40 sSF) -Determinación de la dosificación del agregado de protección: La dosificación del agregado de protección será la mínima necesaria para garantizar la integridad del riego de curado. En ningún caso, la cantidad de agregado excederá de seis litros por metro cuadrado (6 l/m²). -Extensión del agregado de protección: El agregado se extenderá con el equipo aprobado, inmediatamente después de la aplicación del ligante. Su humedad, en el momento de la extensión, no podrá exceder de cuatro por ciento (4 %). - Control del tránsito Se prohibirá todo tipo de tránsito sobre la superficie tratada con el riego de curado durante el lapso que determine el Interventor. Una vez permitida la circulación, la velocidad de los vehículos no deberá exceder de treinta kilómetros por hora (30 km/h). - Limitaciones en la ejecución Los trabajos de aplicación del riego de curado se deberán realizar en condiciones de luz solar y ausencia de lluvia - Reparaciones - Manejo ambiental 	<p>Se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>, para la aplicación de riegos de curado, en la que establecen los requisitos para los datos de construcción, permisos, desviaciones y caminos de acceso y ejecución.</p> <p>Además de esto se tiene que considerar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dosificación de materiales: La dosificación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de curado se realizará según lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría. -Condiciones climáticas: Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas. -Trabajos previos: toda la superficie por cubrir estará debidamente preparada, exenta de basura, piedras, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. -Aplicación del material asfáltico Se hará teniendo en cuenta los requisitos de las juntas transversales, la altura de la barra petrolizadora, la aplicación del material asfáltico. -Conservación de los trabajos
--	---

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>Se establecen las condiciones indicadas en el numeral 400.5.1 del Artículo 400. Se describen las condiciones específicas para el recibo y tolerancias como:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Calidad de la emulsión -Calidad del agregado de protección -Dosificación 	<p>Para que un riego de curado sea aceptado por la Secretaría, éste cumplirá con todo lo establecido en esta Norma.</p> <p>No se especifican las condiciones.</p>

Medición	Medición
No habrá lugar a medida, para efecto de pago separado, del riego de curado que se aplique sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico.	Cuando la obra se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y el riego de curado sea ejecutado conforme a lo indicado en esta Norma.

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
No habrá pago separado por el riego de curado. Por lo tanto, todos los costos que impliquen el suministro de los materiales requeridos y la ejecución de los trabajos objeto del presente Artículo, deberán formar parte del precio unitario de la capa tratada con conglomerante hidráulico que se está protegiendo.	Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta asfáltica terminada en cada tramo de un (1) kilómetro o fracción. La estimación y pago de los riegos de liga aplicados, se indica en las Cláusulas K. de las Normas N·CTR·CAR·1·04·006, Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente.

ART. 430 Tratamiento superficial simple	N·CSV·CAR-3-02-002/15 Capas de rodadura de un riego
Contenido	Contenido y definición
Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de material bituminoso sobre una superficie preparada, seguido por la extensión y compactación de una capa de agregado pétreo, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o establecidos por el Interventor.	Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de capas de rodadura de un riego, como tratamiento superficial de carpetas asfálticas de carreteras en operación.

Materiales	Materiales
<p>Se especifican las propiedades de los materiales bituminosos:</p> <p>Los agregados pétreos deberán cumplir los requisitos generales del Artículo 400, numeral 400.2.1, y los requisitos particulares de la Tabla 430-1, para nivel de tránsito NT-1 y NT-2.</p> <p>Los requisitos de los agregados para tratamiento superficial simple consideran:</p> <p>DUREZA, AGREGADO GRUESO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desgaste en la máquina de los ángeles. - Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval. - Coeficiente de pulimiento acelerado. <p>DURABILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregado grueso, máximo. <p>LIMPIEZA AGREGADO GRUESO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impurezas en agregado grueso, máximo 	<p>Los materiales que se utilicen en la construcción de capas de rodadura de un riego cumplirán con lo establecido en las Normas</p> <p>N·CMT·4·04, <i>Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas</i>,</p> <p>N·CMT·4·05·001, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i>,</p> <p>N·CMT·4·05·002, <i>Calidad de Materiales Asfálticos Modificados</i>,</p> <p>N·CMT·4·05·003, <i>Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras y</i></p>

<p>GEOMETRÍA DE LAS PARTÍCULAS, AGREGADO GRUESO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%) - Caras fracturadas, mínimo (%): una cara / dos caras <p>ADHESIVIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bandeja, mínimo (%) <p>Se especifican también las gradaciones, propiedades del material bituminoso, aditivos mejoradores de adherencia.</p>	<p>N·CMT·4·05·004, <i>Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG</i>, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.</p>
--	--

Equipo	Equipo
<p>Se aplica lo que sea pertinente del numeral 400.3 del Artículo 400.</p> <p>Para la ejecución del tratamiento superficial simple se requiere básicamente equipo para la explotación, elaboración y clasificación de agregados, para la limpieza de la superficie, distribuidor autopropulsado del material bituminoso, esparcidor mecánico de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.</p>	<p>El equipo que se utilice para la construcción de capas de rodadura de un riego será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o aprobada por la Secretaría.</p> <p>En la selección del equipo el Contratista de Obra considerará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Equipo de riego sincronizado -Compactadores -Barredoras mecánicas

Ejecución de Trabajos	Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos Aplicación del material asfáltico
<p><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>No especifica.</p> <p><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Se tiene en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explotación de materiales y elaboración de agregados <p>Rige lo establecido en el Artículo 105, numeral 105.13.3.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dosificación del tratamiento <p>Salvo justificación en contrario, la dosificación por utilizar se encontrará dentro de los límites indicados en la Tabla 430-3.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Preparación de la superficie existente: <p>La construcción del tratamiento no comenzará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva se</p>	<p><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>Se hace teniendo en cuenta lo establecido en la Norma N·CMT·4·05·001, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i> y N·CMT·4·05·002, <i>Calidad de Materiales Asfálticos Modificados</i>.</p> <p>Allí se establecen los requisitos de transporte y almacenamiento de los materiales asfálticos con el propósito de evitar la alteración de sus propiedades.</p> <p><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Para la construcción de capas de rodadura de un riego se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3.</p> <p><i>Ejecución de Obras.</i></p> <p>Además de esto se tiene que considerar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dosificación de materiales: <p>La dosificación de los materiales asfálticos, pétreos, fibras y aditivos que se empleen en la elaboración de las capas de rodadura de un riego, se efectuará atendiendo lo indicado en la Norma N·CMT·4·05·003, <i>Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras</i>, con los materiales y</p>

deberán corregir de acuerdo con lo establecido en el Artículo correspondiente a la unidad de obra de que se trate.

- Aplicación del ligante bituminoso:

La dosificación elegida del ligante se aplicará de manera uniforme a una temperatura que corresponda a una viscosidad Saybolt-Furol comprendida entre veinticinco y cien segundos (25 sSF a 100 sSF).

-Extensión del agregado pétreo:

La extensión del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad aprobada por el Interventor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir.

En el instante de la extensión, la humedad del agregado deberá ser tal, que no perjudique su adhesividad con el ligante bituminoso empleado.

-Aplicación conjugada del ligante y los agregados pétreos:

Si se dispone de un equipo multidistribuidor, la aplicación del ligante bituminoso y la del agregado pétreo se realizarán en una sola operación.

Bajo esta circunstancia, resulta aplicable lo expuesto en el numeral 430.4.5 en relación con la aplicación del ligante, salvo su último párrafo, dada la imposibilidad de que haya tránsito vehicular sobre el ligante recién aplicado.

-Compactación

Las operaciones de compactación se realizarán con el compactador neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo.

-Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

Una vez terminada la compactación y transcurrido el plazo necesario para que el ligante utilizado alcance la cohesión suficiente para resistir la acción normal del tránsito vehicular, se barrerá de manera enérgica la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuar aún después de que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito.

- Control del tránsito

en las proporciones que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

-Trabajos previos: Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la capa de rodadura de un riego, la superficie de la carpeta sobre la que se colocará estará debidamente preparada, exenta de basura, piedras, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. De existir deformaciones transversales o roderas, mayores de seis (6) milímetros de profundidad y si así lo indica el proyecto, previo a la construcción de la capa de rodadura de un riego, se hará un fresado de toda la superficie por cubrir, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·3·02·006, *Fresado de la Superficie de Rodadura en Pavimentos Asfálticos*. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.

-Tramo de prueba: Sobre la superficie donde se construirá la capa de rodadura de un riego, el Contratista de Obra ejecutará previamente un tramo de prueba con una longitud de cuatrocientos (400) metros, con la finalidad de evaluar el procedimiento y los equipos que se utilizarán.

-Aplicación del material asfáltico

Se ajustará la altura de la barra de los aspersores para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría Conservación de los trabajos.

La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra en la que previamente se haya construido la capa de rodadura de un riego, se hará de tal manera que el nuevo riego de material asfáltico se trasape con el de la franja anterior, en un medio ($\frac{1}{2}$) o dos tercios ($\frac{2}{3}$) del ancho de la base del abanico del aspersor extremo de la barra.

-Esparcido del material pétreo:

De ser necesario, el día anterior al esparcido del material pétreo, éste se lavará para eliminar o reducir el efecto del polvo que lo cubre y mejorar sus características de adhesión.

Inmediatamente después de la aplicación del material asfáltico y sólo sobre la superficie regada con la dosificación correcta, se

<p>Se prohibirá todo tipo de tránsito sobre la superficie tratada con el riego de curado durante el lapso que determine el Interventor. Una vez permitida la circulación, la velocidad de los vehículos no deberá exceder de treinta kilómetros por hora (30 km/h).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitaciones en la ejecución <p>Los trabajos de aplicación del riego de curado se deberán realizar en condiciones de luz solar y ausencia de lluvia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reparaciones - Manejo ambiental 	<p>esparcirá el material pétreo, del tipo y con la dosificación establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material o retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada.</p>
--	---

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>Controles: Rige lo que resulte aplicable del numeral 400.5.1 del Artículo 400.</p> <p>Condiciones específicas para el recibo y tolerancias:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Calidad de la emulsión: Los requisitos de calidad, controles y criterios de aceptación para la emulsión serán los establecidos en los Artículos 411 y 415, según corresponda. -Calidad de los agregados: De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y a cada fracción de ellas se le deberán realizar los ensayos que se encuentran indicados en la Tabla 430-1. - Calidad del producto terminado Tamaño del lote Se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área que resulte de los siguientes criterios. <ul style="list-style-type: none"> -Quinientos metros lineales (500 m) de tratamiento construido; -Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de tratamiento construido; - La obra ejecutada en una jornada de trabajo. <p>Así como ensayos de verificación sobre los agregados, textura, resistencia al deslizamiento, regularidad superficial.</p>	<p>Con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que los materiales pétreos, asfálticos y, en su caso, fibras y aditivos utilizados en la elaboración de la capa de rodadura de un riego, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en las Fracciones D.1. y D.2. de esta Norma. - Que las dosificaciones de los diferentes materiales empleados en la capa de rodadura de un riego correspondan a las indicadas en el proyecto o a las que haya aprobado la Secretaría. - Que el ancho de la capa de rodadura de un riego sea el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con una tolerancia del eje a la orilla de más menos cinco (± 5) centímetros. - Que la capa de rodadura de un riego haya tenido una resistencia a la fricción en condiciones de pavimento mojado, igual a seis décimas (0,6) o mayor, medida con el equipo Mu-Meter, a una velocidad de setenta y cinco (75) kilómetros por hora, por lo menos sobre la huella de la rodada externa de cada franja de tendido. El Contratista de Obra hará esta verificación conforme a la norma ASTM E 670-09 y, en su caso, la capa de rodadura será corregida por cuenta y costo del Contratista de Obra.

Medición	Medición
-----------------	-----------------

<p>Rige lo pertinente del numeral 400.6 del Artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.6.1.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena-asfalto y lechadas asfálticas. <p>La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva. El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.</p>	<p>Cuando la construcción de capas de rodadura de un riego se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutadas conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cuadrado de capa de rodadura terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad.</p>
---	--

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>Los siguientes aspectos generales aplican para todos los ítems de pago correspondientes a los diferentes Artículos del Capítulo 4 y, por lo tanto, forman parte conjunta con los numerales 400.7.2, 400.7.3 y 400.7.4, el que corresponda en cada caso particular.</p>	<p>Cuando la construcción de capas de rodadura de un riego se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidas de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de capa de rodadura terminada, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme con lo indicado en la Cláusula F de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>.</p>

ART. 433-13 Lechada Asfáltica	N·CSV·CAR·3·02·004/15 Capas de rodadura de mortero asfáltico
Contenido	Contenido y definición
<p>Este trabajo consiste en la elaboración de una mezcla de agregados pétreos, agua, emulsión asfáltica de rotura lenta, convencional o modificada con polímeros, llenante mineral y, eventualmente, aditivos, sobre la superficie de una vía, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o determinados por el Interventor.</p>	<p>Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de capas de rodadura de mortero asfáltico, como tratamiento superficial de carpetas asfálticas de carreteras en operación.</p>

Materiales	Materiales
<p>Expone los criterios para</p> <ul style="list-style-type: none"> -Agregados pétreos y llenante mineral <ul style="list-style-type: none"> - Dureza, agregado grueso - Durabilidad - Limpieza, agregado grueso - Limpieza, gradación combinada -Geometría de las partículas, agregado Grueso 	<p>Los materiales que se utilicen en la construcción de capas de rodadura de mortero asfáltico, cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·001, Calidad de Materiales Asfálticos, N·CMT·4·05·002, Calidad de Materiales Asfálticos Modificados y N·CMT·4·05·004, Calidad de Materiales</p>

<ul style="list-style-type: none"> -Geometría de las partículas, agregado Fino - Adhesividad - Agregado grueso - Agregado fino - Llenante mineral -Granulometría - Material bituminoso - Agua -Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto 	<p>Asfálticos Grado PG, según sea el caso, y la mezcla de mortero asfáltico que se produzca cumplirá con lo establecido en la Norma N·CMT·4·05·003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.</p>
---	--

Equipo	Equipo
<p>Aplica lo que sea pertinente del numeral 400.3 del Artículo 400. El equipo deberá incluir los elementos necesarios para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La explotación, elaboración y clasificación de agregados. - Una mezcladora móvil autopropulsada para la fabricación y extensión de la lechada; elementos para la limpieza de la superficie, elementos para el humedecimiento de la superficie y herramientas menores para correcciones localizadas durante la extensión de la lechada. 	<p>El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto. Se debe contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mezcladoras/ extendedoras móviles -Barredoras mecánicas

Ejecución de Trabajos	Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos
<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>No se especifica</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Especifica actividades de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Explotación de materiales y elaboración de agregados -Diseño de la lechada y obtención de la fórmula de trabajo -Preparación de la superficie existente -Elaboración y aplicación de la lechada asfáltica -Juntas de trabajo -Aplicación en varias capas -Apertura al tránsito -Limitaciones en la ejecución 	<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·001, Calidad de Materiales Asfálticos, N·CMT·4·05·002, Calidad de Materiales Asfálticos Modificados y N·CMT·4·05·004, Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Se considera lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras. Se especifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Proporcionamiento de materiales -Condiciones climáticas -Trabajos previos

	<ul style="list-style-type: none"> -Elaboración del mortero asfáltico -Tramo de prueba -Tendido del mortero asfáltico -Acabado
--	--

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>Controles</p> <p>Rige lo indicado en el numeral 400.5.1 del Artículo 400.</p> <p>Se describen las condiciones específicas para:</p> <p><u>El recibo y tolerancias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad de la emulsión - Calidad del agua <p><u>Calidad de los agregados pétreos y del llenante mineral</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprobación inicial - Control de producción <p><u>Composición de la lechada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Contenido de asfalto - Granulometría de los agregados <p><u>Calidad de la lechada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia <p>Calidad del producto terminado</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tamaño del lote - Compactación - Espesor - Planicidad - Textura - Resistencia al deslizamiento - Regularidad superficial 	<p>Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la capa de rodadura de mortero asfáltico, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción, se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad del mortero asfáltico. - Sección de la capa de rodadura. - Resistencia a la fricción - Limpieza de la superficie del pavimento

Medición	Medición
<p>Rige lo pertinente del numeral 400.6 del Artículo 400 y, en particular, lo indicado en el numeral 400.6.1.</p> <p>Ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena □ asfalto y lechadas asfálticas.</p> <p>La unidad de medida será el metro cuadrado (m2), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva. El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.</p>	<p>Cuando la construcción de capas de rodadura de mortero asfáltico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutadas conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirán según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N·LEG-3, Ejecución de Obras,</p> <p>--Determinación:</p> <p>para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico o el metro cuadrado de capa de rodadura terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad. En su caso, el volumen será medido en los camiones en que se transporte el material pétreo y la Secretaría podrá medir y pagar hasta un volumen igual al de proyecto más tres (3) por ciento.</p>

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>Rige lo pertinente del numeral 400.7 del Artículo 400 y, en particular, lo indicado en el numeral 400.7.2.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena-asfalto y lechadas asfálticas. <p>El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m²), para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.</p>	<p>Cuando la construcción de capas de rodadura de mortero asfáltico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidas de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico o el metro cuadrado de capa de rodadura terminada, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras, incluyen lo que corresponda por:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para la capa de rodadura de mortero asfáltico -Desmonte y despalme de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados. -Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas para el tratamiento de los materiales pétreos y, en su caso, para la producción de los materiales asfálticos. <p>La estimación y pago de las capas de rodadura de mortero asfáltico, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras.</p>

ART. 440 Mezcla densa en frío	N·CTR·CAR·1·04·007/15 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Frío
Contenido	Contenido y definición
<p>Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación de una mezcla asfáltica densa, preparada en frío</p>	<p>Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.</p>

Materiales	Materiales
<p>Expone los criterios para</p> <ul style="list-style-type: none"> -Agregados pétreos y llenante mineral <ul style="list-style-type: none"> - Dureza, agregado grueso - Durabilidad - Limpieza, agregado grueso - Limpieza, gradación combinada -Geometría de las partículas, agregado Grueso <ul style="list-style-type: none"> -Geometría de las partículas, agregado Fino - Adhesividad - Agregado grueso - Agregado fino - Llenante mineral 	<p>Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·001, Calidad de Materiales Asfálticos.</p> <p>Se especifican los requisitos de:</p> <p>Granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 106$) y (Para $\Sigma L > 106$)</p>

<ul style="list-style-type: none"> -Granulometría - Material bituminoso - Agua -Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto 	<p>Calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 106$) y (Para $\Sigma L > 106$)</p> <p>Densidad relativa, mínimo Desgaste Los Ángeles Partículas alargadas; %, máximo Partículas lajeadas; %, máximo Equivalente de arena; %, mínimo Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo</p>
---	--

Equipo	Equipo
<p>Los principales elementos requeridos para la ejecución de los trabajos son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Equipo para la elaboración de agregados triturados -Planta mezcladora fija o móvil -Equipo para el transporte de agregados Y mezclas -Equipo para transferencia de la mezcla (Shuttle buggy), opcional -Pavimentadora autopropulsada para la extensión de la mezcla -Equipo de compactación - Equipo accesorio. 	<p>El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto.</p> <p>Se debe contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Planta de mezclado -Pavimentadoras -Compactadores -Barredoras mecánicas

Ejecución de Trabajos	Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos
<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>No se especifica</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Especifica actividades de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Explotación de materiales y elaboración de agregados -Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo -Preparación de la superficie existente -Fase de experimentación -Aprovisionamiento de los agregados -Fabricación de la mezcla asfáltica -Transporte de la mezcla -Transferencia de la mezcla -Extensión de la mezcla -Compactación de la mezcla -Juntas de trabajo -Pavimento sobre puentes y viaductos -Bacheos 	<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·001, Calidad de Materiales Asfálticos.</p> <p>Los materiales asfálticos se transportarán desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, utilizando pipas, carros-tanque de ferrocarril o buques-tanque, que cuenten con los equipos que permitan calentar el producto cuando así se requiera.</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Se considera lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras.</p> <p>Se especifica:</p>

<ul style="list-style-type: none"> -Apertura al tránsito -Manejo ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> -Proporcionamiento de materiales -Condiciones climáticas -Trabajos previos -Elaboración de la mezcla asfáltica -Tramo de prueba -Tendido de la mezcla asfáltica -Compactación -Acabado
--	---

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>Se describen las condiciones específicas para: <u>El recibo y tolerancias:</u> - Calidad de la emulsión - Calidad del agua <u>Calidad de los agregados pétreos y del llenante mineral</u> - Aprobación inicial - Control de producción <u>Composición de la mezcla</u> - Contenido de asfalto - Granulometría de los agregados <u>Calidad de la mezcla</u> - Resistencia Calidad del producto terminado - Tamaño del lote - Compactación - Espesor - Planicidad - Textura - Resistencia al deslizamiento - Regularidad superficial</p>	<p>Además de lo establecido anteriormente en esta norma, para que la carpeta asfáltica con mezcla en frío, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción, se considerará:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Calidad de los materiales -Índice de perfil -Líneas, pendientes y espesores -Resistencia a la fricción

Medición	Medición
-----------------	-----------------

<p>Ejecución de mezclas en frío:</p> <p>La unidad de medida será el metro cúbico (m3) aproximado al décimo de metro cubico, de mezcla elaborada, suministrada y compactada en obra.</p> <p>. <u>--Determinación:</u> El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos u ordenados por el Interventor. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.</p>	<p>Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma.</p> <p><u>--Determinación:</u> Volumen de la carpeta asfáltica con mezcla densa en frío de cada tramo de 1 km o fracción, (m3) se calculará multiplicando la longitud del plano (m), Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo (m) y el ancho promedio de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la carpeta asfáltica.</p>
--	--

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>Ejecución de mezclas en frío y en caliente y bacheos con mezcla asfáltica:</p> <p>El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cubico (m3), para toda la obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.</p>	<p>Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta terminada en cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras.</p>

ART. 450 Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (concreto asfáltico)	N·CTR·CAR·1·04·006/14 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente
Contenido	Contenido y definición
<p>Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de gradación continua, preparada y colocada en caliente (concreto asfáltico).</p>	<p>Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.</p>

Materiales	Materiales
<p>Expone los criterios para</p> <ul style="list-style-type: none"> -Agregados pétreos y llenante mineral - Agregado fino -Granulometría <ul style="list-style-type: none"> -Dureza, agregado grueso - Durabilidad -Limpieza, agregado grueso - Limpieza, gradación combinada -Geometría de las partículas, agregado Grueso -Geometría de las partículas, agregado Fino - Adhesividad 	<p>Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras.</p> <p>Se especifican los requisitos de:</p> <p>Granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 106$) y (Para $\Sigma L > 106$)</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Material bituminoso - Agua -Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto -Aditivos para mejorar la reología. 	<p>Calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 106$) y (Para $\Sigma L > 106$)</p> <p>Densidad relativa, mínimo</p> <p>Desgaste Los Ángeles</p> <p>Partículas alargadas; %, máximo</p> <p>Partículas lajeadas; %, máximo</p> <p>Equivalente de arena; %, mínimo</p> <p>Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo</p>
--	--

<i>Equipo</i>	<i>Equipo</i>
<p>Al respecto, se considerará lo que resulte aplicable de lo indicado en el Artículo 400. Para la compactación, se deberán poner a disposición de los trabajos, como mínimo, un (1) compactador o vibratorio de rodillos metálicos o mixto y uno (1) de llantas neumáticas.</p> <p>Se deberán utilizar compactadores autopropulsados de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos.</p>	<p>El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planta de mezclado - Pavimentadoras - Compactadores <ul style="list-style-type: none"> - Compactadores de rodillos metálicos - Compactadores neumáticos - Barredoras mecánicas

<i>Ejecución de Trabajos</i>	<i>Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos</i>
-------------------------------------	---

<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>El transporte del cemento asfáltico desde la planta de producción a la planta mezcladora, se deberá efectuar en caliente y a granel, en carrotaques con adecuados sistemas de calefacción y termómetros ubicados en sitios visibles.</p> <p>Deberán estar dotados, además, de los medios mecánicos que permitan el rápido trasvase de su contenido a los depósitos de almacenamiento.</p> <p>Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.</p> <p>El transporte de la emulsión asfáltica desde la planta de fabricación hasta el sitio de colocación se realiza a granel, en carrotaques que no requieran aislamientos térmicos ni calefacción.</p> <p>Estarán dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras. Equipo para el transporte de agregados y mezcla asfáltica.</p> <p>Tanto los agregados como las mezclas asfálticas se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin.</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Se consideran: Explotación de materiales y elaboración de Agregados. Fórmulas de trabajo para mezclas asfálticas, tratamientos superficiales y lechadas asfálticas. Fase de experimentación en mezclas nuevas o recicladas, tratamientos y lechadas asfálticas. Muestreo y ensayos</p>	<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El transporte de la mezcla asfáltica se hará siempre sobre superficies pavimentadas. - La distancia del transporte de la mezcla asfáltica será de sesenta (60) kilómetros como máximo, la que se reducirá un diez (10) por ciento por cada grado de pendiente ascendente, medida como el desnivel entre la planta de mezclado y el punto de tiro, dividido entre la distancia de transporte. <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.</p> <p>Se consideran:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Proporcionamiento de materiales -Condiciones climáticas -Trabajos previos -Elaboración de la mezcla asfáltica -Tramo de prueba -Tendido de la mezcla asfáltica -Compactación -Acabado -Conservación de los trabajos
--	---

<p style="text-align: center;"><i>Condiciones para el recibo de trabajos</i></p> <p><u>CONTROLES</u></p> <p>Ejecutar ensayos de control de mezcla:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Densidad de las probetas y de las mezclas de referencia -Densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría -Control de las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas (los requisitos de temperatura son aplicables sólo a las mezclas elaboradas en caliente) -Composición de la mezcla - Contenido de asfalto - Granulometría de los agregados - Calidad de la mezcla - Estabilidad 	<p style="text-align: center;"><i>Criterios para la aceptación o rechazo</i></p> <p>Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción, se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, se comprobará:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Calidad de los materiales -índice de perfil - Corrección de la superficie de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente - Líneas, pendientes y espesores resistencia a la fricción
--	---

- Flujo - Calidad del producto terminado	
---	--

Medición	Medición
<p>Ejecución de mezclas en frío, caliente y reciclado de pavimentos, la unidad de medida será el metro cúbico (m³) a aproximado al décimo de metro cúbico de mezcla elaborada, suministrada en compactada en obra.</p> <p><u>--Determinación:</u> El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos u ordenados por interventor. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.</p>	<p>Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma.</p> <p><u>--Determinación:</u> Volumen de la carpeta asfáltica con mezcla densa en frío de cada tramo de 1 km o fracción, (m³) se calculará multiplicando la longitud del plano (m), Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo (m) y el ancho promedio de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la carpeta asfáltica.</p>

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>Ejecución de mezclas en frío y en caliente y bacheos con mezcla asfáltica:</p> <p>El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m³), para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.</p>	<p>La estimación y pago de las carpetas asfálticas con mezcla en caliente, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.</p> <p>La evaluación de los trabajos ejecutados para una obra, en un determinado periodo, se realizará mediante la elaboración de la estimación correspondiente, la que tiene por objeto calcular el importe de los trabajos para proceder a su pago.</p>

ART.452 Mezcla discontinua en caliente para capa de rodadura (microaglomerado en caliente)	N-CTR-CAR-1-04-010/09 Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Caliente
Contenido	Contenido y definición
<p>Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación de una capa de mezcla asfáltica de tipo discontinuo para capa de rodadura, preparada y colocada en caliente sobre un pavimento existente.</p>	<p>Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.</p>

Materiales	Materiales
<p>Los materiales y los requisitos que se consideran son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agregados pétreos y llenante mineral - Agregado fino - Llenante mineral 	<p>Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-4-04, Materiales Pétreos para</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Granulometría <ul style="list-style-type: none"> -Dureza, agregado grueso - Durabilidad -Limpieza, agregado grueso - Limpieza, gradación combinada -Geometría de las partículas, agregado Grueso -Geometría de las partículas, agregado Fino - Adhesividad -Material bituminoso -Aditivos mejoradores de la adherencia entre los agregados y el asfalto 	<p>Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras.</p> <p>Se especifican los requisitos de:</p> <p>Granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 106$) y (Para $\Sigma L > 106$)</p> <p>Calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 106$) y (Para $\Sigma L > 106$)</p> <p>Densidad relativa, mínimo Desgaste Los Ángeles Partículas alargadas; %, máximo Partículas lajeadas; %, máximo Equivalente de arena; %, mínimo Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo</p>
---	--

Equipo	Equipo
<p>Al respecto, aplica lo que resulte pertinente de lo indicado en el artículo 400. Adicionalmente, se considera que para la compactación se deberá utilizar compactadores de rodillos metálicos autopropulsado y sin vibración.</p> <p>Requiere que la máquina pavimentadora esté provista, también, de un sistema de riesgo incorporado a ella, que garantice una aplicación continua y uniforme del mismo.</p>	<p>El equipo que se utilice para la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto.</p> <p>Planta de mezclado:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Secador, pirógrafo, cribas, tolvas, silo, equipo para calentar el cemento. - Pavimentadoras - Compactadores <ul style="list-style-type: none"> - Compactadores de rodillos metálicos - Compactadores neumáticos - Barredoras mecánicas

Ejecución de Trabajos	Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos Aplicación del material asfáltico
<p>Describen lo relacionado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Explotación de materiales y elaboración de agregados: Se remite a el Artículo 105 “Desarrollo y control de los trabajos”, numeral 105.13.3. -Diseño de mezcla y obtención de la fórmula de trabajo, que incluye diseño de mezclas discontinuas tipo M y F: Se diseñarán en función del tipo de granulometría mediante el ensayo Cántabro y mediante el diseño Marshall. -Preparación de la superficie existente: indica que la mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la capa sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y su 	<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras y N·CMT·4·05·004, Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG.</p>

<p>superficie presente las cotas indicadas en los planos.</p> <p>-Fabricación de la mezcla asfáltica: Se especifica el proceso de carga, calentamiento de la mezcla, condiciones de los agregados, volumen de los materiales.</p> <p style="text-align: center;">TRANSPORTE DE LA MEZCLA</p> <p>La mezcla se transportará a la obra en volquetas carpadas, hasta una hora del día en operaciones de extensión y compactación. Se debe tener en cuenta que la temperatura de no sea inferior a la mínima durante la descarga de la mezcla.</p> <p>De igual forma describen los procesos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Transferencia de la mezcla: -Extensión de la mezcla -Compactación de la mezcla -Juntas de trabajo -Apertura al tránsito -Limitaciones en la ejecución -Manejo ambiental -Reparaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - El transporte de la mezcla asfáltica se hará siempre sobre superficies pavimentadas. -La distancia de transporte será de 60 km máximo entre la planta de mezclado y el punto de tiro. <p style="text-align: center;">EJECUCIÓN</p> <p>Para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras.</p> <p>Se presentan las consideraciones para:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Proporcionamiento de los materiales. -Condiciones climáticas. -Trabajos Previos -Elaboración de mezcla asfáltica -Tramo de prueba -Tendido de la mezcla asfáltica -Compactación -Acabado -Conservación de los trabajos
---	--

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>En cuanto a los controles se remite al numeral 400.5.1 del Artículo 400. Explica las condiciones específicas para el recibo y tolerancias para:</p> <p>-Calidad del ligante asfáltico: Remite a los Artículos 414 y 413.</p> <p>-Calidad de los agregados pétreos y de la llenante mineral: Especifica lo relacionado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aprobación inicial -Control de producción -Composición de la mezcla: Indica controles de contenido de asfalto, granulometría de los agregados. <p>-Calidad de la mezcla: Referente a la calidad de las mezclas tipo M y mezclas tipo F.</p>	<p>Para que la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción, se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:</p> <p>-Calidad de los materiales:</p> <p>Deberán cumplir con la norma, N·CMT·4·05·003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras.</p> <p>Verificación que la temperatura de la mezcla asfáltica tendida y compactada, una vez concluido el proceso de compactación, haya sido igual o mayor que la temperatura mínima de compactación determinada mediante la curva Viscosidad Temperatura del material asfáltico utilizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Grado de compactación de la carpeta asfáltica. -Número de corazones por extraer <p>-Índice de perfil:</p>

<p>-Calidad del producto terminado: Tamaño del lote, compactación, espesor, segregación térmica, planicidad, textura, resistencia al deslizamiento, regularidad superficial.</p>	<p>Que el índice de perfil de la última capa de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, compactada en cada franja de tendido de cada subtramo de doscientos (200) metros de longitud o fracción, haya sido de catorce (14) centímetros por kilómetro como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor.</p> <p>-Líneas, pendientes y espesores Indican que el alineamiento, perfil, sección y espesor de la carpeta deben cumplir con lo establecido en el proyecto y con tolerancias de: -Nivel de la superficie de la capa asfáltica. -Pendientes -Espesores</p> <p>-Resistencia a la fricción Se hace cuando en el proyecto no se establezca la construcción de una capa de rodadura con mezcla asfáltica, en caliente o en frío, sobre la carpeta asfáltica con mezcla en caliente.</p>
---	--

Medición	Medición
<p>Se remite al numeral 400.6 del Artículo 400.6.2 el cual indica la medición en la ejecución de las mezclas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos. La unidad de medida será el metro cúbico (m³) aproximado al décimo de metro cubico, de mezcla elaborada, suministrada y compactada en obra a satisfacción del interventor, de acuerdo con lo exigido en la especificación respectiva.</p> <p>El volumen de determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos u ordenado por el interventor. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.</p>	<p>Se remite a lo señalado en la cláusula E de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad.</p> <p>El volumen de cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, se determinará mediante lo siguiente:</p> <p>Se calculará multiplicando la longitud del plano (m), Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo (m) y el ancho promedio de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la carpeta asfáltica.</p>

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>Se remite al numeral 400.7 del Artículo 400.7.3 el cual indica la forma de pago de la ejecución de las mezclas en frío y en caliente y bacheos con mezcla asfáltica.</p>	<p>BASE DE PAGO Se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta asfáltica terminada en cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, según su tipo y para cada banco en particular.</p>

<p>Indica que el pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m3), para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.</p> <p>El precio unitario deberá incluir todos los costos de elaboración, colocación, nivelación y compactación de las mezclas elaboradas.</p>	<p>Lo anterior, según lo especificado en la norma N·LEG·3, Ejecución de Obras, incluyen lo que corresponda por:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos, así como aditivos. -Limpieza del tanque en el que se transporten -Desmante y despalme de los bancos - Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas. -Secado del material pétreo; dosificación, calentamiento y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos, aditivos y, en su caso, fibras. - Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta asfáltica con mezcla en caliente. <p style="text-align: center;"><u>ESTIMACIÓN Y PAGO</u></p> <p>Se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras.</p>
--	---

<p>ART. 460 Fresado de pavimento asfáltico</p>	<p>N-CVS-CAR-3-02-006 / 10 <i>Fresado de la superficie de rodadura en pavimentos asfálticos</i></p>
<p>Contenido</p>	<p>Contenido y definición</p>
<p>Contiene descripción, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago respecto fresado de pavimentos.</p>	<p>Contiene descripción, definiciones de conceptos, referencias, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago.</p>

<p>Materiales</p>	<p>Materiales</p>
<p>Menciona que para este artículo no aplica esta sección.</p>	<p>No incluye nada al respecto.</p>

<p>Equipo</p>	<p>Equipo</p>
<p>Menciona el uso de los equipos que se requieren, en este caso uno, correspondiente a la fresadora, e indica algunas características que se deben cumplir.</p>	<p>Presenta indicaciones generales que deben cumplir los equipos y menciona las funciones del fresador, camión cisterna y camiones de volteo.</p> <p>Para el caso del fresador presenta especificaciones de algunas partes como la cabeza de corte, dispositivos para controlar la alineación, equipo de enfriamiento de agua y banda elevadora.</p>

<p>Ejecución de Trabajos</p>	<p>Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos Aplicación del material asfáltico</p>
<p>Opción de la preparación de la superficie existente antes las operaciones del fresado.</p>	<p>Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otras normas específicamente N· LEG· 3 y la</p>

<p>Expresa las condiciones del área de trabajo, ambiente y adición de solventes.</p> <p>Contiene indicaciones de la disposición del transporte y posesión del material extraído.</p> <p>Indica las recomendaciones y precauciones durante el proceso de ejecución y la importancia de la seguridad ante eventualidades y contactos con estructuras cercanas y el tráfico.</p> <p>Presenta limitaciones en la ejecución de la obra, básicamente sobre la visibilidad durante su ejecución.</p> <p>Incluye información acerca del manejo ambiental, remitiendo al usuario a lo estipulado en el artículo 400, en el numeral 400.4.7.</p>	<p>norma de ejecución de proyectos de señalamiento y dispositivos para protección de obras o N-PRY-CAR-10-03-001.</p> <p>Presenta una serie de trabajos previos, en los que se incluye señalamiento y dispositivos de seguridad, delimitaciones de área por fresado y precauciones.</p> <p>Señala las condiciones respecto a los horarios en lo que se debe realizar los trabajos, no son influenciadas por la visibilidad sino por el tránsito.</p> <p>Presenta condiciones generales del transporte del material, asigna la responsabilidad de la actividad e indica como debe ser el proceso de transporte y disposición del material extraído.</p> <p>Indica las recomendaciones y precauciones durante el proceso de ejecución y la importancia de la seguridad ante eventualidades y contactos con estructuras cercanas y el tráfico.</p> <p>Establece que se deben contemplar medidas de mitigación de impacto ambiental, mencionado que el trabajo debe cumplir lo estipulado en la norma N-CSV-CAR-5-02-001.</p>
--	---

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>Se presentan los controles a contemplar, indicando los trabajos durante la ejecución de la obra.</p> <p>Especifica el espesor y tolerancia de la superficie resultante.</p> <p>Señala las comprobaciones que se deben llevar a cabo sobre la superficie fresada.</p> <p>Expone el proceso, las mediadas y equipo para tener en cuenta respecto a las medidas de precisión.</p> <p>Presenta una tabla, indicando el % de hectáreas a lo largo de la longitud evaluada y los valores máximos de IRI, como también parámetros para determinar si se considera o no una superficie aceptable.</p> <p>Indica que cualquier corrección será juicio del interventor.</p>	<p>Señala las comprobaciones que se deben llevar a cabo sobre la superficie fresada.</p> <p>Utiliza el índice de perfil como parámetro para determinar si la superficie es aceptable o no.</p> <p>Expone las medidas para tener en cuenta por tramos de prueba como la resistencia a la fricción, mencionado que esta se debe hacer conforme a la norma ASTM E670-94 (2000), con ayuda de un equipo Mo-Meter, el índice de perfil cuya determinación está ligada al manual de "Índice de perfil" o N-MMP-4-07-002 y por último contempla la pendiente transversal como criterios de aceptación o rechazo.</p>

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
La forma de pago será por m2 de pavimento asfáltico fresado. Incluye lo que debe contener el PU.	Menciona que se pagaran al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de superficie fresada. Incluye lo que debe contener el PU.

ART.461 Reciclado de pavimento asfáltico en frío en el lugar empleando ligantes bituminosos	N·CSV·CAR·4·02·001/03 Recuperación en frío de pavimentos asfálticos
Contenido	Contenido y definición
Este trabajo consiste en la disgregación de las capas asfálticas y parte de la base granular de un pavimento existente, de acuerdo con las profundidades de corte señaladas en los documentos del proyecto o indicadas por el Interventor; la eventual adición de nuevos materiales pétreos, agua, mejoradores de adherencia, controladores de rotura, puzolanas y otros elementos de aporte; la incorporación de emulsión asfáltica o cemento asfáltico espumado; y la mezcla, extensión, compactación y curado de los materiales tratados, de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.	Esta norma contiene los aspectos por considerar en los trabajos de recuperación en frío de pavimentos asfálticos de carreteras, incluyendo la desintegración de la carpeta y de las capas inferiores mediante recuperadora, así como el remezclado, tendido y compactación del material recuperado, con el propósito de tomar una nueva base o subbase.

Materiales	Materiales
Los materiales y los requisitos que se consideran son: - Agregados pétreos resultantes de la pulverización del pavimento. - Agregados pétreos de adición - Materiales bituminosos - Puzolanas -Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto. -Agua	Los materiales nuevos (pétreos, asfálticos, cemento Pórtland y cal) que se utilicen en la construcción de capas de pavimento mezclados con materiales producto de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, serán los que indique el proyecto o la Secretaría y cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·2·02·001, <i>Calidad de Cemento Pórtland</i> , N·CMT·4·02·002, <i>Materiales para Bases Hidráulicas</i> , N·CMT·4·02·003, <i>Materiales para Bases Tratadas</i> , N·CMT·4·03·001, <i>Cal para Estabilizaciones</i> y N·CMT·4·05·001, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i> , salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos que se utilicen en la nueva mezcla procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

Equipo	Equipo
<p>En adición a lo que resulte aplicable del numeral 400.3 del Artículo 400, el equipo para los trabajos aquí especificados deberá contar con elementos para la explotación, cargues, transportes, trituración, lavado cuando se requiera, y clasificación de los eventuales agregados pétreos de adición para la corrección granulométrica; para la extracción de agua; para el almacenamiento, transporte y distribución del agua y del ligante asfáltico; para la disgregación del pavimento existente y para la mezcla adecuada de todos los ingredientes; así como para la compactación y conformación de la capa reciclada.</p>	<p>El equipo que se utilice para la recuperación en frío de pavimentos asfálticos será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o señalada por la Secretaría:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recuperadora - Motoconformadora - Compactadores

Ejecución de Trabajos	Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos Aplicación del material asfáltico
<p>Describen lo relacionado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explotación de materiales y elaboración de agregados: Se remite a el Artículo 105 "Desarrollo y control de los trabajos", numeral 105.13.3. - Estudio de los materiales por reciclar <p>Se realizará una inspección a la superficie por reciclar para comprobar los datos del reconocimiento del proyecto. Se tomarán muestras representativas de los materiales existentes en los diferentes tramos, comprobando el espesor y el tipo de material en las diferentes capas. Como mínimo, se realizarán dos (2) perforaciones por kilómetro o por tramo diferenciado, si su longitud fuese menor.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo. - Diseño de la mezcla por resistencia - Remoción de obstáculos - Preparación de la superficie existente - Fase de experimentación - Disgregación del pavimento existente y eventual incorporación del agregado de adición - Incorporación de aditivos, agua y producto bituminoso, elaboración y extensión de la mezcla - Compactación de la mezcla <p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE DE LA MEZCLA</u></p> <p>De igual forma describen los procesos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Juntas de trabajo - Apertura al tránsito - Limitaciones en la ejecución 	<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas:</p> <p>N·CMT·2·02·001, <i>Calidad de Cemento Pórtland</i>, N·CMT·4·02·002, <i>Materiales para Bases Hidráulicas</i>, N·CMT·4·02·003, <i>Materiales para Bases Tratadas</i>, N·CMT·4·03·001, <i>Cal para Estabilizaciones</i> y N·CMT·4·05·001, <i>Calidad de Materiales Asfálticos</i>. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.</p> <p>Los residuos producto de la recuperación de pavimentos asfálticos que no vayan a ser utilizados, se cargarán y transportarán al banco de desperdicios que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas o protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Para la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>.</p> <p>Se presentan las consideraciones para:</p>

<ul style="list-style-type: none">-Manejo ambiental-Reparaciones	<ul style="list-style-type: none">-Proporcionamiento de los materiales.-Condiciones climáticas.-Trabajos Previos-Elaboración de mezcla asfáltica-Tramo de prueba-Tendido de la mezcla asfáltica-Compactación-Acabado-Conservación de los trabajos
---	---

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>En cuanto a los controles se remite al numeral 400.5.1 del Artículo 400. Explica las condiciones específicas para el recibo y tolerancias para:</p> <p>-Calidad del ligante asfáltico: Remite a los Artículos 414 y 413.</p> <p>-Calidad de los agregados pétreos y del llenante mineral: Especifica lo relacionado con:</p> <p>-Aprobación inicial</p> <p>-Control de producción</p> <p>-Composición de la mezcla: Indica controles de contenido de asfalto, granulometría de los agregados.</p> <p>-Calidad de la mezcla: Referente a la calidad de las mezclas tipo M y mezclas tipo F.</p> <p>-Calidad del producto terminado: Tamaño del lote, compactación, espesor, segregación térmica, planicidad, textura, resistencia al deslizamiento, regularidad superficial.</p>	<p>Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la recuperación en frío de pavimentos asfálticos se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará</p> <p>-Calidad de la base o subbase recuperada</p> <p>Que el material recuperado, así como los materiales pétreos nuevos, los materiales asfálticos, el cemento Pórtland, la cal y los aditivos utilizados en la mezcla, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en las Fracciones D.1. a D.3. de esta Norma.</p> <p>-Compactación</p> <p>Que la compactación de la base o subbase recuperada ya sea hidráulica, modificada o estabilizada con cemento Pórtland o cal, determinada en calas ubicadas al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, <i>Criterios Estadísticos de Muestreo</i>, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría.</p> <p>-Estabilidad o resistencia a la compresión</p> <p>Que la estabilidad de la base o subbase asfáltica, o la resistencia a la compresión simple, cuando se trate de una mezcla estabilizada con cemento Pórtland o de un concreto hidráulico de baja resistencia, determinadas en corazones extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, <i>Criterios Estadísticos de Muestreo</i>, hayan cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría</p> <p>-Espesor de la base o subbase recuperada</p> <p>Que el espesor de la base o subbase recuperada, determinado en las calas o corazones a que se refieren las Fracciones H.2. y H.3. de esta Norma, según su caso, sea el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.</p>

Medición	Medición
<p>Se remite al numeral 400.6 del Artículo 400.6.2 el cual indica la medición en la ejecución de las mezclas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos.</p> <p>La unidad de medida es el metro cúbico aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla elaborada, suministrada y compactada en obra a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en la especificación respectiva.</p> <p>El volumen de determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos u ordenado por el interventor. No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.</p>	<p>Cuando la recuperación en frío de pavimentos asfálticos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N·LEG-3, <i>Ejecución de Obras</i>, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de base o subbase recuperada terminada, según su tipo, para cada banco en particular, en su caso, con aproximación a la unidad. El volumen de cada tramo de un (1) kilómetro, se determinará mediante la fórmula que se indica a continuación. En los tramos de ajuste, los volúmenes se podrán medir para tramos mayores de un (1) kilómetro, pero siempre menores de dos (2) kilómetros.</p> $V = L \times e \times a$ <p><i>V</i> = Volumen de la base o subbase recuperada de cada tramo de 1 km o mayor pero siempre menor de 2 km, (m³) <i>L</i> = Longitud del tramo, (m) <i>e</i> = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (m), obtenido como se indica en la Fracción H.4. de esta Norma <i>a</i> = Ancho promedio de la base o subbase recuperada, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la corona, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en la Fracción H.5. de esta Norma, (m)</p>

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>Se remite al numeral 400.7 del Artículo 400.7.3 el cual indica la forma de pago de la ejecución de las mezclas en frío y en caliente y bacheos con mezcla asfáltica.</p> <p>Indica que el pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cubico (m3), para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación y aceptada a satisfacción por el interventor.</p> <p>El precio unitario deberá incluir todos los costos de elaboración, colocación, nivelación y compactación de las mezclas elaboradas.</p>	<p>BASE DE PAGO</p> <p>Cuando la recuperación en frío de pavimentos asfálticos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de base o subbase recuperada terminada en cada tramo de un (1) kilómetro, según su tipo y para cada banco en particular, en su caso.</p> <p>En los tramos de ajuste, se podrán pagar volúmenes correspondientes a tramos mayores de un (1) kilómetro, pero siempre</p>

	<p>menores de dos (2) kilómetros. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>.</p> <p style="text-align: center;">ESTIMACIÓN DEL PAGO</p> <p>La estimación y pago de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·3, <i>Ejecución de Obras</i>.</p>
--	--

ART. 460 Fresado de pavimento asfáltico	<i>N-CVS-CAR-3-02-006 / 10</i> <i>Fresado de la superficie de rodadura en pavimentos asfálticos</i>
Contenido	Contenido y definición
Contiene descripción, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago respecto fresado de pavimentos.	Contiene descripción, definiciones de conceptos, referencias, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago.

Materiales	Materiales
Menciona que para este artículo no aplica esta sección.	No incluye nada al respecto.

Equipo	Equipo
Menciona el uso de los equipos que se requieren, en este caso uno, correspondiente a la fresadora, e indica algunas características que se deben cumplir.	Presenta indicaciones generales que deben cumplir los equipos y menciona las funciones del fresador, camión cisterna y camiones de volteo. Para el caso del fresador presenta especificaciones de algunas partes como la cabeza de corte, dispositivos para controlar la alineación, equipo de enfriamiento de agua y banda elevadora.

Ejecución de Trabajos	Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos Aplicación del material asfáltico
Opción de la preparación de la superficie existente antes las operaciones del fresado. Expresa las condiciones del área de trabajo, ambiente y adición de solventes. Contiene indicaciones de la disposición del transporte y posesión del material extraído. Indica las recomendaciones y precauciones durante el proceso de ejecución y la importancia de la seguridad ante eventualidades y contactos con estructuras cercanas y el tráfico.	Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otras normas específicamente N· LEG· 3 y la norma de ejecución de proyectos de señalamiento y dispositivos para protección de obras o N-PRY-CAR-10-03-001. Presenta una serie de trabajos previos, en los que se incluye señalamiento y dispositivos de seguridad, delimitaciones de área por fresado y precauciones. Señala las condiciones respecto a los horarios en lo que se debe realizar los trabajos, no son

<p>Presenta limitaciones en la ejecución de la obra, básicamente sobre la visibilidad durante su ejecución.</p> <p>Incluye información acerca del manejo ambiental, remitiendo al usuario a lo estipulado en el artículo 400, en el numeral 400.4.7.</p>	<p>influenciadas por la visibilidad sino por el tránsito.</p> <p>Presenta condiciones generales del transporte del material, asigna la responsabilidad de la actividad e indica como debe ser el proceso de transporte y disposición del material extraído.</p> <p>Indica las recomendaciones y precauciones durante el proceso de ejecución y la importancia de la seguridad ante eventualidades y contactos con estructuras cercanas y el tráfico.</p> <p>Establece que se deben contemplar medidas de mitigación de impacto ambiental, mencionado que el trabajo debe cumplir lo estipulado en la norma N-CSV-CAR-5-02-001.</p>
--	--

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<p>Se presentan los controles a contemplar, indicando los trabajos durante la ejecución de la obra.</p> <p>Especifica el espesor y tolerancia de la superficie resultante.</p> <p>Señala las comprobaciones que se deben llevar a cabo sobre la superficie fresada.</p> <p>Expone el proceso, las mediadas y equipo a tener en cuenta respecto a las medidas de precisión.</p> <p>Presenta una tabla, indicando el % de hectáreas a lo largo de la longitud evaluada y los valores máximos de IRI, como también parámetros para determinar si se considera o no una superficie aceptable.</p> <p>Indica que cualquier corrección será juicio del interventor.</p>	<p>Señala las comprobaciones que se deben llevar a cabo sobre la superficie fresada.</p> <p>Utiliza el índice de perfil como parámetro para determinar si la superficie es aceptable o no.</p> <p>Expone las medidas a tener en cuenta por tramos de prueba como la resistencia a la fricción, mencionado que esta se debe hacer conforme a la norma ASTM E670-94 (2000), con ayuda de un equipo Mo-Meter, el índice de perfil cuya determinación está ligada al manual de "Índice de perfil" o N-MMP-4-07-002 y por último contempla la pendiente transversal como criterios de aceptación o rechazo.</p>

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>La forma de pago será por m2 de pavimento asfáltico fresado.</p> <p>Incluye lo que debe contener el PU.</p>	<p>Menciona que se pagaran al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de superficie fresada.</p> <p>Incluye lo que debe contener el PU.</p>

ART. 462 <i>Reciclado de pavimento asfáltico en planta y en caliente</i>	N-CSV-CAR-3-02-008 / 03 <i>Recuperación en caliente de carpetas asfálticas.</i>
Contenido	Contenido y definición
<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago respecto al reciclado de pavimentos asfálticos en planta y en caliente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene descripción, definiciones de conceptos, referencias, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condiciones para el recibo de los trabajos, medición y forma de pago.

Materiales	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> • Establece la procedencia de los agregados pétreos, menciona que la granulometría que se debe cumplir esta comprendida en la tabla 450-6 del art. 450, los requisitos de los agregados pétreos en el numeral 450.2.1 y las proporciones de la fórmula de trabajo, incluyendo el llenado mineral exigido en el mismo numeral. • Establece la procedencia de los agregados recuperados del pavimentos y consideraciones sobre los materiales que no se consideran y materiales provenientes de capas asfálticas con geo sintéticos. • Establece la procedencia del material bituminoso, asignando el cemento asfáltico como dicho material para la adición, indicando que debe ser alguno se los considerados en el art. 410. • Establece las propiedades generales del agente rejuvenecedor e indica que se debe ajustar según lo requerido a la norma INV E 812. • Incluye recomendaciones a tener en cuenta en los aditivos y la responsabilidad del constructor frente a los efectos nocivos a los agregados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una serie de características generales de materiales, menciona que los materiales nuevos (pétreos, asfaltas, cementos Portland y cal) deben ser los que indiquen en las normas N-CMT-2-02-001. • Indica que cualquier modificación sobre las características de los materiales deben ser aprobadas por la SCT y correctamente justificadas. • Menciona que sin alguna de la característica de los materiales no cumple el trabajo se suspenderá inmediatamente hasta que se reemplace.

Equipo	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> • Menciona que el equipo requerido tanto para reciclado en planta y en caliente es el mismo empleado para las mezclas en caliente. • Brinda especificaciones generales y requerimientos sobre el equipo de la planta asfáltica, con algunas características adicionales para las plantas de tipo tambos secador- 	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una descripción general del uso adecuado, mantenimiento, eficiencia, personal capacitado, para su manejo y atrasos en el programa relacionados con los equipos. • Indica especificaciones detalladas y composición de los quipos a utilizar, en donde se contemplan equipos de recuperación, unidad de calor, cámara

<p>mezclador y para las plantas de tipo discontinuo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En este apartado menciona que la recuperación y proceso de recuperación del pavimento existente es contemplado en el art. 460 y que se debe aplicar al resultante lo indicado en el numeral 460.3, según se considere pertinente. 	<p>de combustión, dispositivos para el recorte y accesorios para cada uno de estas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presenta una descripción detallada del equipo para compactación tanto de rodillos metálicos y neumáticos, dimensiones, espaciamentos entre llantas y otros datos. • Presenta una breve descripción de características de barredoras mecánicas.
--	---

<i>Ejecución de Trabajos</i>	<i>Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Incluye recomendaciones del material pétreo virgen y menciona que su explotación se debe acoger al numeral 105.13.3. • Indica que se deben llevar registro de la precedencia de todas las mezclas bituminosas y que se deben separar en mezclas de los tipos denso (D), semidenso (S) y grueso (G). • Indica que se debe tratar el material por reciclar, triturando y tamizando y eliminando cualquier contaminante. • Establece las características que se deben contemplar para que un acopio sea homogéneo, estableciendo por medio de una tabla las tolerancias respecto a la más total del material por reciclar, dependiendo su composición y punto de ablandamiento caracterizado. • Se comenta las especificaciones que deben cumplir los acopios, después de tratado, como el drenaje y la altura. • Menciona que el diseño de mezclas será por el método Marshall y por comprobaciones de ahuellamiento y humedad. • Indica la proporción de material por reciclaje y menciona el ensayo INV E 810 para la proposición del agente rejuvenecedor. • Presenta las consideraciones de preparación de la superficie existente, como las condiciones de la capa de colocación, los trabajos previos como bacheos y la verificación de las propiedades de la capa de apoyo. • Señala las consideraciones en caso de requerir riesgos de imprimación o de 	<ul style="list-style-type: none"> • Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otras normas específicamente N• LEG• 3, cláusula D. • Presenta las condiciones climáticas a tener en cuenta, para la suspensión del trabajo en caso de presentarse problemas con el clima, temperatura y la sombra. • Señala consideraciones generales sobre ejecución de obras a partir de disposiciones en otras normas específicamente N• LEG• 3 y la norma de ejecución de proyectos de señalamiento y dispositivos para protección de obras o N-PRY-CAR-10-03-001. • Menciona que la limpieza de la superficie de rodadura se debe realizar conforme la norma N-CSV-CAR-2-02-001, el tratamiento de bacheos respecto a la norma N-CSV-CAR-2-02-004 Y precauciones generales durante la obra respecto a los acarreos de los materiales y maquinas. • Indica que el calentamiento de la superficie se realizara por medio de calentadores, presentando las temperaturas a la que debe estar el proceso y recomendaciones durante el proceso de calentamiento, especialmente se detalla el control de la temperatura e intensidad de calor. • Expresa el proceso y especificaciones correspondientes al reciclaje de la superficie que se va a reutilizar, con indicaciones como la profundidad mínima del recorte, las tolerancias,

<p>liga, presenta la fase de experimentación y se rige por lo secreto en el numeral 400.4.3 y aprovisionamientos de los agregados nuevos según el numeral 450.5.4.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presenta la fabricación de la mezcla, incluye contenido de agregados, precauciones para evitar segregación o contaminaciones, indicaciones acerca de la dosificación y el caudal de la mezcla en frío, el proceso para calentar la mezcla y los agregados considera la utilización del polvo recogido en los colectores su estas cumplen con lo exigido en el numeral 450.2.1.3. • Contiene el proceso de mezcla en las plantas del tipo discontinuo, la introducción de los materiales, riesgos, temperaturas y la salida de la mezcladora, con algunos criterios generales sobre la aceptación o rechazo de la mezcla. • Estipula recomendaciones generales y remite al usuario a diferentes normas correspondientes al transporte de la mezcla, transferencia, extensión y compactación, además de juntas de trabajo, pavimentos sobre puentes y viaductos, bacheos como mezcla reciclada en caliente, limitaciones, apertura del tránsito, manejo ambiental y reparaciones. 	<p>entre otras consideraciones generales del tramo por retirar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establece que la trituración del mortero recuperado será el establecido en el proyecto o por la SCT, el contratista verificará que se cumplan las características requeridas. • Comenta el proceso de remezcla del material triturado indicando que se debe mezclar con el proporcionamiento necesario para producir un producto homogéneo. • El diseño de mezcla será responsabilidad del contratista y debe cumplir el proporcionamiento adecuado según el diseño de mezclas de granulometría densa en caliente, considerando la cláusula F de la norma N-CMT-4-02-003. • Menciona que la dosificación de los distintos tipos de materiales recuperados no cumple con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la SCT. • Respecto a la elaboración de mezcla se dispone que el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, mezcla, tendida y compactación debe corresponder a la norma N-CMT-4-05-003. • Menciona que en caso de no cumplirse alguna de las características de la mezcla asfáltica, se suspenderá inmediatamente hasta que sea corregido. • Presenta el proceso y recomendaciones respecto al tendido con ayuda del equipo de recuperación, respecto al tendido y compactado se determina de dicta que se determina mediante la curva de viscosidad temperatura del material asfáltico. • Indica recomendaciones al momento del extendido, traslapos, grados de tendido, cuando se realice con pavimentadora o con la máquina recuperadora. • Se expresa recomendaciones durante el tendido de la mezcla y el uso adecuado de la tolva especialmente para evitar la segregación de los materiales. • Indica recomendaciones de la limpieza al final de la jornada y control del tránsito vehicular.
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta información de recomendaciones y el proceso referente a compactación junto con el uso de maquinaria y detalles de construcción. • Presenta características de los acabados y establece que se deben contemplar medidas de mitigación de impacto ambiental, mencionado que el trabajo debe cumplir lo estipulado en la norma N-CSV-CAR-5-02-001.
--	---

Condiciones para el recibo de trabajos	Criterios para la aceptación o rechazo
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta generalidades y numerales de artículos respecto a controles (400.5.1), calidad del cemento asfáltico nuevo y calidad del agente rejuvenecedor (si se requiere 462.2.3 y 462.2.4), calidad de los agregados pétreos y llenante mineral (450.5.2.2 y 450.2.1). • Contiene las normas de los ensayos que se deben realizar a los acopios, estableciendo que se deben tomar al menos cuatro muestras y aplicar con una frecuencia según lo expresado en una tabla según las características de la composición y del asfalto recuperado. • Menciona que lo referente a la composición de la mezcla, calidad de la mezcla y calidad del producto terminado se rigen y resultan aplicables todo lo exigido en el numeral 450.5.2.3, 450.5.2.4 y 450.5.2.5 respectivamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especifica los criterios de materiales y grado de compactación con base en lo expuesto en materiales en la presente norma, y el segundo según la norma M-CAL-1-02. • Se presenta una serie de relaciones matemáticas que especifican los espesores promedios por tramo para determinar si cumple o no con el espesor promedio de la mezcla de tendido y compactado presentado. • Se emplea un análisis estadístico, como media aritmética y desviación estándar para determinar el espesor promedio. • Considera como parámetro de calidad el índice de perfil, indicando que se debe cumplir con la norma N-CSV-CAR-3-02-005. • Considera como parámetro de calidad la resistencia a la fricción, indicando que se debe cumplir con la norma N-CSV-CAR-3-02-005.

Medición	Medición
<ul style="list-style-type: none"> • Se establece el m3 como unidad de medida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toma como unidad de medida el m3.

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<ul style="list-style-type: none"> • Se paga en función del m3. • Presenta consideraciones sobre el PU. 	<ul style="list-style-type: none"> • El pago se realiza por m3, el volumen se calcula por tramos de 1 km o menor a 2 km como mucho, como el producto de la longitud del tramo, el espesor promedio y el ancho promedio de la carpeta o base asfáltica.

ART. 464 Geotextiles para repavimentación	N-CMT-6-3-01-004 / 13 Geotextiles para mezclas asfálticas en caliente
Contenido	Contenido y definición
Consiste en el suministro e instalación de un geotextil no tejido y un ligante asfáltico para formar una membrana sobre una superficie previamente preparada.	Contiene los requisitos de calidad de los geotextiles que se utilicen para mezclas asfálticas en caliente en carpetas o capas de rodadura en carreteras.

Materiales	Materiales
<p>Establece requisitos del geotextil como sigue:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Deben estar elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo 95% en masa de poliofelinas. <p>Las propiedades mecánicas del geotextil para pavimentación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Resistencia a la tensión Grab (N). -Elongación a la rotura (%) -Retención asfáltica en términos de asfalto residual (l/m2) -Masa por unidad de área (g/m2) -Punto de fusión (°C) 	<p>Los geotextiles que se utilicen para mezclas asfálticas en caliente no tejidos y podrán unirse térmicamente en una de sus caras, además deben cumplir lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Deberán ser de polipropileno o poliéster. -La elongación será igual que 50% de su longitud original o mayor. -La masa por unidad de área, la resistencia a la tensión Grab y la absorción del asfalto de los geotextiles para mezclas asfálticas en caliente, determinadas mediante los procedimientos establecidos en los Manuales M·MMP·6·01·002, Masa por Unidad de Área Promedio de Geosintéticos, M·MMP·6·01·004, Resistencia a la Tensión Grab y Elongación, y M·MMP·6·01·010, Absorción de Asfalto en Geotextiles. -No se fundirán al ser sometidos a una temperatura igual que la de elaboración de la mezcla asfáltica más veinte (20) por ciento, durante treinta (30) minutos.

Equipo	Equipo
---------------	---------------

<p>Se remite al numeral 400.3 del Artículo 400.</p> <p>Para la aplicación del riego del producto asfáltico y la colocación del geotextil se requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Equipo de barrido -Equipo para la aplicación del ligante bituminoso. -Equipo para la instalación del geotextil. -Herramientas menores. 	<p>No presenta equipo para la colocación del geotextil. Sin embargo, especifican el empaque e identificación de los geotextiles así:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Los geotextiles se suministrarán en rollos individuales, protegidos mediante envolturas. -La identificación de cada rollo de geotextil se hará mediante la colocación de etiquetas.
---	--

<i>Ejecución de Trabajos</i>	<i>Transporte y almacenamiento Ejecución de Trabajos</i>
<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>No presenta indicaciones sobre el transporte y almacenamiento de los geotextiles.</p> <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>Indica lo relacionado a:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Preparación de la superficie existente. -Tasa de aplicación del ligante asfáltico. - Aplicación del ligante asfáltico. - Colocación del geotextil. -Colocación de la capa asfáltica nueva. -Control del tránsito. -Limitaciones en la ejecución -Manejo ambiental -Reparaciones 	<p style="text-align: center;"><u>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO</u></p> <p>Con el propósito para evitar el deterioro de los geotextiles para mezclas asfálticas en caliente antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su transporte, descarga y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El vehículo en el que se transporten los rollos de geotextil para mezclas asfálticas en caliente, tendrá la longitud necesaria para proporcionarles apoyo continuo y evitar que se flexionen y se dañen durante el traslado. -Serán almacenados en sitios cercanos al frente de trabajo, sobre superficies sensiblemente planas y libres de piedras u otros objetos. - Los rollos de geotextil para mezclas asfálticas en caliente se depositarán horizontalmente en lugares totalmente cubiertos para evitar su exposición prolongada a la luz solar <p style="text-align: center;"><u>EJECUCIÓN</u></p> <p>No presenta indicaciones sobre la ejecución de los trabajos.</p>

<i>Condiciones para el recibo de trabajos</i>	<i>Criterios para la aceptación o rechazo</i>
<p>Se adelantarán los siguientes controles:</p> <p>Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo.</p> <p>Verificar la preparación de la superficie existente.</p> <p>Verificar la correcta dosificación de la cantidad de ligante asfáltico.</p>	<p>Para que los geotextiles para mezclas asfálticas en caliente sean aceptados por la Secretaría, es necesario que cumplan con todos y cada uno de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma según el tipo de geotextil para mezclas asfálticas.</p> <p>El contratista realizará las pruebas necesarias en el número de rollos de cada lote de un mismo tipo de geotextil para mezclas asfálticas en caliente establecido.</p>

<p>Verificar la viscosidad del ligante en el momento de colocación del geotextil.</p> <p>Verificar la correcta colocación del geotextil, los tratamientos de las arrugas y los traslapos entre los rollos de geotextil.</p> <p>Supervisar la correcta aplicación del procedimiento constructivo aceptado.</p>	<p>Se debe entregar a la Secretaría un certificado de calidad emitido por el fabricante, que avale el cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma y que incluya los valores y resultados de las pruebas que les hayan sido efectuadas a los geotextiles para mezclas asfálticas en caliente.</p>
---	---

Medición	Medición
<p>La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de ligante y geotextil.</p> <p>DETERMINACIÓN: El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos.</p>	<p>No presenta unidad de medida.</p>

Forma de Pago	Base de pago Estimación del pago
<p>El pago se hará al respectivo precio unitario, por metro cuadrado (m²). El precio unitario debe incluir el suministro, el almacenamiento y el transporte del geotextil, el barrido y el soplado de la superficie sobre la que se colocará el geotextil, entre otros.</p>	<p>No presenta base ni estimación de pago.</p>

8. COMPARACIÓN DE ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES.

A continuación, se compararán las especificaciones para materiales dadas por Instituto Nacional de Vías para Colombia, presentadas en el capítulo 4 donde se describen los trabajos de imprimación, riegos de liga y de curado; tratamientos superficiales y lechadas asfálticas; bases, capas de mezcla asfáltica, bacheos asfálticos en frío y en caliente y reciclados con productos bituminosos con las dadas por la Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT) de México.

Para ello, se presentarán los requisitos para la normativa de cada país y a continuación se hará la comparación.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 320 *Subbase granular*

N-CMT-CAR-4-02 -001/16 *Materiales para Subbases.*

ART. 320 *Subbase granular*

Designación

Para efectos de la aplicación de este artículo, la denominación de la clase de subbase granular se determinará con base al nivel de tránsito de la siguiente manera:

CLASE DE SUB-BASE GRANULAR	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Los requisitos de granulometría se escogen con base al tamaño máximo de partícula por el cual pasa el 100 % de la siguiente manera:

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0 2"	37.5 1 1/2"	25.0 1"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.00 No. 10	0.425 No. 40	0.075 No. 200
	% PASA								
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0%	7%			6%			3%	

Los parámetros por cumplir se deben analizar con base en el tipo de sub-base granular, que depende a su vez, del nivel de tránsito que se maneja, dichos parámetros son:

CARACTERÍSTICA	SUB-BASE GRANULAR		
	CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	-	35	30
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio	12	12	12
- Sulfato de magnesio	18	18	18
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	2	2	2
Resistencia del material (F)			
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	30	30	40

N-CMT-CAR-4-02 -001/16 Materiales para Subbases.

Los requisitos de granulometría se escogen según el nivel de tránsito y estos son:

Malla		Porcentaje que pasa ⁽¹⁾	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ ⁽²⁾	$\Sigma L > 10^6$ ⁽²⁾
75	3"	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37,5	1½"	75 - 100	75 - 100
25	1"	62 - 100	62 - 100
19	¾"	54 - 100	54 - 100
9,5	½"	40 - 100	40 - 100
4,75	N°4	30 - 100	30 - 80
2	N°10	21 - 100	21 - 60
0,85	N°20	13 - 92	13 - 45
0,425	N°40	8 - 75	8 - 33
0,25	N°60	5 - 60	5 - 26
0,15	N°100	3 - 45	3 - 20
0,075	N°200	0 - 25	0 - 15

Los parámetros por cumplir en función del número de ejes equivalente son:

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido ^[2] , máximo	30	25
Índice plástico ^[2] , máximo ¹	10	6
Valor Soporte de California (CBR) ^[2, 3] , mínimo	50	60
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	30	40
Desgaste Los Angeles ^[2] , máximo	50	40
Grado de compactación ^[2, 4] , mínimo	100	100

COMPARACIÓN

1. Desgaste en la máquina de los ángeles (%)

INVIAS:

- 500 revoluciones: Para las 3 clases tiene un valor de 50%
- 100 revoluciones: Para clase B y clase A tiene un valor de 35% y 30% respectivamente.

SCT:

- Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 50% mientras que para tránsitos altos un 40%.

2. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)

INVIAS: Para clase B y clase A, como valor máximo indica un 35% y 30%

SCT: No especifica

3. Durabilidad

Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de sodio y de magnesio, máximo (%)

INVIAS: Para las 3 clases tiene un valor de 12% para sulfato de sodio y de 18% para sulfato de magnesio.

SCT: No especifica

4. Limpieza (%)

Límite líquido, máximo (%).

INVIAS Para las 3 clases tiene un valor de 25%

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 30% mientras que para tránsitos altos un 25%.

Índice de plasticidad, máximo (%).

INVIAS Para las 3 clases tiene un valor de 6%

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 10% mientras que para tránsitos altos un 6%.

Equivalente de arena, mínimo (%).

INVIAS Para las 3 clases tiene un valor de 25%

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 30% mientras que para tránsitos altos un 40%.

Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%).

INVIAS Para las 3 clases tiene un valor de 2%

SCT: No especifica.

5. Resistencia del material.

CBR, mínimo (%)

INVIAS: Para clase C y clase B tiene un valor de 30%, mientras que para clase A tiene un valor de 40%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 50% mientras que para tránsitos altos un 60%.

Gado de compactación, mínimo (%)

INVIAS: Debe ser del 95%

SCT: Debe ser del 100 %

6. Consideraciones granulométricas.

INVIAS: Esta norma considera que la relación entre el % pasa tamiz No.200 y el % pasa tamiz No.40 debe ser menor a 2/3.

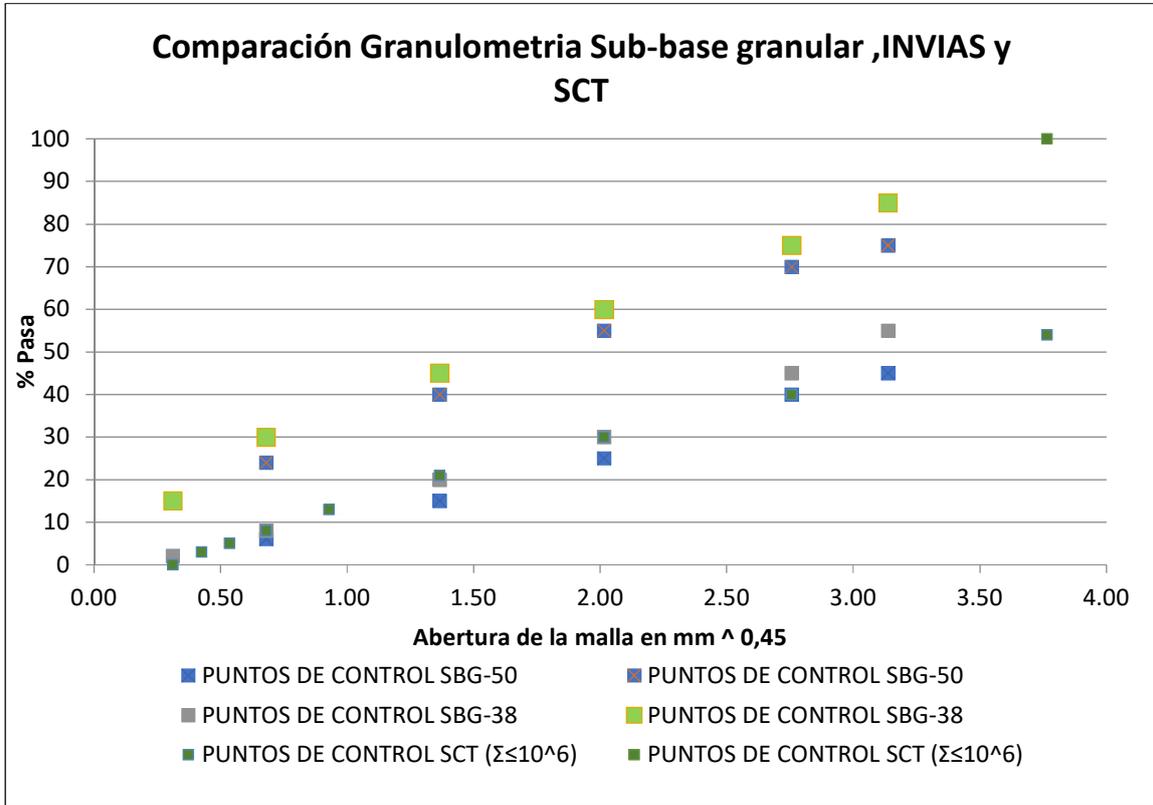
SCT: Se debe considerar que el TM de las partículas debe ser menor o igual al 25% del espesor de la sub-base.

INVIAS: El TMN debe ser menor o igual a 1/3 del espesor de la capa compactada.

SCT: La relación entre el % de masa que pasa por la malla No. 200 y el No. 40 debe ser menor o igual a 0.65.

INVIAS: Indica que la mezcla debe estar libre de materia orgánica.

SCT: Indica que la mezcla debe estar libre de materia orgánica.



Gráfica 1. Comparación granulometría sub-base granular.

- Como se aprecia los límites inferiores de los requisitos de granulometría presentados por el INVIAS son mayores que los presentados por la SCT y más lejano y mayores los valores para el límite superior.
- Para el caso de bajos volúmenes de tránsito el 100% es asequible hasta el tamiz No 10 y el de tráficos superiores 10 millones de ejes equivalentes permite que pase el 100% del material por tamiz de 3/8", proporciones que no se permiten en el INVIAS, puesto que ninguno de los tipos de gradación pueda pasar el 100% del material después del tamiz de 2" y 1 1/2".
- Los requisitos de gradación presentados para sub-base en la normativa del SCT son menos rígidos que los presentados por el INVIAS.

COMPARACIÓN ENTRE:**ART. 330** *Base granular***N-CMT-CAR-4-02 -002/16** *Materiales para bases hidráulicas.***ART. 330** *Base granular*

Designación

Para efectos de la aplicación de este artículo, la denominación de la clase de base granular se determinará con base al nivel de tránsito de la siguiente manera:

CLASE DE SUB-BASE GRANULAR	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Los requisitos de granulometría se escogen con base al tamaño máximo de partícula y el tipo de gradación que mejor se acomode al trabajo requerido de la siguiente manera:

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA							
BASES GRANULARES DE GRADACIÓN GRUESA								
BG-40	100	75-100	65-90	45-68	30-50	15-32	7-20	0-9
BG-27	-	100	75-100	52-78	35-59	20-40	8-22	0-9
BASES GRANULARES DE GRADACIÓN FINA								
BG-38	100	70-100	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	5-15
BG-25	-	100	70-100	50-80	35-65	20-45	10-30	5-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

Los parámetros por cumplir se deben analizar con base en el tipo de base granular, que depende a su vez, del nivel de tránsito que se maneja, dichos parámetros son:

CARACTERÍSTICA	BASE GRANULAR		
	CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	40	40	35
- 500 revoluciones	8	8	7
- 100 revoluciones	-	-	-
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	-	30	25
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos	-	-	-
- Valor en seco, mínimo (kN)	-	70	90
- Relación húmedo/seco, mínimo (%)	-	75	75
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	-	-	-
- Sulfato de sodio	12	12	12
- Sulfato de magnesio	18	18	18
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	25	-	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	3	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	2	2	2
Geometría de las Partículas (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	35	35	35
Caras fracturadas, mínimo (%)	-	-	-
- Una cara	50	70	100
- Dos caras	-	50	70
Angulosidad de la fracción fina, mínimo (%)	-	35	35
Resistencia del material (F)			
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 330.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	≥ 80	≥ 80	≥ 95

N-CMT-CAR-4-02 -002/16 Materiales para bases hidráulicas.

La presente normativa presenta 3 granulometrías para tres consideraciones diferentes que son: Bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico, bases que sean cubiertas solo con un tratamiento asfáltico superficial y bases de pavimentos con carpeta de mezcla asfáltica de granulometría densa, esta última se tiene en cuenta para los requisitos de granulometría en concordancia con la norma “base granular” presentada por el INVIAS son:

Malla		Porcentaje que pasa ^[1]	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ ^[2]	$\Sigma L > 10^6$ ^[2]
75	3"	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37,5	1½"	75 - 100	75 - 100
25	1"	62 - 100	62 - 90
19	¾"	54 - 100	54 - 83
9,5	½"	40 - 100	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 80	30 - 50
2	Nº10	21 - 60	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 44	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 31	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 23	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

Los parámetros por cumplir en función del número de ejes equivalente son:

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ ^[1]	$\Sigma L > 10^6$ ^[1]
Límite líquido ^[2] , máximo	25	25
Índice plástico ^[2] , máximo	6	6
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[2, 3] , mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles ^[2] , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas ^[2] , máximo	40	35
Grado de compactación ^[2, 4] , mínimo	100	100

COMPARACIÓN

1. Desgaste en la máquina de los ángeles (%)

INVIAS:

-500 revoluciones: Para clase B y clase C tiene un valor de 40%, mientras que para clase A un valor de 35%.

-100 revoluciones: Para clase B y clase A tiene un valor de 30% y 25% respectivamente.

SCT:

- Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 35% mientras que para tránsitos altos un 30%.

2. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)

INVIAS: Para clase B y clase A, como valor máximo indica un 30% y 25%

SCT: No especifica

3. Durabilidad

Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de sodio y de magnesio, máximo (%)

INVIAS: Para las 3 clases tiene un valor de 12% para sulfato de sodio y de 18% para sulfato de magnesio.

SCT: No especifica

4. Limpieza (%)

Límite líquido, máximo (%).

INVIAS Indica un valor de 25% solo en el caso de menor nivel de tránsito (Clase C).

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 25%.

La normativa del SCT permite tener un mayor rango de índice plástico, sin embargo, el límite líquido máximo es el mismo, por lo que se puede observar que la SCT considera el límite líquido máximo del 25% para bajos y altos volúmenes de tránsito, que incluyen los niveles de tránsito NT2 y NT3.

Índice de plasticidad, máximo (%).

INVIAS Indica un valor de 3% solo en el caso de menor nivel de tránsito (Clase C), las demás clases especifica 0%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 6%.

Equivalente de arena, mínimo (%).

INVIAS Para las 3 clases tiene un valor de 30%

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 40% mientras que para tránsitos altos un 50%.

Valor de azul de metileno, máximo (%).

INVIAS Para las 3 clases tiene un valor de 10%

SCT: No especifica.

Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%).

INVIAS: Para las 3 clases tiene un valor de 2%.

SCT: No especifica.

5. Geometría de las partículas.

Índice de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)

INVIAS: Para las 3 clases tiene un valor de 35%.

SCT: No especifica.

Caras fracturadas, mínimo (%)

INVIAS: Para una cara, los % para clase C, B y A son 50, 70 y 100 respectivamente; mientras que para dos caras no especifica para clase C, pero, indica que clase B y clase A serán 50% y 70%.

SCT: No especifica para Bases granulares, la única referencia es que para bases de concreto hidráulico al menos el 50% en masa de partículas trituradas debe presentar dos caras fracturadas o más.

6. Resistencia del material.

CBR, mínimo (%)

INVIAS: Para clase C y clase B tiene un valor de 80%, mientras que para clase A tiene un valor de 95%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 80% mientras que para tránsitos altos un 100%.

Gado de compactación, mínimo (%)

INVIAS: Debe ser mínimo del 95%, mientras que, para el lote con una probabilidad del 90% el grado de compactación promedio debe ser mayor a 98%.

SCT: Debe ser del 100 %

7. Consideraciones granulométricas.

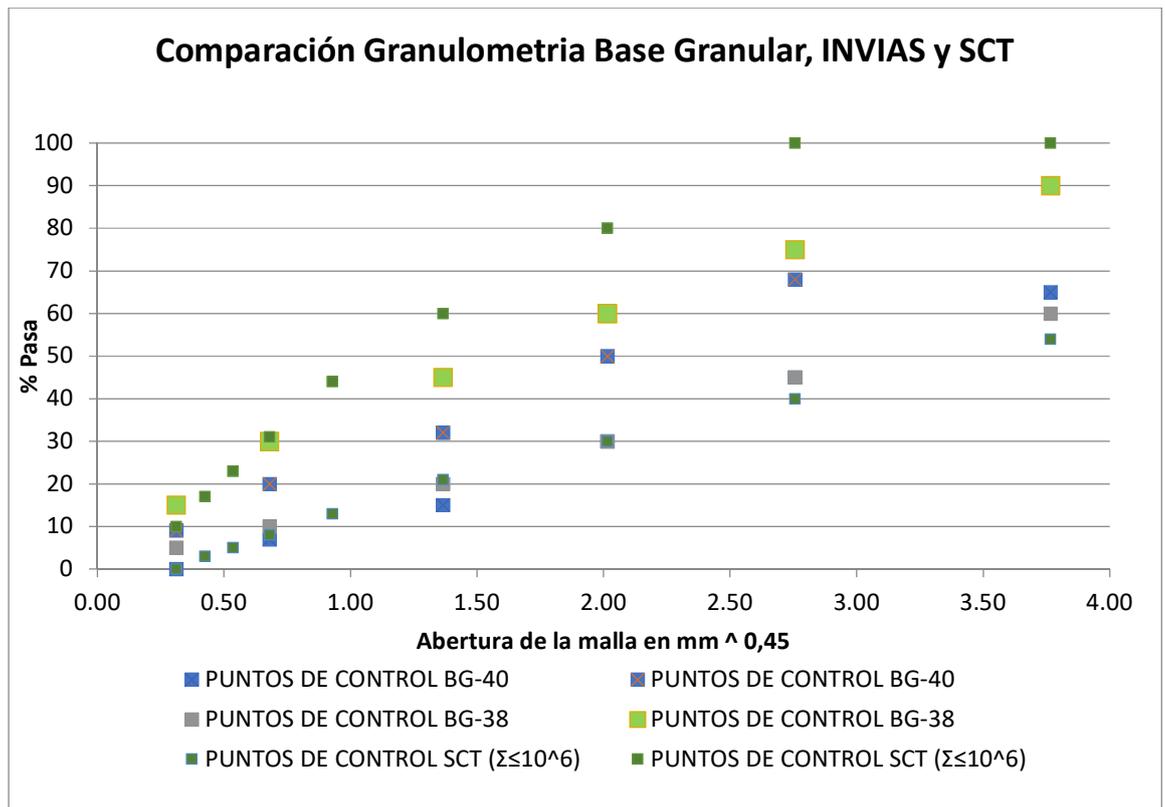
INVIAS: Esta norma considera que la relación entre el % pasa tamiz No.200 y el % pasa tamiz No.40 debes ser menor a 2/3.

SCT: Se debe considerar que el TM de las partículas debe ser menor o igual al 25% del espesor de la base.

INVIAS: El TMN debe ser menor o igual a 1/3 del espesor de la capa compactada.

SCT: La relación entre el % de masa que pasa por la malla No. 200 y el No. 40 debe ser menor o igual a 0.65.

INVIAS: Indica que la mezcla debe estar libre de materia orgánica.
 SCT: Indica que la mezcla debe estar libre de materia orgánica.



Gráfica 2. Comparación granulometría base granular.

- El INVIAS presenta 2 opciones más de granulometrías, para los tamices con aberturas más grandes los porcentajes son semejantes, pero después cambian, no se replican valores entre gradaciones.
- En ambas tablas se observa el aumento de presencia de partículas más pequeñas respecto a la subbase, se nota en la gradación del INVIAS, puesto que ahora los tamices de 1" y 3/4" son los más pequeños que permite que pase el 100% del material.
- Los rangos de gradación presentados para base en la normativa del SCT y el INVIAS a consideración concuerdan en valores similares para el caso de BG-40 y BG-27.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 340 Base estabilizada con emulsión asfáltica.

N-CMT- 4- 02- 003/04 MATERIALES PARA BASES TRATADAS

ART. 340 Base estabilizada con emulsión asfáltica.

Los requisitos de granulometría se escogen con base al tamaño máximo de partícula y el tipo de gradación que mejor se acomode al trabajo requerido de la siguiente manera:

TIPO DE MATERIAL	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	37.5 1 1/2"	25.0 1"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.36 No. 8	0.425 No. 40	0.150 No. 100	0.075 No. 200
	% PASA								
BEE-38	100	70-100	50-80	45-75	30-60	20-45	10-27	5-18	3-15
BEE-25	-	100	60-90	50-80	30-60	20-45	10-27	5-18	3-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de Trabajo (±)	5 %							3 %	

El INVIAS indica los requisitos que deben cumplir los agregados pétreos, estos son:

CARACTERÍSTICA	Norma de ensayo INV	REQUISITO
Dureza, agregado grueso (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles, gradación A, máximo (%) - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	50 10
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%) (Nota 1)	E-238	45
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos (tránsitos NT2 y NT3) - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	30 50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, máximo (%)	E-220	18
Limpieza, gradación combinada (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	35
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	7
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	20
Terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2
Capacidad de soporte (F)		
CBR del material sin emulsión asfáltica (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	20

Los requisitos de suelos granulares para la construcción de bases estabilizadas con emulsión asfáltica son:

CARÁCTERÍSTICA	Norma de ensayo INV	REQUISITO
Tipo de suelo (F)		
Clasificación según el sistema AASHTO	E-180	A-1-b o A-2-4
Limpieza, gradación combinada (F)		
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	7
Equivalente de arena		
- Suelos A-1-b, mínimo (%)	E-133	≥ 90
- Suelos A-2-4, intervalo admisible (%)		20 - 40
Terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2
Capacidad de soporte (F)		
CBR del material sin emulsión asfáltica (%): porcentaje asociado al 90 % de la densidad seca correspondiente al ensayo modificado de compactación (norma INV E-142), medido en una muestra sometida a cuatro días de	E-148	15

Y la gradación de los suelos granulares será:

TIPO DE MATERIAL	TAMIZ (mm / U.S. Standard)	
	4.75 No. 4	0.075 No. 200
BEE-5	% PASA	
	100	5 - 25

MATERIAL BITUMINOSO

Será una emulsión catiónica de rotura lenta del tipo CRL-1 o CRL1-h, que cumpla los requisitos indicados en Artículo 411.

Puzolanas

Indican que serán los que se requieran con el propósito de controlar la rotura de la emulsión asfáltica, no hay datos específicos.

Aditivos

Indican que serán los que se requieran con el propósito rebajar la tensión superficial y mejorar la adherencia, además referencia el artículo 412 como la especificación a cumplir.

Agua

El agua para la estabilización deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y sustancias perjudiciales. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 340 - 5.

Tabla 340 – 5. Requisitos del agua no potable para la construcción de base estabilizada con emulsión asfáltica

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D 1293	5.5 - 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ ²⁻ , g/l máximo	D 516	1.0

N-CMT- 4- 02- 003/04 MATERIALES PARA BASES TRATADAS

Los requisitos de granulometría se escogen según el nivel de tránsito y según lo mencionado en la normativa para bases estabilizadas con asfalto, estos son:

Malla		Porcentaje que pasa	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ ^[1]	$\Sigma L > 10^6$ ^[1]
37,5	1½"	100	100
25	1"	90 - 100	90 - 100
19	¾"	76 - 100	76 - 100
9,5	¾"	42 - 100	42 - 100
4,75	N°4	24 - 100	24 - 70
2	N°10	10 - 90	10 - 27
0,85	N°20	5 - 65	5 - 14
0,425	N°40	4 - 47	4 - 10
0,25	N°60	2 - 35	2 - 8
0,15	N°100	1 - 25	1 - 7
0,075	N°200	0 - 15	0 - 6

Los parámetros por cumplir en función del número de ejes equivalente son:

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ ^[1]	$\Sigma L > 10^6$ ^[1]
Límite líquido ^[2] , máximo	30	25
Índice plástico ^[2] , máximo	6	6
Contenido de agua ^[2] , máximo	1	1
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	40	50
Partículas alargadas y lajeadas ^[2] , máximo	50	40
Desgaste Los Angeles ^[2] , máximo	30	30
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; máximo ^[2]	25	25

COMPARACIÓN

1. Desgaste en la máquina de los ángeles (%)

INVIAS:

-500 revoluciones: Tiene un valor de 50%.

-100 revoluciones: Tiene un valor de 10%

SCT:

- Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 30%.

2. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)

INVIAS: Como valor máximo indica un 45%

SCT: No especifica

3. Resistencia mecánica por el método del 10% de finos (%)

Valor en seco y relación húmedo/seco, máximo (%).

INVIAS Indica un valor de 30% y 50% respectivamente. (No es necesario cumplir para el nivel de tránsito NT1).

SCT: No especifica.

4. Durabilidad.

Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, máximo (%)

INVIAS: 18% para sulfato de magnesio.

SCT: No especifica

8. Limpieza (%)

Límite líquido, máximo (%).

INVIAS Indica un valor de 35% solo en el caso de menor nivel de tránsito (Clase C).

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 30% mientras que para tránsitos altos un 25%.

Índice de plasticidad, máximo (%).

INVIAS Indica un valor de 7%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 6%.

Equivalente de arena, mínimo (%).

INVIAS Para las 3 clases tiene un valor de 20%

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) un 40% mientras que para tránsitos altos un 50%.

Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%).

INVIAS: Se requiere un valor de 2%.

SCT: No especifica.

5. Resistencia del material.

CBR, mínimo (%)

INVIAS: Indica un valor de 20%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 80% mientras que para tránsitos altos un 100%.

Perdida de estabilidad por inmersión en agua.

INVIAS: No especifica.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 25%.

Grado de compactación, mínimo (%)

INVIAS: Debe ser mínimo del 95%

SCT: Debe ser del 95 %

6. Material bituminoso.

Lo indicado por el INVIAS y SCT respecto al material bituminoso es tratado la comparación de normas correspondientes al artículo 420 "riego de imprimación", referente a emulsiones catiónicas.

INVIAS: Indica que no se aplicaran materiales asfálticos cuando la temperatura ambiente sea menor 5° Celsius, cuando este lloviendo o haya amenaza de lluvia.

SCT: Señala que no se permitirá la extensión y compactación de mezclas para base estabilizada con emulsión asfáltica cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 5° C, o haya lluvia o temor de que ocurra.

7. Agua.

INVIAS: Especifica que el agua a emplear para la estabilización debe tener un pH entre 5.5 y 8.0, además indica que el contenido de sulfatos máximo es de 1.0 g/L.

SCT: No especifica.

8. Consideraciones granulométricas.

INVIAS: Esta norma considera que la relación entre el % pasa tamiz No.200 y el % pasa tamiz No.40 debes ser menor a 2/3.

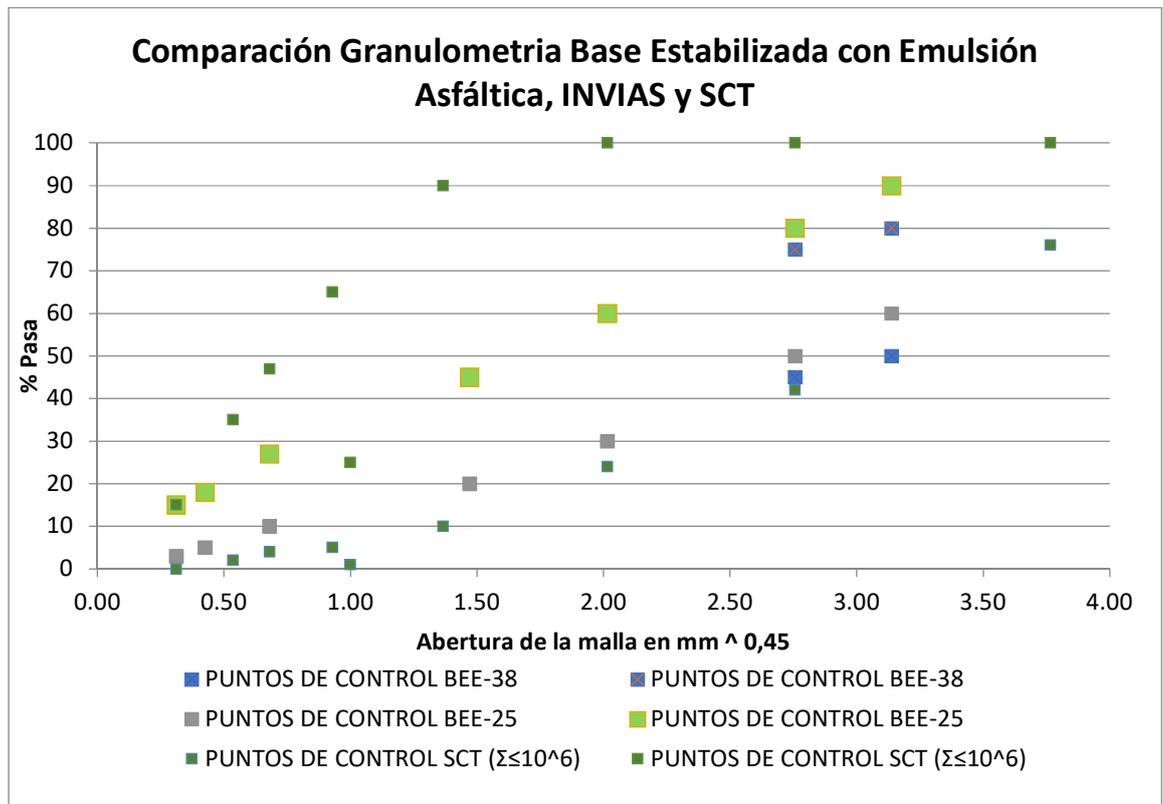
SCT: El tamaño máximo permisible de material pétreo debe ser menor o igual a 37.5 mm, y tampoco debe ser menor de 2/3 del espesor de la capa de base compacta.

INVIAS: El producto entre el % pasa el tamiz No. 200 con el índice de plasticidad debe ser menor o igual a 72.

SCT: No especifica.

INVIAS: Indica que la mezcla debe estar libre de materia orgánica.

SCT: Indica que la mezcla debe estar libre de materia orgánica.



Gráfica 3. Comparación granulometría base estabilizada con emulsión asfáltica.

- El INVIAS permite que un pequeño porcentaje de material pase tamiz No.200, en la tabla presentada por el SCT dicho material el máximo posible que puede pasar es igual al del INVIAS, pero, para grandes volúmenes de tránsito este porcentaje es mucho menor.
- Se permite que el 100% del material pase por tamiz No 4. Y 3/8" para bajos y altos volúmenes de tránsito respectivamente, mientras que para BEE-38 Y BEE-25 a partir de 1 1/2" y 1".

9. Suelos granulares para la construcción de bases estabilizadas con emulsión asfáltica.

INVIAS: Detalla que el uso de suelos granulares pulverizados o disgregables es solo aplicable para proyectos de tránsito NT1.

SCT: No especifica.

INVIAS: Expone que el suelo granular a emplear debe ser A-1-b o A-2-4, según el sistema de clasificación de AASHTO, el índice de plasticidad debe ser de 7%, equivalente de arena mayor a 90% en el caso del primer suelo mencionado, mientras que en el segundo debe estar comprendido entre 20 y 40%, la cantidad de terrones de arcilla y partículas deleznales máximo será de 2% y el CBR del material sin emulsión asfáltica será de 15%.

SCT: No especifica.

INVIAS: Apunta que las condiciones de gradación para los suelos granulares tratados debe pasar el 100% del material tamiz No.4 y entre 5 a 25% tamiz No. 200.

SCT: No especifica.

10. Requisitos contemplados por la SCT:

SCT: Señala que los materiales por estabilizar deben cumplir con lo indicado en los manuales M·MMP·4·04·009 y M·MMP·4·04·010, correspondiente a “Desprendimiento por fricción de materiales pétreos para mezclas asfálticas” y “Cubrimiento con asfalto mediante el método inglés de materiales pétreos para mezclas asfálticas” respectivamente.

INVIAS: No especifica

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 350 *Suelo-cemento.*

N-CMT-4-02-003/04 *MATERIALES PARA BASES TRATADAS*

N-CMT-CAR-4-02-002/16 *Materiales para bases hidráulicas.*

ART. 350 *Suelo-cemento.*

Los requisitos de granulometría se escogen con base al tamaño máximo de partícula y el tipo de gradación que mejor se acomode al trabajo requerido, de la siguiente manera:

TIPO DE GRADACIÓN		TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
		50.0	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
		% PASA								
Tipo A	A-50	100	70-100	60-100	50-90	40-80	30-70	20-55	10-40	2-20
	A-25	-	-	100	70-100	60-100	50-85	40-70	20-45	2-25
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)		0 %	7 %			6 %			3 %	
Tipo B	B-50-1	100	-	-	-	-	40-80	-	-	2-35
	B-50-2	100	-	-	-	-	60-100	-	-	0-50
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)		0 %	-			8 %			5 %	

El INVIAS indica los requisitos que deben cumplir los agregados pétreos, estos son:

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	GRADACIÓN TIPO A	GRADACIÓN TIPO B
Composición (F)			
- Granulometría del material pulverizado, listo para estabilizar.	E-123	Tabla 350 - 3	
- Tamaño máximo, fracción máxima del espesor de la capa compactada		1/2	
Limpieza (F)			
Límite líquido, % máximo	E-125	30	35 (Nota 1)
Índice de plasticidad, % máximo	E-125 y E-126	12	15 (Nota 1)
Contenido de materia orgánica, % máximo	E-121	1.0	
Características químicas (O)			
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como SO ₄ ²⁻ , % máximo	E-233	0.5	
Reactividad álcali - agregado: Concentración SiO ₂ y reducción de alcalinidad R	E-234	SiO ₂ ≤ R cuando R ≥ 70 SiO ₂ ≤ 35 + 0.5R cuando R < 70	

CEMENTO

Será cemento hidráulico de uso general, que cumpla los requisitos especificados en el artículo 501.

Aditivos

Indican que serán los que se requieran con el propósito mejorar la trabajabilidad o características de la mezcla, además referencia el artículo 412 como la especificación a cumplir.

Agua

El agua para la estabilización deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y sustancias perjudiciales. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 350 - 4.

Tabla 350 - 4. Requisitos del agua no potable para la construcción de suelo-cemento

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D 1293	5.5 - 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ ²⁻ , g/l máximo	D 516	1.0

Criterios de la mezcla

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	SC-D	SC-R
Durabilidad			
Máxima pérdida de masa de la mezcla compactada en prueba de humedecimiento y secado, %	E-612		
- Suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A-3			14
- Suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A-5			10
- Suelos A-6; A-7			7
Resistencia			
Comportamiento de la resistencia con:	E-614	Crece	
- Incremento en el contenido de cemento - Incremento en la edad		Crece	
Resistencia a la compresión a 7 días, MPa	E-614	(Nota 1)	2.1 (Nota 2)
- Mínima		4.5	4.5
- Máxima			

N-CMT-4-02-003/04 MATERIALES PARA BASES TRATADAS
N-CMT-CAR-4-02-002/16 Materiales para bases hidráulicas.

No hay datos específicos para suelo-cemento, sino que indica que se debe cumplir los requisitos de granulometría de "bases hidráulicas", estos requisitos de granulometría se escogen según el nivel de tránsito, y se presentan a continuación:

Malla		Porcentaje que pasa ^[1]	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ ^[2]	$\Sigma L > 10^6$ ^[2]
75	3"	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37,5	1½"	75 - 100	75 - 100
25	1"	62 - 100	62 - 90
19	¾"	54 - 100	54 - 83
9,5	¾"	40 - 100	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 80	30 - 50
2	Nº10	21 - 60	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 44	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 31	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 23	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

Los parámetros por cumplir en función del número de ejes equivalente son:

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido ^[2] , máximo	25	25
Índice plástico ^[2] , máximo	6	6
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[2, 3] , mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles ^[2] , máximo	35	30

COMPARACIÓN

1. Composición.

Tamaño máximo, como fracción máxima del espesor de la capa compacta (%).

INVIAS Corresponde a 1/2.

SCT: No especifica.

2. Limpieza (%)

Límite líquido, máximo (%).

INVIAS: Indica un valor de 30% para la gradación tipo A y de 35% para la gradación tipo B.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 25%.

Índice de plasticidad, máximo (%).

INVIAS: Indica un valor de 12% para la gradación tipo A y de 15% para la gradación tipo B.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 6%.

Equivalente de arena, mínimo (%).

INVIAS: No especifica.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 40% mientras que para tránsitos altos un 50%.

Desgaste de los Ángeles, máximo (%).

INVIAS: No especifica.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 35% mientras que para tránsitos altos un 30%.

3. Características químicas.

Proporción de sulfatos (SO₄ %)

INVIAS: Indica un valor de 0.5%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 80% mientras que para tránsitos altos un 100%.

Reactividad álcali-agregado (SO₄ % y reducción alcalinidad)

INVIAS: la concentración debe ser menor a la reducción de alcalinidad, cuando esta última es mayor o igual a 70, caso contrario la concentración deberá ser menor a la suma de 35 con el valor medio de la reducción de alcalinidad.

SCT: No especifica.

4. Resistencia del material.

CBR, mínimo (%)

INVIAS: No especifica.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 80% mientras que para tránsitos altos un 100%.

Perdida de estabilidad por inmersión en agua.

INVIAS: Indica que para suelos A-1, A-2-4, A-2-5 Y A-3 el máximo % de pérdida de masa de la mezcla compactada en prueba de humedecimiento y secado será de 14%, para los suelos A-2-6, A-2-7, A-4 y A-5 será de 10% y para los suelos A-6 y A-7, UN 7%.

SCT: No especifica.

Grado de compactación, mínimo (%)

INVIAS: Debe ser mínimo del 98%

SCT: Debe ser del 100 %

5. Cemento.

Norma de referencia y tipo de cemento.

INVIAS: Cemento de uso general, Artículo 501.

SCT: Cemento ordinario, N•CMT•2•02•001/02

Resistencia MPa (%)

INVIAS: Para el primer tipo de suelo cemento (SC-D) será mínimo el que se obtenga del diseño de mezcla y máximo 4.5 MPa, mientras que para el suelo cementos (SC-R) será mínimo 2.1 MPa y máximo 4.5 MPa.

SCT: Debe ser el establecido en el proyecto o indique la secretaria, pero nunca inferior a 2.5 MPa.

6. Agua.

INVIAS: Especifica que el agua a emplear debe tener un pH entre 5.5 y 8.0, además indica que el contenido de sulfatos máximo es de 1.0 g/L.

SCT: No especifica.

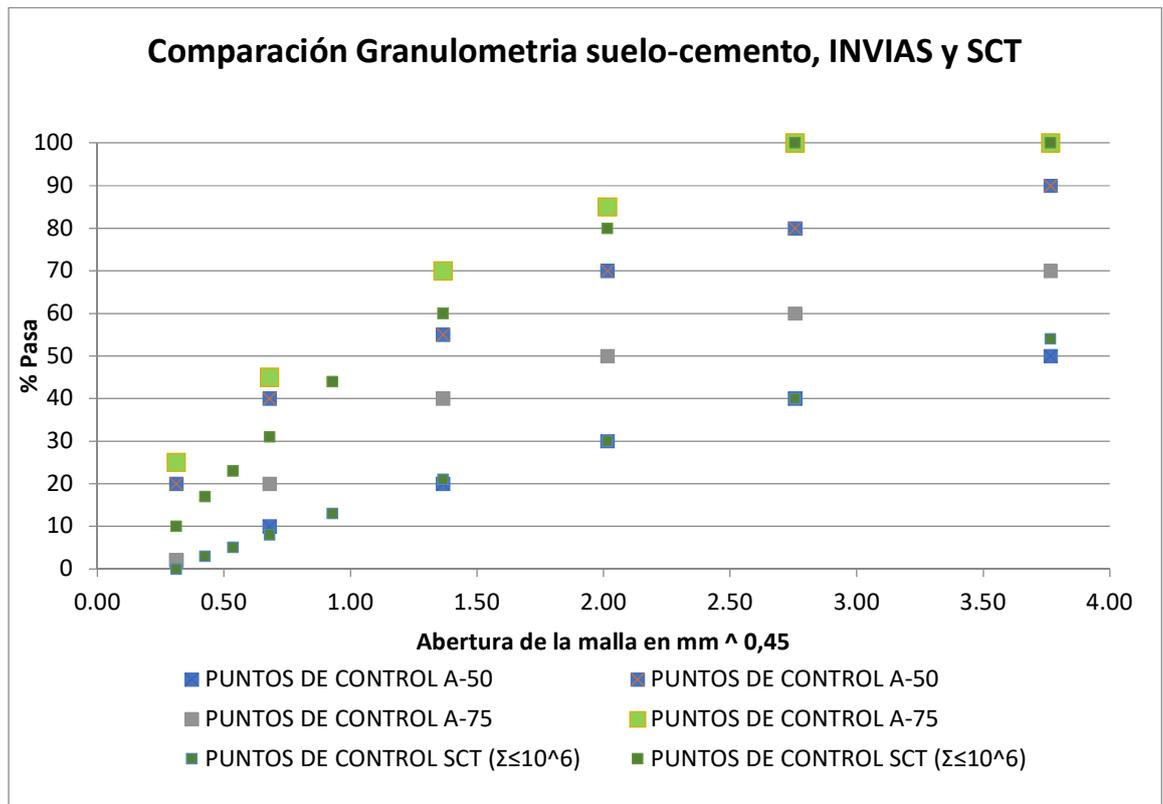
7. Consideraciones granulométricas.

INVIAS: Esta norma considera que la relación entre el % pasa tamiz No.200 y el % pasa tamiz No.40 debes ser menor a 2/3.

SCT: El tamaño máximo permisible de material pétreo debe ser menor o igual a 37.5 mm, y tampoco debe ser menor de 2/3 del espesor de la capa de base compacta.

INVIAS: Permite un máximo contenido de materia orgánica de 1.0% para ambos tipos de gradación (A y B).

SCT: Indica que la mezcla debe estar libre de materia orgánica.



Gráfica 4. Comparación granulometría suelo cemento granular.

- El INVIAS permite que al menos un pequeño porcentaje de material pase tamiz No.200 hasta que pase una gran porción según el tipo de gradación, en la tabla presentada por el SCT el porcentaje que se permite pase tamiz No.200 es pequeño.
- Se permite que el 100% del material pase por tamiz 3/8" Y 1 1/2" para bajos y altos volúmenes de tránsito respectivamente, mientras que para A-50, A-25, B-50-1 Y B-50-2 a partir de 1", 3/8", 2" y tamiz No. 4.
- Los rangos de gradación presentados para base en la normativa del INVIAS son más flexibles y permiten mayor o menor gradación según sea el caso, debido a que la SCT contempla las gradaciones para bases, que son más rigurosas.

COMPARACIÓN ENTRE:**ART. 351** *Base tratada con cemento.***N-CMT-4-02-003/04 MATERIALES PARA BASES TRATADAS.****N-CMT-CAR-4-02-002/16 Materiales para bases hidráulicas.****ART. 351** *Base tratada con cemento.*

Designación

Para efectos de la aplicación de este artículo, la denominación de la clase de base tratada con cemento se determinará con base al nivel de tránsito de la siguiente manera:

CLASE DE AGREGADO PARA BASE TRATADA CON CEMENTO	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Los requisitos de granulometría se escogen con base al tamaño máximo de partícula y el tipo de gradación que mejor se acomode al trabajo requerido, de la siguiente manera:

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% PASA								
BTC-30	100	70-100	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	2-15
BTC-25	-	100	70-100	50-80	35-65	25-50	15-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (t)	0 %	6 %			3 %			1.5 %

El INVIAS indica los requisitos que deben cumplir los agregados pétreos, estos son:

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	CLASE DE AGREGADO	
		CLASE B	CLASE A
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 300 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	40 8	33 7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	30	25
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	70 75	90 75
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	E-125	-	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	1	1
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2
Geometría de las partículas (F)			
Índices de alargamiento y aplastamiento, máximo (%)	E-230	-	35
Caras fracturadas (una cara), mínimo (%)	E-227	30	60
Resistencia del material (F)			
CBR para una compactación del 95 % del ensayo modificado de compactación (norma INV E-142), medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo (%).	E-148	60	80
Características químicas (O)			
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como SO ₄ ²⁻ , máximo (%)	E-233	0.5	
Reactividad álcali - agregado: Concentración SiO ₂ y reducción de alcalinidad R	E-234	SiO ₂ ≤ R cuando R ≥ 70 SiO ₂ ≤ 35 + 0.5R cuando R < 70	

CEMENTO

Será cemento hidráulico de uso general, que cumpla los requisitos especificados en el artículo 501.

Aditivos

Indican que serán los que se requieran con el propósito mejorar la trabajabilidad o características de la mezcla, además referencia el artículo 412 como la especificación a cumplir.

Agua

El agua para la estabilización deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y sustancias perjudiciales. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 351 - 4.

Tabla 351 - 4. Requisitos del agua no potable para base tratada con cemento

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D 1293	5.5 - 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ ²⁻ , g/l máximo	D 516	1.0

Criterios de la mezcla

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE RESISTENCIA	
		R 3.5	R 5.2
Resistencia			
Comportamiento de la resistencia con: - Incremento en el contenido de cemento - Incremento en la edad	E-614 ajustado	Crece Crece	
Resistencia a la compresión a 7 días, MPa - Mínima - Máxima	E-614 ajustado	3.5 7.0	5.2 7.0

N-CMT-4-02-003/04 MATERIALES PARA BASES TRATADAS.

N-CMT-CAR-4-02-002/16 Materiales para bases hidráulicas.

No hay datos específicos para bases tratadas con cemento, sin embargo, se indica que se debe cumplir los requisitos de granulometría de "bases hidráulicas", estos requisitos de granulometría se escogen según el nivel de tránsito, y se presentan a continuación:

Malla		Porcentaje que pasa ^[1]	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ ^[2]	$\Sigma L > 10^6$ ^[2]
75	3"	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37.5	1½"	75 - 100	75 - 100
25	1"	62 - 100	62 - 90
19	¾"	54 - 100	54 - 83
9.5	¾"	40 - 100	40 - 65
4.75	Nº4	30 - 80	30 - 50
2	Nº10	21 - 60	21 - 36
0.85	Nº20	13 - 44	13 - 25
0.425	Nº40	8 - 31	8 - 17
0.25	Nº60	5 - 23	5 - 12
0.15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0.075	Nº200	0 - 10	0 - 5

Los parámetros por cumplir en función del número de ejes equivalente son:

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^5$ [1]	$\Sigma L > 10^5$ [1]
Límite líquido ^[2] , máximo	25	25
Índice plástico ^[2] , máximo	6	6
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[2, 3] , mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles ^[2] , máximo	35	30

COMPARACIÓN

1. Desgaste en la máquina de los ángeles (%)

INVIAS:

-500 revoluciones: Tiene un valor de 40% y 35% para la clase de agregado B y la clase de agregado A, respectivamente.

-100 revoluciones: Tiene un valor de 8% y 7% para la clase de agregado B y la clase de agregado A, respectivamente.

SCT:

- Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 35% mientras que para tránsitos altos un 30%.

2. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)

INVIAS: Como valor máximo indica un 30% para e agregado clase B y de 25% para el agregado clase A.

SCT: No especifica

3. Resistencia mecánica por el método del 10% de finos (%)

Valor en seco y relación húmedo/seco, máximo (%).

INVIAS Indica un valor de 70% y 90% respectivamente. (Clase B y clase A), e indica un valor de 75% para ambos parámetros en las dos clases de agregados.

SCT: No especifica.

4. Durabilidad.

Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de sodio y magnesio, máximo (%)

INVIAS: 12% para sulfato de sodio y 18% en sulfato de magnesio.

SCT: No especifica

5. Limpieza (%)

Límite líquido, máximo (%).

INVIAS: No especifica.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 25%.

Índice de plasticidad, máximo (%).

INVIAS: Indica un valor de 0%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos y altos de 6%.

Equivalente de arena, mínimo (%).

INVIAS: Sugiere un valor de 30%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 40% mientras que para tránsitos altos un 50%.

Valor de azul de metileno, máximo (%).

INVIAS: Presenta un valor de 10%, y especifica que solo se requiere que cumpla cuando el EA del material sea menor a 30% y al mismo tiempo mayor o igual a 25%.

SCT: No especifica.

Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%).

INVIAS: Para las 2 clases tiene un valor de 2%.

SCT: No especifica.

6. Geometría de las partículas.

Índice de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)

INVIAS: Para la clase B no tiene un valor especificado, para la clase A tiene un valor de 35%.

SCT: No especifica.

Caras fracturadas, mínimo (%)

INVIAS: Para una cara, los % para clase B y A son 50 y 60 respectivamente.

SCT: No específica para suelos tratados con cemento, la única referencia es que para bases de concreto hidráulico al menos el 50% en masa de partículas trituradas debe presentar dos caras fracturadas o más.

7. Características químicas.

Proporción de sulfatos (SO₄ %)

INVIAS: Indica un valor de 0.5%.

SCT: No específica.

Reactividad álcali-agregado (SO₄ % y reducción alcalinidad)

INVIAS: la concentración debe ser menor a la reducción de alcalinidad, cuando esta última es mayor o igual a 70, caso contrario la concentración deberá ser menor a la suma de 35 con el valor medio de la reducción de alcalinidad.

SCT: No específica.

8. Resistencia del material.

CBR, mínimo (%)

INVIAS: Indica que para la clase B deber ser de 60% y para la clase A de 80%.

SCT: Presenta un valor para tránsitos bajos (menor a 10 millones de ejes equivalentes) de 80% mientras que para tránsitos altos un 100%.

Grado de compactación, mínimo (%)

INVIAS: Debe ser mínimo del 98%

SCT: Debe ser del 100 %

9. Cemento.

Norma de referencia y tipo de cemento.

INVIAS: Cemento de uso general, Artículo 501.
SCT: Cemento ordinario, N•CMT•2•02•001/02

Resistencia MPa (%)

INVIAS: Para el primer tipo de suelo cemento (SC-D) será mínimo el que se obtenga del diseño de mezcla y máximo 4.5 MPa, mientras que para el suelo cementos (SC-R) será mínimo 2.1 MPa y máximo 4.5 MPa.

SCT: Debe ser el establecido en el proyecto o indique la secretaria, pero nunca inferior a 2.5 MPa.

10. Agua.

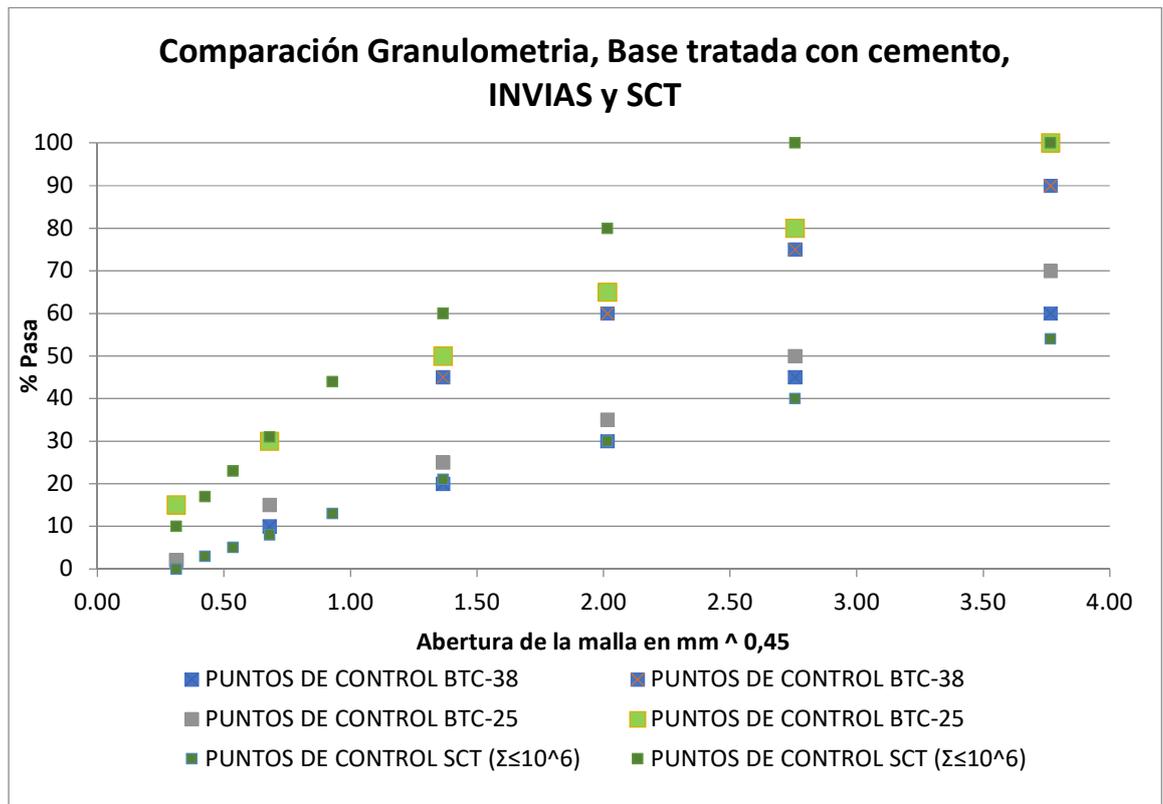
INVIAS: Especifica que el agua a emplear debe tener un pH entre 5.5 y 8.0, además indica que el contenido de sulfatos máximo es de 1.0 g/L.

SCT: No especifica.

11. Consideraciones granulométricas.

INVIAS: Permite un máximo contenido de materia orgánica de 1.0% para ambos tipos de gradación (A y B).

SCT: Indica que la mezcla debe estar libre de materia orgánica.



Gráfica 5. Comparación granulometría Base tratada con cemento.

- El INVIAS permite que al menos un pequeño porcentaje de material pase tamiz No.200 hasta que pase una gran porción según el tipo de gradación, en la tabla presentada por el SCT el porcentaje que se permite pase tamiz No.200 es pequeño.
- Se permite que el 100% del material pase por tamiz 3/8" Y 1 1/2" para bajos y altos volúmenes de tránsito respectivamente, mientras que para BTC-38 Y BTC-25 a partir de 1" y 3/4".
- Los rangos de gradación presentados para base en la normativa del INVIAS son más flexibles y permiten mayor o menor gradación según sea el caso, debido a que la SCT contempla las gradaciones para bases, que son más rigurosas.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 420 *Riego de imprimación*

N-CTR-CAR-1-04-004/15 *Riegos de Impregnación*

ART. 420 *Riego de imprimación*

Designación

A efectos de la aplicación de este Artículo y de las presentes Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, la denominación del tipo de emulsión asfáltica se compondrá:

-Letra C, representativa del emulsificante catiónico utilizado en su fabricación, seguida de las letras RR, RM o RL según su tipo de rotura (rápida, media o lenta). A continuación de las letras anteriores habrá un guión y el número 0, 1 o 2, indicativo del contenido de ligante residual en la emulsión. La letra h, que acompaña la denominación de una de las emulsiones de rotura lenta, indica que se trata de una emulsión de alta estabilidad.

Para las emulsiones CRR1, CRR2 y CRL1 se establecen dos rangos para la penetración del residuo:

-ARD: asfalto residual duro, para aplicaciones en zonas de clima cálido;

-ARB: asfalto residual blando, para aplicaciones en zonas de clima frío.

Los documentos del proyecto indicarán cuál de los materiales bituminosos indicados en la Tabla 420- 1 deberá ser utilizado para el riego de imprimación.

Tabla 420 - 1. Materiales bituminosos para el riego de imprimación

TIPO DE MATERIAL	DENOMINACIÓN	REQUISITOS
Emulsión asfáltica	Emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta tipo CRL-0	Artículo 411
	Emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta tipo CRL-1	
Asfalto líquido	Asfalto líquido MC-30	Artículo 416

Los requisitos son:

Tabla 411 - 1. Especificaciones de emulsiones asfálticas catiónicas

ENSAYOS SOBRE LA EMULSIÓN	NORMA DE ENSAYO INV	ROTURA RÁPIDA				ROTURA MEDIA		ROTURA LENTA					
		CRR - 1		CRR - 2		CRM		CRL - 0		CRL - 1		CRL - 1h	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, s Saybolt Furol a 50°C, s	E-763	20	100	-	-	-	-	-	50	20	200	20	100
Contenido de agua, %	E-761	-	40	-	35	-	35	-	50	-	43	-	43
Estabilidad durante almacenamiento (24 horas), % Sedimentación a los 5 días, %	E-764	-	1 5	-	1 5	-	1 5	-	- 10	-	- 5	-	1 5
Destilación Contenido de asfalto residual, % Contenido de aceite, %	E-762	60	- 3	65	- 3	65	- 12	40 10	- 20	57	-	57	-
Tamizado Retenido tamiz No. 20 (850 μ m), %	E-765	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10
Demulsibilidad, %	E-766	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotura en ensayo de mezcla con cemento, %	E-770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0
Carga de partícula	E-767	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
pH	E-768	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6
Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento - Con agregado seco - Con agregado seco y acción del agua - Con agregado húmedo - Con agregado húmedo y acción del agua	E-769	-	-	-	-	Buena Satisfactoria Satisfactoria Satisfactoria		-	-	-	-	-	-
Ensayos sobre el residuo de destilación													
Penetración (25° C, 100 gr, 5 s), 0.1 mm - ARD - ARB	E-706	60 100	100 250	60 100	100 250	100	250	200	300	60	100	100	250
Ductilidad (25° C, 5 cm/min) , cm	E-702	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
Solubilidad en tricloroetileno, %	E-713	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-

N-CTR-CAR-1-04-004/15 Riegos de Impregnación
Designación

TABLA 3.- Clasificación de las emulsiones asfálticas

Clasificación	Contenido de cemento asfáltico en masa %	Tipo	Polaridad	
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica	
EAR-60	60			
EAM-60	60	Rompimiento medio		
EAM-65	65			
EAL-55	55	Rompimiento lento		
EAL-60	60			
EAI-60	60	Para impregnación		
EAR-60	60	Rompimiento rápido		Catiónica
ECR-65	65			
ECR-70	70			
ECM-65	65		Rompimiento medio	
ECL-65	65		Rompimiento lento	
ECI-60	60		Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada		

Los requisitos son:

TABLA 7.- Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas

Características	Clasificación						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-45	ECS-60
De la emulsión:							
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	---	---	---	---	25	5	25
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	5	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	---	90	90	---	90
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	---	75	75	---	75
Carga eléctrica de las partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3	3	5	---	15	---
Índice de ruptura; %	< 100	< 100	< 100	80 – 140	> 120	---	> 120
Del residuo de la destilación:							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P ^[1])	50 ± 10 (500 ± 100)						
Penetración ^[2] a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 ⁻¹ mm	110–250	110–250	110–250	100-250	100-250	100-400	100-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	---

[1] Poises

[2] En climas que alcancen temperaturas iguales o mayores de 40°C, la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones ECR-65, ECR-70, ECM-65 y ECL-65, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90 × 10⁻¹ mm.

COMPARACIÓN

Las especificaciones de emulsiones asfálticas catiónicas se dan para emulsiones de rotura rápida, rotura media y rotura lenta para el INVIAS y emulsiones de rotura rápida, rotura media, rotura lenta, impregnación y sobrestabilizada para la SCT.

1. Viscosidad Saybolt Furol a 25°C

INVIAS: Presenta valores para emulsiones de rotura rápida para CRR-1 entre 20 y 100 y para CRR-2 Y rotura media no presenta y finalmente para rotura lenta CRL-0 presenta un máx. de 50, para CRL-1 entre 20 y 200 y para CRL-1h entre 20 y 100.

SCT: Para rotura lenta ECL-65 tiene un valor mínimo de 65, para ECI-45 tiene un valor mínimo de 5 y para ECS-60 un valor mínimo de 25

2. Viscosidad Saybolt Furol a 50°C

INVIAS: Para rotura rápida CRR-1 no presenta valores, para CRR-2 entre 100 y 400, para rotura media entre valores de 50 y 450, finalmente para rotura lenta no presenta valores.

SCT: Para rotura rápida de ECR-60, ECR-65 Y ECR-70 presenta valores mínimos de 5, 40,50, respectivamente, para rotura media ECM-65 tiene un valor mínimo de 25, mientras que, para rotura lenta, impregnación y sobrestabilizada no presenta valores.

3. Contenido de agua %

INVIAS: Para CRR-1 máx. 40 %, CRR-2 máx. 35%, CRM máx. 35, CRL-0 máx. 50, CRL-1 máx. 43 y CRL-1h máx. 43.

SCT: No especifica

4. Estabilidad durante almacenamiento (24 horas) diferencia en %

INVIAS: Tanto para rotura rápida, media y lenta tiene un valor de 1

SCT: No especifica

5. Sedimentación a los 5 días, %

INVIAS: Para rotura rápida y media se proponen valores de 5, para rotura lenta CRL-0 de 10 y para CRL-1 y CRL-1h de 5.

SCT: Se propone asentamiento en 5 días; para rotura rápida ECR-60, ECR-65, ECR-70, tiene un valor mínimo de 5, para rotura media, tiene un valor mínimo de 5 y ECL-45 un valor de 10

6. Destilación

Contenido de asfalto residual, %:

INVIAS: Para CRR-1 un mínimo de 60, CRR-2 y CRM un mínimo de 65, CRL-0 un mínimo de 40 y para CRL-1 y CRL-2 de 57

SCT: Para rotura rápida ECR-60, ECR-65, ECR-70, un valor mínimo de 60, 65, 68, respectivamente, para rotura media ECM-65 un mínimo de 65 y para rotura lenta ECL-65, ECL-45 y ECS-60, valores mínimos de 65,60 y 60.

7. Contenido de aceite, %

INVIAS: Para CRR-1 y CRR-2 un máximo de 3, para rotura media un valor máximo de 12 y para lenta CRL-0 un mínimo de 10 y un máximo de 20.

SCT: No especifica.

8. Tamizado, retenido tamiz No. 20, %

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor máx. de 0,1 %
SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor máx. de 0,1 %

9. Demusibilidad, %

INVIAS: Para rotura rápida tiene un valor mínimo de 40
SCT: No especifica

10. Rotura en ensayo de mezcla con cemento, %

INVIAS: Para CRL-1h tiene un valor máx. de 2.0
SCT: No especifica

11. Carga de partícula

INVIAS: Para todas las especificaciones es positiva
SCT: No especifica

12. pH

INVIAS: Para todas las especificaciones tiene un máximo de 6
SCT: No especifica

13. Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento

- Con agregado seco

INVIAS: Para rotura media debe ser BUENA.
SCT: Para ECM-65, ECL 65 y ECS-60 tiene un valor mínimo de 90%

- Con agregado seco y acción del agua

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA
SCT: No especifica

- Con agregado húmedo

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA
SCT: Para ECM-65, ECL 65 y ECS-60 tiene un valor mínimo de 75%

- Con agregado húmedo y acción del agua

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA
SCT: No especifica

15. Penetración (25° C)

INVIAS: Para CRM presenta valores entre 100 y 250, CRL-0 valores entre 200 y 300 y para CRL-1h valores entre 60 y 100
SCT: Para todas las clasificaciones presenta valores entre 110- 250 mm

16. Ductilidad (25° C ,5 cm/min), cm)

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 40
SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 40

17. Solubilidad en tricloroetileno, %

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 97,5
SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 97,5

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 421 *Riego de liga*

N·CTR·CAR·1·04·005/15*Riegos de liga*

ART. 421 *Riego de liga*

Los documentos del proyecto indicarán cuál de los materiales bituminosos indicados en la Tabla 421 - 1 deberá ser utilizado para el riego de liga.

Tabla 421 - 1. Materiales bituminosos para riego de liga

TIPO DE MATERIAL	DENOMINACIÓN	REQUISITOS
Emulsión asfáltica	CRR-1 o CRR-2	Artículo 411
Emulsión asfáltica modificada con polímeros	CRR-1m o CRR-2m	Artículo 415

Los requisitos son:

N-CTR-CAR-1-04-005/15 Riegos de liga
Designación

TABLA 3.- Clasificación de las emulsiones asfálticas

Clasificación	Contenido de cemento asfáltico en masa %	Tipo	Polaridad
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica
EAR-60	60		
EAM-60	60	Rompimiento medio	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	Catiónica
ECR-65	65		
ECR-70	70	Rompimiento medio	
ECM-65	65		
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

Los requisitos son:

TABLA 7.- Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas

Características	Clasificación						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-45	ECS-60
De la emulsión:							
Contenido de cemento asfáltico en masa, %, mínimo	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	---	---	---	---	25	5	25
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	5	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	---	90	90	---	90
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	---	75	75	---	75
Carga eléctrica de las partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3	3	5	---	15	---
Índice de ruptura; %	< 100	< 100	< 100	80 – 140	> 120	---	> 120
Del residuo de la destilación:							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa-s (P ^[1])	50 ± 10 (500 ± 100)						
Penetración ^[2] a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 ⁻¹ mm	110-250	110-250	110-250	100-250	100-250	100-400	100-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	---

[1] Poises

[2] En climas que alcancen temperaturas iguales o mayores de 40°C, la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones ECR-65, ECR-70, ECM-65 y ECL-65, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90 × 10⁻¹ mm.

COMPARACIÓN:

Las especificaciones de emulsiones asfálticas catiónicas se dan para emulsiones de rotura rápida, rotura media y rotura lenta para el INVIAS y emulsiones de rotura rápida, rotura media, rotura lenta, impregnación y sobrestabilizada para la SCT.

1. Viscosidad Saybolt Furol a 25°C

INVIAS: Presenta valores para emulsiones de rotura rápida para CRR-1 entre 20 y 100 y para CRR-2 Y rotura media no presenta y finalmente para rotura lenta CRL-0 presenta un máx. de 50, para CRL-1 entre 20 y 200 y para CRL-1h entre 20 y 100.

SCT: Para rotura lenta ECL-65 tiene un valor mínimo de 65, para ECI-45 tiene un valor mínimo de 5 y para ECS-60 un valor mínimo de 25

2. Viscosidad Saybolt Furol a 50°C

INVIAS: Para rotura rápida CRR-1 no presenta valores, para CRR-2 entre 100 y 400, para rotura media entre valores de 50 y 450, finalmente para rotura lenta no presenta valores.

SCT: Para rotura rápida de ECR-60, ECR-65 Y ECR-70 presenta valores mínimos de 5, 40,50, respectivamente, para rotura media ECM-65 tiene un valor mínimo de 25, mientras que, para rotura lenta, impregnación y sobrestabilizada no presenta valores.

3. Contenido de agua %

INVIAS: Para CRR-1 máx. 40 %, CRR-2 máx. 35%, CRM máx. 35, CRL-0 máx. 50, CRL-1 máx. 43 y CRL-1h máx. 43.

SCT: No especifica

4. Estabilidad durante almacenamiento (24 horas) diferencia en %

INVIAS: Tanto para rotura rápida, media y lenta tiene un valor de 1

SCT: No especifica

5. Sedimentación a los 5 días, %

INVIAS: Para rotura rápida y media se proponen valores de 5, para rotura lenta CRL-0 de 10 y para CRL-1 y CRL-1h de 5.

SCT: Se propone asentamiento en 5 días; para rotura rápida ECR-60, ECR-65, ECR-70, tiene un valor mínimo de 5, para rotura media, tiene un valor mínimo de 5 y ECL-45 un valor de 10

6. Destilación

Contenido de asfalto residual, %:

INVIAS: Para CRR-1 un mínimo de 60, CRR-2 y CRM un mínimo de 65, CRL-0 un mínimo de 40 y para CRL-1 y CRL-2 de 57

SCT: Para rotura rápida ECR-60, ECR-65, ECR-70, un valor mínimo de 60, 65, 68, respectivamente, para rotura media ECM-65 un mínimo de 65 y para rotura lenta ECL-65, ECL-45 y ECS-60, valores mínimos de 65.60 y 60.

7. Contenido de aceite, %

INVIAS: Para CRR-1 y CRR-2 un máximo de 3, para rotura media un valor máximo de 12 y para lenta CRL-0 un mínimo de 10 y un máximo de 20.

SCT: No especifica.

8. Tamizado, retenido tamiz No. 20, %

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor máx. de 0,1 %

SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor máx. de 0,1 %

9. Demusibilidad, %

INVIAS: Para rotura rápida tiene un valor mínimo de 40

SCT: No especifica

10. Rotura en ensayo de mezcla con cemento, %

INVIAS: Para CRL-1h tiene un valor máx. de 2.0

SCT: No especifica

11. Carga de partícula

INVIAS: Para todas las especificaciones es positiva

SCT: No especifica

12. pH

INVIAS: Para todas las especificaciones tiene un máximo de 6

SCT: No especifica

13. Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento

- Con agregado seco

INVIAS: Para rotura media debe ser BUENA.

SCT: Para ECM-65, ECL 65 y ECS-60 tiene un valor mínimo de 90%

- Con agregado seco y acción del agua

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA

SCT: No especifica

- Con agregado húmedo

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA

SCT: Para ECM-65, ECL 65 y ECS-60 tiene un valor mínimo de 75%

- Con agregado húmedo y acción del agua

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA

SCT: No especifica

15. Penetración (25° C)

INVIAS: Para CRM presenta valores entre 100 y 250, CRL-0 valores entre 200 y 300 y para CRL-1h valores entre 60 y 100

SCT: Para todas las clasificaciones presenta valores entre 110- 250 mm

16. Ductilidad (25° C ,5 cm/min), cm)

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 40

SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 40

17. Solubilidad en tricloroetileno, %

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 97,5

SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 97,5

COMPARACIÓN ENTRE:

N-CMT-4-001/06 Calidad de los materiales asfálticos
Designación

TABLA 3.- Clasificación de las emulsiones asfálticas

Clasificación	Contenido de cemento asfáltico en masa %	Tipo	Polaridad
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica
EAR-60	60		
EAM-60	60	Rompimiento medio	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	Catiónica
ECR-65	65		
ECR-70	70	Rompimiento medio	
ECM-65	65		
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

Los requisitos son:

TABLA 7.- Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas

Características	Clasificación						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-45	ECS-60
De la emulsión:							
Contenido de cemento asfáltico en masa, %, mínimo	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	---	---	---	---	25	5	25
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	5	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	---	90	90	---	90
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	---	75	75	---	75
Carga eléctrica de las partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3	3	5	---	15	---
Índice de ruptura; %	< 100	< 100	< 100	80 - 140	> 120	---	> 120
Del residuo de la destilación:							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa-s (P ^[1])	50 ± 10 (500 ± 100)						
Penetración ^[2] a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 ⁻¹ mm	110-250	110-250	110-250	100-250	100-250	100-400	100-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	---

[1] Poises

[2] En climas que alcancen temperaturas iguales o mayores de 40°C, la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones ECR-65, ECR-70, ECM-65 y ECL-65, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90 × 10⁻¹ mm.

COMPARACIÓN:

Las especificaciones de emulsiones asfálticas catiónicas se dan para emulsiones de rotura rápida, rotura media y rotura lenta para el INVIAS y emulsiones de rotura rápida, rotura media, rotura lenta, impregnación y sobrestabilizada para la SCT.

1. Viscosidad Saybolt Furol a 25°C

INVIAS: Presenta valores para emulsiones de rotura rápida para CRR-1 entre 20 y 100 y para CRR-2 Y rotura media no presenta y finalmente para rotura lenta CRL-0 presenta un máx. de 50, para CRL-1 entre 20 y 200 y para CRL-1h entre 20 y 100.

SCT: Para rotura lenta ECL-65 tiene un valor mínimo de 65, para ECI-45 tiene un valor mínimo de 5 y para ECS-60 un valor mínimo de 25

2. Viscosidad Saybolt Furol a 50°C

INVIAS: Para rotura rápida CRR-1 no presenta valores, para CRR-2 entre 100 y 400, para rotura media entre valores de 50 y 450, finalmente para rotura lenta no presenta valores.

SCT: Para rotura rápida de ECR-60, ECR-65 Y ECR-70 presenta valores mínimos de 5, 40,50, respectivamente, para rotura media ECM-65 tiene un valor mínimo de 25, mientras que, para rotura lenta, impregnación y sobrestabilizada no presenta valores.

3. Contenido de agua %

INVIAS: Para CRR-1 máx. 40 %, CRR-2 máx. 35%, CRM máx. 35, CRL-0 máx. 50, CRL-1 máx. 43 y CRL-1h máx. 43.

SCT: No especifica

4. Estabilidad durante almacenamiento (24 horas) diferencia en %

INVIAS: Tanto para rotura rápida, media y lenta tiene un valor de 1

SCT: No especifica

5. Sedimentación a los 5 días, %

INVIAS: Para rotura rápida y media se proponen valores de 5, para rotura lenta CRL-0 de 10 y para CRL-1 y CRL-1h de 5.

SCT: Se propone asentamiento en 5 días; para rotura rápida ECR-60, ECR-65, ECR-70, tiene un valor mínimo de 5, para rotura media, tiene un valor mínimo de 5 y ECL-45 un valor de 10

6. Destilación

Contenido de asfalto residual, %:

INVIAS: Para CRR-1 un mínimo de 60, CRR-2 y CRM un mínimo de 65, CRL-0 un mínimo de 40 y para CRL-1 y CRL-2 de 57

SCT: Para rotura rápida ECR-60, ECR-65, ECR-70, un valor mínimo de 60, 65, 68, respectivamente, para rotura media ECM-65 un mínimo de 65 y para rotura lenta ECL-65, ECL-45 y ECS-60, valores mínimos de 65.60 y 60.

7. Contenido de aceite, %

INVIAS: Para CRR-1 y CRR-2 un máximo de 3, para rotura media un valor máximo de 12 y para lenta CRL-0 un mínimo de 10 y un máximo de 20.

SCT: No especifica.

8. Tamizado, retenido tamiz No. 20, %

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor máx. de 0,1 %

SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor máx. de 0,1 %

9. Demusibilidad, %

INVIAS: Para rotura rápida tiene un valor mínimo de 40

SCT: No especifica

10. Rotura en ensayo de mezcla con cemento, %

INVIAS: Para CRL-1h tiene un valor máx. de 2.0

SCT: No especifica

11. Carga de partícula

INVIAS: Para todas las especificaciones es positiva

SCT: No especifica

12. pH

INVIAS: Para todas las especificaciones tiene un máximo de 6

SCT: No especifica

13. Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento

- Con agregado seco

INVIAS: Para rotura media debe ser BUENA.

SCT: Para ECM-65, ECL 65 y ECS-60 tiene un valor mínimo de 90%

- Con agregado seco y acción del agua

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA

SCT: No especifica

- Con agregado húmedo

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA

SCT: Para ECM-65, ECL 65 y ECS-60 tiene un valor mínimo de 75%

- Con agregado húmedo y acción del agua

INVIAS: Para rotura media debe ser SATISFACTORIA

SCT: No especifica

15. Penetración (25° C)

INVIAS: Para CRM presenta valores entre 100 y 250, CRL-0 valores entre 200 y 300 y para CRL-1h valores entre 60 y 100

SCT: Para todas las clasificaciones presenta valores entre 110- 250 mm

16. Ductilidad (25° C ,5 cm/min), cm)

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 40

SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 40

17. Solubilidad en tricloroetileno, %

INVIAS: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 97,5

SCT: Para todas las clasificaciones tiene un valor de 97,5

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 430 Tratamiento superficial simple
N·CSV·CAR-3-02-002/15 Capas de rodadura de un riego

ART. 430 Tratamiento superficial simple
AGREGADOS PÉTREOS

Los agregados pétreos deberán cumplir los requisitos generales del Artículo 400, numeral 400.2.1, y los requisitos particulares de la Tabla 430-1. Se especifica para nivel de tránsito 1 y 2.

Tabla 430 - 1. Requisitos de los agregados para tratamiento superficial simple

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO	
		NT-1	NT-2
Dureza, agregado grueso (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	25	25
- 500 revoluciones		5	5
- 100 revoluciones			
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	25
Coefficiente de pulimento acelerado, mínimo	E-232	0.45	0.45
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregado grueso, máximo (%)	E-220	18	18
Limpieza, agregado grueso (F)			
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0.5	0.5
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	30	30
Caras fracturadas, mínimo (%): una cara / dos caras	E-227	75 / -	75 / 60
Adhesividad (O)			
Bandeja, mínimo (%)	E-740	80	80

Los agregados deberán presentar una gradación ajustada a alguna de las franjas indicadas en la Tabla 430- 2. La franja por utilizar corresponderá a la establecida en los estudios del proyecto o la determinada por el Interventor. Se podrán emplear otras franjas, si así lo establecen las especificaciones particulares del proyecto.

El material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

Tabla 430 - 2. Gradaciones para tratamientos superficiales simples

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)					
	19.0	12.5	9.5	6.3	4.75	2.36
	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	No. 4	No. 8
	% PASA					
TSS – 19	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5
TSS – 13	-	100	90-100	10-40	0-15	0-5
Tolerancias en producción sobre la gradación definida en la fase de experimentación (±)						1 %

MATERIAL BITUMINOSO

Será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida del tipo CRR-2 o una emulsión modificada con polímeros del tipo CRR-2m, la cual deberá cumplir los requisitos de calidad establecidos en los Artículos 411 o 415, según corresponda. El tipo de emulsión por aplicar será el definido en los documentos técnicos del proyecto.

Los documentos del proyecto indicarán cuál de los materiales bituminosos indicados en la Tabla 421 - 1 deberá ser utilizado para el riego de liga.

Tabla 421 - 1. Materiales bituminosos para riego de liga

TIPO DE MATERIAL	DENOMINACIÓN	REQUISITOS
Emulsión asfáltica	CRR-1 o CRR-2	Artículo 411
Emulsión asfáltica modificada con polímeros	CRR-1m o CRR-2m	Artículo 415

Los requisitos son:

Tabla 411 - 1. Especificaciones de emulsiones asfálticas catiónicas

ENSAYOS SOBRE LA EMULSIÓN	NORMA DE ENSAYO INV	ROTURA RÁPIDA				ROTURA MEDIA		ROTURA LENTA					
		CRR - 1		CRR - 2		CRM		CRL - 0		CRL - 1		CRL - 1h	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, s Saybolt Furol a 50°C, s	E-763	20	100	-	-	-	-	50	20	200	20	100	
Contenido de agua, %	E-761	-	40	-	35	-	35	-	50	-	43	-	43
Estabilidad durante almacenamiento (24 horas), % Sedimentación a los 5 días, %	E-764	-	1 5	-	1 5	-	1 5	-	- 10	-	1 5	-	1 5
Destilación Contenido de asfalto residual, % Contenido de aceite, %	E-762	60	-	65	-	65	-	40 10	- 20	57	-	57	-
Tamizado Retenido tamiz No. 20 (850 μ m), %	E-765	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10
Demulsibilidad, %	E-766	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotura en ensayo de mezcla con cemento, %	E-770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0
Carga de partícula	E-767	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
pH	E-768	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6
Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento - Con agregado seco - Con agregado seco y acción del agua - Con agregado húmedo - Con agregado húmedo y acción del agua	E-769	-	-	-	-	Buena Satisfactoria Satisfactoria Satisfactoria		-	-	-	-	-	-
Ensayos sobre el residuo de destilación													
Penetración (25° C, 100 gr, 5 s), 0.1 mm - ARD - ARB	E-706	60 100	100 250	60 100	100 250	100	250	200	300	60 100	100 250	60	100
Ductilidad (25° C, 5 cm/min), cm	E-702	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
Solubilidad en tricloroetileno, %	E-713	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-

N·CSV·CAR-3-02-002/15 Capas de rodadura de un riego

AGREGADOS PÉTREOS:

Esta norma presenta los requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa, semiabierta o abierta, para cuando la intensidad del tránsito sea menor o igual a 1 millón de ejes equivalentes o mayor que 1 millón de ejes equivalentes

TABLA 2.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 10^6$)

Característica	Valor
Densidad relativa, mínimo	2,4
Desgaste Los Angeles; %, máximo	35
Partículas alargadas; %, máximo	40
Partículas lajeadas; %, máximo	40
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo	25

TABLA 4.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L > 10^6$)

Característica	Valor
Densidad relativa, mínimo	2,4
Desgaste Los Angeles; %, máximo	30
Partículas alargadas; %, máximo	35
Partículas lajeadas; %, máximo	35
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo	25

TABLA 6.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría semiabierta o abierta

Característica ^[1]	Valor
Densidad relativa, mínimo	2,4
Desgaste Los Angeles; %, máximo	30
Partículas alargadas; %, máximo	25
Partículas lajeadas; %, máximo	25
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo	25

[1] El material debe ser 100% producto de trituración

MATERIAL BITUMINOSO

Designación

TABLA 3.- Clasificación de las emulsiones asfálticas

Clasificación	Contenido de cemento asfáltico en masa %	Tipo	Polaridad
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica
EAR-60	60		
EAM-60	60	Rompimiento medio	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	Catiónica
ECR-65	65		
ECR-70	70	Rompimiento medio	
ECM-65	65		
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

Los requisitos son:

TABLA 7.- Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas

Características	Clasificación						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-45	ECS-60
De la emulsión:							
Contenido de cemento asfáltico en masa, %, mínimo	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	---	---	---	---	25	5	25
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	5	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	---	90	90	---	90
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	---	75	75	---	75
Carga eléctrica de las partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3	3	5	---	15	---
Índice de ruptura; %	< 100	< 100	< 100	80 – 140	> 120	---	> 120
Del residuo de la destilación:							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P ¹)	50 ± 10 (500 ± 100)						
Penetración ^[2] a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 ⁻¹ mm	110–250	110–250	110–250	100-250	100-250	100-400	100-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	---

[1] Poises

[2] En climas que alcancen temperaturas iguales o mayores de 40°C, la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones ECR-65, ECR-70, ECM-65 y ECL-65, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90 × 10⁻¹ mm.

COMPARACIÓN:

12. Desgaste en la máquina de los ángeles (%)

INVIAS:

-500 revoluciones: Para NT-1 y NT-2 tiene un valor de 25%

-100 revoluciones: Para NT-1 y NT-2 tiene un valor de 5%

SCT: Presenta un valor máximo de 35%

13. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)

INVIAS: Tiene un valor para NT-2 de 25%

SCT: No específica

14. Durabilidad

Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregado grueso, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1 y NT-2 tiene un valor de 18%

SCT: No específica

15. Impurezas en agregado grueso, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1 y NT-2 tiene un valor de 0,5%
SCT: No especifica

16. Geometría de las partículas, agregado grueso

Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1 y NT-2 tiene un valor de 30%
SCT: Presenta un valor máximo de 40%

Caras fracturadas, mínimo (%): una cara / dos caras

INVIAS: Para NT-1 tiene un valor de 75/- y NT-2 tiene un valor de 75/60
SCT: No especifica

17. Adhesividad

Bandeja, mínimo (%)

INVIAS Para NT-1 y NT-2 tiene un valor de 80%
SCT: No especifica

COMPARACIÓN:

ART. 433-13 *Lechada Asfáltica*

N·CSV·CAR·3·02·004/15 *Capas de rodadura de mortero asfáltico*

ART. 433-13 *Lechada Asfáltica*

AGREGADOS PÉTREOS

Requisitos generales

Los agregados pétreos y el llenante mineral deberán cumplir los requisitos generales del Artículo 400, numeral 400.2.1, y los requisitos particulares de la Tabla 433 - 1.

Tabla 433 - 1. Requisitos de los agregados para lechadas asfálticas

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO		
		NT-1	NT-2	NT-3
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	25	25	25
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	25	20
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, máximo (%)	E-220	18	18	18
Limpieza, gradación combinada (F)				
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	NP	NP	NP
Equivalente de arena, mínimo (%) (Nota 1)	E-133	50	50	50
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Geometría de las partículas, agregado fino (F)				
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%)	E-239	45	45	45
Adhesividad (O)				
Riedel Webber, mínimo	E- 774	4	4	4

Agregado fino

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder del veinticinco por ciento (25 %) de la masa total del agregado combinado

Llenante mineral

El llenante mineral incluido en los agregados se podrá complementar o suplir con un producto comercial o especialmente preparado, generalmente cal o cemento, cuya misión sea controlar el proceso de rotura de la emulsión o activar la consecución de la cohesión de la lechada asfáltica. Deberá cumplir con lo indicado en la Tabla 433 - 2.

Tabla 433 - 2. Requisitos del llenante mineral

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR
Densidad bulk (g/cm ³)	E-225	0.5 a 1.1

GRANULOMETRÍA:

Tabla 433 - 3. Gradaciones del agregado para lechadas asfálticas

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	12.5	9.5	4.75	2.36	1.15	0.60	0.30	0.18	0.075
	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 80	No. 200
	% PASA								
LA - 13	100	85-100	60-85	40-60	28-45	19-34	12-25	7-18	4-8
LA - 10	-	100	70-90	45-70	28-50	19-34	12-25	7-18	5-11
LA - 5	-	100	85-100	65-90	45-70	30-50	18-30	10-20	5-15
LA - 3	-	-	100	95-100	65-90	40-60	24-42	15-30	10-20
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	4 %			3 %				1 %	

MATERIAL BITUMINOSO

Será una emulsión catiónica convencional, de rotura lenta y superestable del tipo CRL1-h, que cumpla los requisitos indicados en Artículo 411, o una emulsión modificada con polímeros, catiónica de rotura lenta y superestable del tipo CRL1-hm, que cumpla los requisitos indicados en el Artículo 415.

Será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida del tipo CRR-2 o una emulsión modificada con polímeros del tipo CRR-2m, la cual deberá cumplir los requisitos de calidad establecidos en los Artículos 411 o 415, según corresponda. El tipo de emulsión por aplicar será el definido en los documentos técnicos del proyecto.

Los documentos del proyecto indicarán cuál de los materiales bituminosos indicados en la Tabla 421 - 1 deberá ser utilizado para el riego de liga.

Tabla 421 - 1. Materiales bituminosos para riego de liga

TIPO DE MATERIAL	DENOMINACIÓN	REQUISITOS
Emulsión asfáltica	CRR-1 o CRR-2	Artículo 411
Emulsión asfáltica modificada con polímeros	CRR-1m o CRR-2m	Artículo 415

Los requisitos son:

Tabla 411 - 1. Especificaciones de emulsiones asfálticas catiónicas

ENSAYOS SOBRE LA EMULSIÓN	NORMA DE ENSAYO INV	ROTURA RÁPIDA				ROTURA MEDIA		ROTURA LENTA					
		CRR - 1		CRR - 2		CRM		CRL - 0		CRL - 1		CRL - 1h	
		Mín	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, s Saybolt Furol a 50°C, s	E-763	20	100	-	-	-	-	-	50	20	200	20	100
Contenido de agua, %	E-761	-	40	-	35	35	-	50	-	43	-	43	
Estabilidad durante almacenamiento (24 horas), % Sedimentación a los 5 días, %	E-764	-	1 5	-	1 5	-	1 5	-	- 10	-	1 5	-	1 5
Destilación Contenido de asfalto residual, % Contenido de aceite, %	E-762	60	- 3	65	- 3	65	- 12	40 10	- 20	57	-	57	-
Tamizado Retenido tamiz No. 20 (850 µm), %	E-765	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10
Demulsibilidad, %	E-766	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotura en ensayo de mezcla con cemento, %	E-770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0
Carga de partícula	E-767	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
pH	E-768	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6
Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento - Con agregado seco - Con agregado seco y acción del agua - Con agregado húmedo - Con agregado húmedo y acción del agua	E-769	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensayos sobre el residuo de destilación													
Penetración (25° C, 100 gr, 5 s), 0.1 mm - ARD - ARB	E-706	60 100	100 250	60 100	100 250	100	250	200	300	60 100	100 250	60	100
Ductilidad (25° C, 5 cm/min) ,cm	E-702	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
Solubilidad en tricloroetileno, %	E-713	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-

Agua

El agua para la preenvuelta deberá ser limpia y libre de materia orgánica. Su calidad deberá ser tal, que no afecte el proceso normal de elaboración, rotura y curado de la lechada. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 433 - 4.

Tabla 433 - 4. Requisitos del agua no potable para la construcción lechadas asfálticas

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D 1293	5.5 - 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ ²⁻ , g/l máximo	D 516	1.0

AGREGADOS PÉTREOS

REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PÉTREOS PARA CARPETAS DE MORTERO ASFÁLTICO

El material pétreo que se utilice en la elaboración de carpetas de mortero asfáltico, generalmente con mezcla en frío, cumplirá con las características granulométricas que se establecen en la Tabla 8 y con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 9 de esta Norma.

TABLA 8.- Requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas de mortero asfáltico

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
4,75	N°4	100
2	N°10	89 - 100
0,85	N°20	43 - 72
0,425	N°40	26 - 53
0,25	N°60	17 - 41
0,15	N°100	10 - 30
0,075	N°200	5 - 15

TABLA 9.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas de mortero asfáltico

Característica	Valor
Desgaste por abrasión en húmedo; %, máximo	10
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Desprendimiento por fricción; %, máximo	25

MATERIAL BITUMINOSO

Mortero asfáltico

En la fabricación del mortero asfáltico se tomará en cuenta lo siguiente:

D.2.2.1. La emulsión asfáltica que se utilice en la fabricación del mortero será de rompimiento lento.

D.2.2.2. El asfalto rebajado que se utilice en la fabricación del mortero será de fraguado rápido.

D.2.2.3. El agua que se utilice para dar la consistencia necesaria al mortero estará libre de materias extrañas y de sales solubles en cantidades que, a juicio de la Secretaría, resulten perjudiciales.

D.2.2.4. El proporcionamiento del mortero asfáltico cumplirá con lo establecido en la Tabla 5 de esta Norma.

TABLA 5.- Requisitos de proporcionamiento de morteros asfálticos

Componentes	Contenido en la mezcla % [1]
Emulsión asfáltica de rompimiento lento	18 - 25
Agua para dar la consistencia necesaria a la mezcla con emulsión asfáltica	10 - 15
Asfalto rebajado de fraguado rápido	14 - 22

[1] Por ciento respecto a la masa seca del material pétreo

D.2.2.5. Las características del mortero asfáltico serán tales que, una vez tendido, se establezca en un periodo comprendido entre una (1) y cinco (5) horas.

COMPARACIÓN:

AGREGADO PÉTREO:

1. Desgaste en la máquina de los ángeles (%)

INVIAS:

Para NT-1, NT-2, NT-3 tiene un valor de 25%

SCT: Presenta un valor máximo de 25%

2. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)

INVIAS: Tiene un valor para NT-2 de 25% y para NT-3 de 20%

SCT: Tiene un valor máximo de 10 %

3. Durabilidad

Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregado grueso, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 tiene un valor de 18%
SCT: No especifica

4. Limpieza, gradación combinada

Índice de plasticidad, máximo (%)

INVIAS: No especifica
SCT: No especifica

Equivalente de arena, mínimo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 tiene un valor de 50%
SCT: Tiene un valor mínimo de 50 %

Valor de azul de metileno, máximo

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 tiene un valor máximo de 10
SCT: No especifica

5. Geometría de las partículas, agregado fino

Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%)

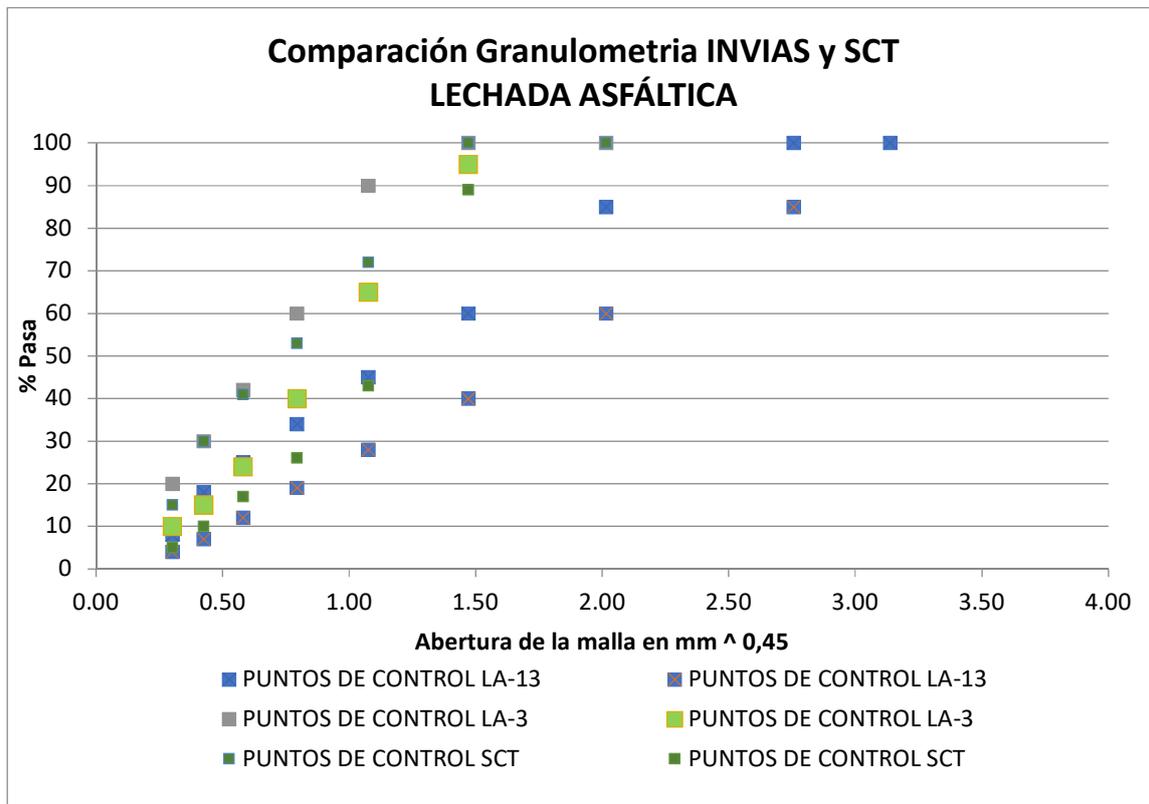
INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 tiene un valor mínimo de 45%
SCT: No especifica

6. Adhesividad

Riedel Webber, mínimo

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 tiene un valor mínimo de 4
SCT: No especifica

GRANULOMETRÍA:



Gráfica 6. Comparación granulometría lechada asfáltica.

Como se observa, el INVIAS propone varios tipos de gradación mientras que la SCT sólo propone una.

Para la propuesta de la SCT esta sólo considera tamaños de agregados desde el tamiz No.4 (4,75 mm)

MATERIAL BITUMINOSO

El INVIAS propone los requisitos para emulsiones catiónicas de rotura lenta y rotura rápida, sin embargo, la SCT solo propone el proporcionamiento del mortero asfáltico para sus componentes como emulsión asfáltica de rompimiento lento, agua para dar consistencia necesaria a la mezcla y el asfalto rebajado de fraguado rápido.

AGUA

El INVIAS especifica un pH entre 5,5 y 8, sin embargo, la SCT no especifica ningún valor.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 440 Mezcla densa en frío

N·CTR·CAR·1·04·007/15 *Carpetas Asfálticas con Mezcla en Frío*

ART. 440 Mezcla densa en frío

GRANULOMETRÍA

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido la llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 440 - 5. El análisis granulométrico se deberá efectuar de acuerdo con la norma de ensayo INV E-213.

Tabla 440 - 5. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas densas en frío

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	37.5 1 ½"	25.0 1"	19.0 ¾"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.36 No. 8	0.300 No. 50	0.075 No. 200
	% PASA								
MDF-38	100	80-95	-	62-77	-	45-60	35-50	13-23	3-8
MDF-25	-	100	80-95	-	60-75	47-62	35-50	13-23	3-8
MDF-19	-	-	100	80-95	-	50-65	35-50	13-23	3-8
TOLERANCIAS EN PRODUCCIÓN SOBRE LA FÓRMULA DE TRABAJO (±)	4 %						3 %		1 %

También establece los requisitos de los agregados:

Tabla 440 - 2. Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas densas en frío

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO		
		NT-1	NT-2	NT-3
Dureza, agregado grueso (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%) - Capa de: rodadura / intermedia / base	E-218	25 / 35/-	25 / 35 / 35	25 / 35 / 35
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%) - Capa de: rodadura / intermedia / base	E-238	-	25 / 30 / 30	20 / 25 / 25
Resistencia mecánica por el método del 10% de finos, capa de: rodadura / intermedia / base - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	-	-	110/90/75 / 75/75/75
Coefficiente de pulimento acelerado para rodadura, mínimo	E-232	0.45	0.45	0.45
Durabilidad (O)				
- Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%)	E-220	18	18	18
Limpieza, agregado grueso (F)				
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0.5	0.5	0.5
Limpieza, gradación combinada (F)				
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	NP	NP	NP
Equivalente de arena, mínimo (%) (Nota 1)	E-133	50	50	50
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)				
Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)	E-240	10	10	10
Caras fracturadas, mínimo (%) - Una cara: rodadura / intermedia / base - Dos caras: rodadura / intermedia / base	E-227	75 / 60 / - / - / -	75 / 75 / 60 / 60 / - / -	85 / 75 / 60 / 70 / - / -
Geometría de las partículas, agregado fino (F)				
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%) - Capa de: rodadura / intermedia / base	E-239	40 / 35 / -	45 / 40 / 35	45 / 40 / 35
Adhesividad (O)				
- Agregado grueso: Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo (%) - Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber), índice mínimo	E-757 E-774	Reportar 4		

MATERIAL BITUMINOSO

Será una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta, de los tipos CRL-1 o CRL-1h, que cumpla los requisitos de calidad establecidos en el Artículo 411 y que sea compatible con los agregados pétreos por emplear.

Los requisitos son:

Tabla 411 - 1. Especificaciones de emulsiones asfálticas catiónicas

ENSAYOS SOBRE LA EMULSIÓN	NORMA DE ENSAYO INV	ROTURA RÁPIDA				ROTURA MEDIA		ROTURA LENTA					
		CRR - 1		CRR - 2		CRM		CRL - 0		CRL - 1		CRL - 1h	
		Mín	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, s Saybolt Furol a 50°C, s	E-763	20	100	-	-	-	-	-	50	20	200	20	100
Contenido de agua, %	E-761	-	40	-	35	35	-	50	-	43	-	43	
Estabilidad durante almacenamiento (24 horas), % Sedimentación a los 5 días, %	E-764	-	1 5	-	1 5	-	1 5	-	- 10	-	1 5	-	1 5
Destilación Contenido de asfalto residual, % Contenido de aceite, %	E-762	60	-	65	-	65	-	40	10	20	57	-	57
Tamizado Retenido tamiz No. 20 (850 µm), %	E-765	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10
Demulsibilidad, %	E-766	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotura en ensayo de mezcla con cemento, %	E-770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0
Carga de partícula	E-767	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
pH	E-768	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6
Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento - Con agregado seco - Con agregado seco y acción del agua - Con agregado húmedo - Con agregado húmedo y acción del agua	E-769	-	-	-	-	-	Buena	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	Satisfactoria	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	Satisfactoria	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	Satisfactoria	-	-	-	-	-	-
Ensayos sobre el residuo de destilación													
Penetración (25° C ,100 gr, 5 s), 0.1 mm - ARD - ARB	E-706	60	100	60	100	100	250	200	300	60	100	60	100
		100	250	100	250					100	250		
Ductilidad (25° C ,5 cm/min) , cm	E-702	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
Solubilidad en tricloroetileno, %	E-713	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-

AGUA

El agua por emplear en la elaboración de mezclas densas en frío deberá ser limpia y libre de materia orgánica y otras sustancias perjudiciales. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 440 - 7.

Tabla 440 - 7. Requisitos del agua no potable para la construcción mezclas densas en frío

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D 1293	5.5 - 8.0

GRANULOMETRÍA

Se establecen los requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para tránsitos menores a un millón de ejes equivalentes y mayores a un millón de ejes equivalentes, el porcentaje pasa depende del tamaño nominal del material pétreo que se emplee.

TABLA 1.- Requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 10^6$)

Malla		Tamaño nominal del material pétreo mm (in)				
Abertura mm	Designación	9,5 (%)	12,5 (%)	19 (%)	25 (1)	37,5 (1½)
Porcentaje que pasa						
50	2"	—	—	—	—	100
37,5	1½"	—	—	—	100	90 - 100
25	1"	—	—	100	90 - 100	76 - 90
19	¾"	—	100	90 - 100	79 - 92	66 - 83
12,5	½"	100	90 - 100	76 - 89	64 - 81	53 - 74
9,5	¼"	90 - 100	79 - 92	67 - 82	56 - 75	47 - 68
6,3	¼"	76 - 89	66 - 81	56 - 71	47 - 65	39 - 59
4,75	N°4	68 - 82	59 - 74	50 - 64	42 - 58	35 - 53
2	N°10	48 - 64	41 - 55	36 - 46	30 - 42	26 - 38
0,85	N°20	33 - 49	28 - 42	25 - 35	21 - 31	19 - 28
0,425	N°40	23 - 37	20 - 32	18 - 27	15 - 24	13 - 21
0,25	N°60	17 - 29	15 - 25	13 - 21	11 - 19	9 - 16
0,15	N°100	12 - 21	11 - 18	9 - 16	8 - 14	6 - 12
0,075	N°200	7 - 10	6 - 9	5 - 8	4 - 7	3 - 6

TABLA 2.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 10^6$)

Característica	Valor
Densidad relativa, mínimo	2,4
Desgaste Los Angeles, %, máximo	35
Partículas alargadas, %, máximo	40
Partículas lajeadas, %, máximo	40
Equivalente de arena, %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua, %, máximo	25

MATERIAL BITUMINOSO

D.2.1. Mezcla asfáltica de granulometría densa

En la fabricación de las mezclas asfálticas de granulometría densa en frío, que se empleen en carpetas o reparación de baches se tomará en cuenta lo siguiente:

D.2.1.1. La emulsión asfáltica que se utilice en las mezclas para carpetas asfálticas de granulometría densa en frío será de rompimiento medio o lento.

D.2.1.2. El asfalto rebajado que se utilice en las mezclas para carpetas asfálticas de granulometría densa en frío será de fraguado rápido.

Según el método utilizado en el diseño, la mezcla asfáltica cumplirá con los requisitos de calidad señalados a continuación:

Mezcla asfáltica de granulometría densa diseñada por el método Marshall

TABLA 1.- Requisitos de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñadas mediante el método Marshall

Características	Número de ejes equivalentes de diseño ΣL [1]	
	$\Sigma L \leq 10^6$	$10^6 < \Sigma L \leq 10^7$ [2]
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	50	75
Estabilidad; N (lb _r), mínimo	5 340 (1 200)	8 000 (1 800)
Flujo; mm (10 ⁻² in)	2 - 4 (8 - 16)	2 - 3,5 (8 - 14)
Vacios en la mezcla asfáltica (VMC); %	3 - 5	3 - 5
Vacios ocupados por el asfalto (VFA); %	65 - 78	65 - 75

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes de 8,2 t (ESAL), esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Para tránsitos mayores de 10^7 ejes equivalentes de 8,2 t, se requiere un diseño especial de la mezcla.

TABLA 2.- Vacíos en el agregado mineral (VAM) para mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñadas mediante el método Marshall

Tamaño nominal del material pétreo utilizado en la mezcla [1]		Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC) de diseño %		
		3	4	5
mm	Designación	Vacíos en el agregado mineral (VAM) %, mínimo		
9,5	3/8"	14	15	16
12,5	1/2"	13	14	15
19	3/4"	12	13	14
25	1"	11	12	13
37,5	1 1/2"	10	11	12

[1] El tamaño nominal corresponde al indicado en la Cláusula D. de la Norma N-CMT-4-04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, para el tipo y granulometría del material pétreo utilizado en la mezcla.

Mezcla asfáltica de granulometría densa diseñada por el método Hveem

TABLA 3.- Requisitos de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñados mediante el método Hveem

Características	Número de ejes equivalentes de diseño ΣL [1]	
	$\Sigma L \leq 10^6$	$10^6 < \Sigma L \leq 10^7$ [2]
Valor de estabilidad (R), mínimo	35	37
Expansión; mm (in), máximo	0,762 (0,03)	

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes de 8,2 t (ESAL), esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Para tránsitos mayores de 10^7 ejes equivalentes de 8,2 t, se requiere un diseño especial de la mezcla.

COMPARACIÓN:

GRANULOMETRÍA

El INVIAS establece unas franjas granulométricas para mezclas asfálticas densas en frío dependiendo del tipo de gradación ya sea MDF-38, MDF-25 y MDF-19, así como las tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo, mientras que la SCT establece los requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para tránsitos menores a un millón de ejes equivalentes y mayores a un millón de ejes equivalentes, el porcentaje pasa depende del tamaño nominal del material pétreo que se emplee y también menciona los requisitos de calidad como el valor mínimo de densidad relativa, porcentaje máximo de desgaste de los ángeles, porcentaje máximo de partículas alargadas y lajeadas, porcentaje mínimo de equivalente de arena y porcentaje máximo de pérdida de estabilidad por inmersión en agua.

Se compararán dichos valores con los establecidos en la normativa del INVIAS:

1. Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)
 - Capa de: rodadura / intermedia / base
 - INVIAS: Para NT-1, NT-2 Y NT-3 establecen 25/35
 - SCT: Establece un valor máximo de 35

2. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)
 - Capa de: rodadura / intermedia / base
 - INVIAS: Para NT-1 se establece 25/30/30 y para NT-2 se establece 20/25/25
 - SCT: No establece

3. Resistencia mecánica por el método del 10% de finos, capa de: rodadura / intermedia / base
 - Valor en seco, mínimo (kN)
 - INVIAS: Para NT-2 se establece 110/90/75
 - SCT: No establece
 - Relación húmedo/seco, mínimo (%)
 - INVIAS: Para NT-2 se establece 75/75/75
 - SCT: No establece

4. Coeficiente de pulimiento acelerado para rodadura, mínimo
 - INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 0,45
 - SCT: No establece

5. Durabilidad
 - Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%)
 - INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 18
 - SCT: No establece

6. Limpieza, agregado grueso

Impurezas en agregado grueso, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 0,5

SCT: No establece

7. Limpieza, gradación combinada

Índice de plasticidad, máximo (%)

INVIAS: No especifica

SCT: No especifica

8. Equivalente de arena, mínimo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 50%

SCT: Establece un valor mínimo de 50%

9. Valor de azul de metileno, máximo

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 10

SCT: No especifica

10. Geometría de las partículas, agregado grueso

Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 10

SCT: Establece un máximo de 40%

11. Caras fracturadas, mínimo (%)

Una cara: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-2 tiene un valor de 75/75/60 y para NT-3 85/75/60

SCT: No especifica

12. Dos caras: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-2 tiene un valor de 60/-/- y para NT-3 70/-/-

SCT: No especifica

13. Geometría de las partículas, agregado fino

Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%)

- Capa de: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-1 establece 40/35/-, para NT-2 establece 45/40/35 y para NT-3 establece 45/40/35

SCT: No especifica

14. Adhesividad

Agregado grueso: Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo (%)

INVIAS: Pide reportar un valor de 4

SCT: No especifica

- Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber), índice mínimo

INVIAS: Pide reportar un valor de 4

SCT: No especifica

MATERIAL BITUMINOSO

La SCT establece que la fabricación de las mezclas asfálticas de granulometría densa en frío, que se empleen en carpetas o reparación de baches se podrán realizar con emulsión asfáltica de rompimiento medio o lento, y para el asfalto rebajado este sea de fraguado rápido.

Según el método utilizado en el diseño, la mezcla asfáltica cumplirá con los requisitos de calidad. Para mezcla asfáltica de granulometría densa diseñada por el método Marshall debe cumplir con características como compactación, estabilidad, flujo, vacíos de la mezcla asfáltica (VMC) y vacíos ocupados por el asfalto (VFA), para la mezcla asfáltica de granulometría densa diseñada por el método Hveem debe cumplirse características de estabilidad y expansión.

Para el INVIAS la fabricación de las mezclas asfálticas de granulometría densa en frío, que se empleen en carpetas o reparación de baches se podrán realizar con una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta, de los tipos CRL-1 o CRL-1h, que cumpla los requisitos de calidad establecidos en el Artículo 411 y que sea compatible con los agregados pétreos por emplear.

Los requisitos son: viscosidad Saybolt Furol a 25°C y 50°C, contenido de agua %, estabilidad durante almacenamiento (24 horas) diferencia en %, sedimentación a los 5 días, %, destilación, contenido de asfalto residual, %, contenido de aceite, %, tamizado, retenido tamiz No. 20, %, demusibilidad, %, rotura en ensayo de mezcla con cemento, %, carga de partícula, pH, cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento, penetración (25° C), ductilidad (25° C ,5 cm/min) y solubilidad en tricloroetileno, %.

Debido a que no se cuenta con la misma información en ambas normativas no se procede a comparar.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 450 *Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (concreto asfáltico)*

N-CTR-CAR-1-04-006/14 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente

ART. 450 Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (concreto asfáltico)

AGREGADOS PÉTREOS Y LLENANTE MINERAL

Los agregados pétreos y el llenante mineral deberán satisfacer los requisitos del Artículo 400, numeral 400.2.1. Así mismo, deberán cumplir los requisitos de calidad mencionados en la Tabla 450 - 3.

Tabla 450 - 2. Denominación de las capas asfálticas en caliente de gradación continua

TIPO DE CAPA	DESCRIPCIÓN
Rodadura	Capa superior
Intermedia	Capa subyacente a la rodadura, en estructuras con 2 o más capas asfálticas
Base	Capa o capas subyacentes a la intermedia, en estructuras con 3 o más capas asfálticas

Agregado fino

La proporción de arena natural no podrá exceder los valores indicados en la Tabla 450 - 4.

Llenante mineral

El llenante mineral podrá provenir de los procesos de trituración y clasificación de los agregados pétreos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la planta mezcladora, o podrá ser de aporte como producto comercial, generalmente cal hidratada o cemento hidráulico. La proporción de llenante mineral y los requisitos para el mismo deberán cumplir lo mencionado en la Tabla 450-5.

GRANULOMETRÍA

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 450-6. El análisis granulométrico se deberá efectuar de acuerdo con la norma INV E-213.

Tabla 450 - 6. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

TIPO DE MEZCLA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200
% PASA											
DENSА	MDC-25		100	80-95	67-85	60-77	43-59	29-45	14-25	8-17	4-8
	MDC-19			100	80-95	70-88	49-65	29-45	14-25	8-17	4-8
	MDC-10					100	65-87	43-61	16-29	9-19	5-10
SEMIDENSА	M5C-25		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38	9-20	6-12	3-7
	M5C-19			100	80-95	63-80	40-55	24-38	9-20	6-12	3-7
GRUESА	MGC-38	100	75-95	65-85	47-67	40-60	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
	MGC-25		100	75-95	55-75	40-60	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
ALTO MÓDULO	MAM-25		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38	10-20	8-14	6-9
TOLERANCIAS EN PRODUCCIÓN SOBRE LA FÓRMULA DE TRABAJO (%)		4 %					3 %			2 %	

REQUISITOS DE LOS AGREGADOS

Tabla 450 - 3. Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO		
		NT1	NT2	NT3
Dureza, agregado grueso (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%) - Capa de: rodadura / intermedia / base, 500 revoluciones - Capa de: rodadura / intermedia / base, 100 revoluciones	E-218	25/35/- 5/7/-	25/35/35 5/7/7	25 / 35 / 35 5/7/7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%) - Capa de: rodadura / intermedia / base	E-238		25/30/30	20/25/25
Resistencia mecánica por el método del 10% de finos, capa de: rodadura / intermedia / base - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínima (%)	E-224			110/90/75 75/75/75
Coefficiente de pulimiento acelerado para rodadura, mínimo	E-232	0.45	0.45	0.45
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%)	E-220	18	18	18
Limpieza, agregado grueso (F)				
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0.5	0.5	0.5
Limpieza, gradación combinada (F)				
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	NP	NP	NP
Equivalente de arena, mínimo (%) (Nota 1)	E-133	50	50	50
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)				
Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)	E-240	10	10	10
Caras fracturadas, mínimo (%) - Una cara: rodadura / intermedia / base - Dos caras: rodadura / intermedia / base	E-227	75/60/- -/-/-	75/75/60 60/-/-	85/75/60 70/-/-
Geometría de las partículas, agregado fino (F)				
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%) - Capa de: rodadura / intermedia / base	E-239	40/35/-	45/40/35	45/40/35
Adhesividad (O)				

LLENANTE MINERAL

Tabla 450 - 5. Proporción y requisitos del llenante mineral

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO		
		NT1	NT2	NT3
Proporción de llenante mineral de aporte: (% en masa del llenante total) - Capa de rodadura - Capa intermedia - Capa de base	-	- - -	≥ 25 ≥ 25 -	≥ 50 ≥ 50 ≥ 25
Granulometría del llenante mineral de aporte: - % que pasa tamiz 425 µm (No. 40) - % que pasa tamiz 150 µm (No. 100) - % que pasa tamiz 75 µm (No. 200)	E - 215		100 > 90 > 75	

MATERIAL BITUMINOSO

Seleccionado en función de:

- Características climáticas de la zona;
- Tipo de capa;
- Condiciones de operación de la carretera.

Los documentos del proyecto deben indicar el tipo de asfalto por utilizar en cada capa del pavimento. El tipo de asfalto puede ser:

- Asfalto convencional, con denominaciones 40-50, 60-70 u 80-100 según se definen en el Artículo 410;
- Asfalto modificado con polímeros, con Tipo II (IIa y IIb), Tipo III y Tipo V según se definen en el Artículo 414.

En términos generales, se podrán tomar como guía para la selección del tipo de asfalto las indicaciones de la Tabla 450 - 8; los asfaltos deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en los Artículos 410 o 414, según corresponda.

Tabla 450 - 8. Tipo de asfalto por emplear en mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

TIPO DE CAPA	NT 1			NT 2			NT 3		
	TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE LA REGIÓN (° C)								
	> 24	15-24	< 15	> 24	15-24	< 15	> 24	15-24	< 15
Rodadura e Intermedia	60-70	60-70 u 80-100	80-100	60-70	60-70 u 80-100	80-100	40-50 60-70 o Tipo II (a o b) o Tipo III	40-50 60-70 o Tipo II (a o b)	60-70 80-100 o Tipo IIb
Base	NA			60-70 u 80-100	60-70 u 80-100	80-100	60-70	60-70 u 80-100	80-100
Alto Módulo	NA			NA			Tipo V		

Nota 1: Para una temperatura menor de 15° C y tránsito NT3, los documentos del proyecto podrán recomendar un cemento asfáltico de grado de penetración 60-70, si se considera que el tránsito es extremadamente agresivo. Bajo una consideración similar se puede emplear el cemento asfáltico modificado con polímeros Tipo III para el mismo nivel de tránsito y temperaturas de 24° C o menores.

N·CTR·CAR·1·04·006/14 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente

AGREGADOS PÉTREOS Y LLENANTE MINERAL

GRANULOMETRÍA

Se establecen los requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para tránsitos menores a un millón de ejes equivalentes y mayores a un millón de ejes equivalentes, el porcentaje pasa depende del tamaño nominal del material pétreo que se emplee.

TABLA 1.- Requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 10^6$)

Malla		Tamaño nominal del material pétreo mm (in)				
Abertura mm	Designación	9,5 (%)	12,5 (%)	19 (%)	25 (1)	37,5 (1½)
Porcentaje que pasa						
50	2"	—	—	—	—	100
37,5	1½"	—	—	—	100	90 - 100
25	1"	—	—	100	90 - 100	76 - 90
19	¾"	—	100	90 - 100	79 - 92	66 - 83
12,5	½"	100	90 - 100	76 - 89	64 - 81	53 - 74
9,5	¼"	90 - 100	79 - 92	67 - 82	56 - 75	47 - 68
6,3	¼"	76 - 89	66 - 81	56 - 71	47 - 65	39 - 59
4,75	N°4	68 - 82	59 - 74	50 - 64	42 - 58	35 - 53
2	N°10	48 - 64	41 - 55	36 - 46	30 - 42	26 - 38
0,85	N°20	33 - 49	28 - 42	25 - 35	21 - 31	19 - 28
0,425	N°40	23 - 37	20 - 32	18 - 27	15 - 24	13 - 21
0,25	N°60	17 - 29	15 - 25	13 - 21	11 - 19	9 - 16
0,15	N°100	12 - 21	11 - 18	9 - 16	8 - 14	6 - 12
0,075	N°200	7 - 10	6 - 9	5 - 8	4 - 7	3 - 6

TABLA 2.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 10^6$)

Característica	Valor
Densidad relativa, mínimo	2,4
Desgaste Los Angeles; %, máximo	35
Partículas alargadas; %, máximo	40
Partículas lajeadas; %, máximo	40
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo	25

GRANULOMETRÍA

Se establecen los requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para tránsitos menores a un millón de ejes equivalentes y mayores a un millón de ejes equivalentes, el porcentaje pasa depende del tamaño nominal del material pétreo que se emplee.

TABLA 1.- Requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 10^6$)

Malla		Tamaño nominal del material pétreo mm (in)				
Abertura mm	Designación	9,5 (%)	12,5 (%)	19 (%)	25 (1)	37,5 (1½)
Porcentaje que pasa						
50	2"	—	—	—	—	100
37,5	1½"	—	—	—	100	90 - 100
25	1"	—	—	100	90 - 100	76 - 90
19	¾"	—	100	90 - 100	79 - 92	66 - 83
12,5	½"	100	90 - 100	76 - 89	64 - 81	53 - 74
9,5	¼"	90 - 100	79 - 92	67 - 82	56 - 75	47 - 68
6,3	¼"	76 - 89	66 - 81	56 - 71	47 - 65	39 - 59
4,75	N°4	68 - 82	59 - 74	50 - 64	42 - 58	35 - 53
2	N°10	48 - 64	41 - 55	36 - 46	30 - 42	26 - 38
0,85	N°20	33 - 49	28 - 42	25 - 35	21 - 31	19 - 28
0,425	N°40	23 - 37	20 - 32	18 - 27	15 - 24	13 - 21
0,25	N°60	17 - 29	15 - 25	13 - 21	11 - 19	9 - 16
0,15	N°100	12 - 21	11 - 18	9 - 16	8 - 14	6 - 12
0,075	N°200	7 - 10	6 - 9	5 - 8	4 - 7	3 - 6

TABLA 2.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa (Para $\Sigma L \leq 10^6$)

Característica	Valor
Densidad relativa, mínimo	2,4
Desgaste Los Angeles; %, máximo	35
Partículas alargadas; %, máximo	40
Partículas lajeadas; %, máximo	40
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo	25

MATERIAL BITUMINOSO

D.1.1. Mezcla asfáltica de granulometría densa

Según el método utilizado en el diseño, la mezcla asfáltica cumplirá con los requisitos de calidad señalados a continuación:

D.1.1.1. Mezcla asfáltica de granulometría densa diseñada por el método Marshall

Las mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñadas mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, de acuerdo con el tránsito esperado en términos del número de ejes equivalentes de ocho coma dos (8,2) toneladas, acumulados durante la vida útil del pavimento (ΣL), cumplirán con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 1 y con el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) indicado en la Tabla 2 de esta Norma, en función del tamaño nominal del material pétreo utilizado en la mezcla.

TABLA 1.- Requisitos de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñadas mediante el método Marshall

Características	Número de ejes equivalentes de diseño ΣL [1]	
	$\Sigma L \leq 10^8$	$10^8 < \Sigma L \leq 10^7$ [2]
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	50	75
Estabilidad; N (lb), mínimo	5 340 (1 200)	8 000 (1 800)
Flujo; mm (10^{-2} in)	2 - 4 (8 - 16)	2 - 3,5 (8 - 14)
Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC); %	3 - 5	3 - 5
Vacíos ocupados por el asfalto (VFA); %	65 - 78	65 - 75

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes de 8,2 t (ESAL), esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Para transitos mayores de 10^7 ejes equivalentes de 8,2 t, se requiere un diseño especial de la mezcla.

TABLA 2.- Vacíos en el agregado mineral (VAM) para mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñadas mediante el método Marshall

Tamaño nominal del material pétreo utilizado en la mezcla ^[1]		Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC) de diseño %		
		3	4	5
mm	Designación	Vacíos en el agregado mineral (VAM) %, mínimo		
9,5	¾"	14	15	16
12,5	½"	13	14	15
19	¾"	12	13	14
25	1"	11	12	13
37,5	1½"	10	11	12

[1] El tamaño nominal corresponde al indicado en la Clausula D. de la Norma N-CMT-4-04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas, para el tipo y granulometría del material pétreo utilizado en la mezcla.

Mezcla asfáltica de granulometría densa diseñada por el método Hveem

TABLA 3.- Requisitos de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñados mediante el método Hveem

Características	Número de ejes equivalentes de diseño ΣL ^[1]	
	$\Sigma L \leq 10^6$	$10^6 < \Sigma L \leq 10^7$ ^[2]
Valor de estabilidad (R), mínimo	35	37
Expansión: mm (in), máximo	0,762 (0,03)	

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes de 8,2 t (ESAL), esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Para tránsito mayores de 10^7 ejes equivalentes de 8,2 t, se requiere un diseño especial de la mezcla.

COMPARACIÓN:

GRANULOMETRÍA

El INVIAS establece unas franjas granulométricas para mezclas asfálticas densas en frío dependiendo del tipo de gradación ya sea densa (MDC-25, MDC-19 y MDF-10), semidensa (MSC-25, MSC-19 y MDF-10), gruesa (MGC-38, MGC-25), alto módulo (MAM-25) así como las tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo, mientras que la SCT establece los requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para tránsitos menores a un millón de ejes equivalentes y mayores a un millón de ejes equivalentes, el porcentaje pasa depende del tamaño nominal del material pétreo que se emplee y también menciona los requisitos de calidad como el valor mínimo de densidad relativa, porcentaje máximo de desgaste de los ángeles, porcentaje máximo de partículas alargadas y lajeadas, porcentaje mínimo de equivalente de arena y porcentaje máximo de pérdida de estabilidad por inmersión en agua.

Se compararán dichos valores con los establecidos en la normativa del INVIAS:

1. Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)
 - Capa de: rodadura / intermedia / base, 500 revoluciones
 INVIAS: Para NT-1 establece 25/35/35, NT-2 Y NT-3 establecen 25/35/35
 SCT: Establece un valor máximo de 30
 - Capa de: rodadura / intermedia / base, 100 revoluciones

INVIAS: Para NT-1 establece 5/7/-, NT-2 Y NT-3 establecen 5/7/7
SCT: No especifica

2. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)

- Capa de: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-1 se establece 25/30/30 y para NT-2 se establece 20/25/25

SCT: No establece

15. Resistencia mecánica por el método del 10% de finos, capa de: rodadura / intermedia / base

- Valor en seco, mínimo (kN)

INVIAS: Para NT-2 se establece 110/90/75

SCT: No establece

- Relación húmedo/seco, mínimo (%)

INVIAS: Para NT-2 se establece 75/75/75

SCT: No establece

16. Coeficiente de pulimiento acelerado para rodadura, mínimo

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 0,45

SCT: No establece

17. Durabilidad

Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 18

SCT: No establece

18. Limpieza, agregado grueso

Impurezas en agregado grueso, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 0,5

SCT: No establece

19. Limpieza, gradación combinada

Índice de plasticidad, máximo (%)

INVIAS: No especifica

SCT: No especifica

20. Equivalente de arena, mínimo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 50%

SCT: Establece un valor mínimo de 50%

21. Valor de azul de metileno, máximo

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 10

SCT: No especifica

22. Geometría de las partículas, agregado grueso

Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 10

SCT: Establece un máximo de 35%

23. Caras fracturadas, mínimo (%)

Una cara: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-1 tiene un valor de 75/60&-, para NT-2 tiene un valor de 75/75/60 y para NT-3 85/75/60

SCT: No especifica

24. Dos caras: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-2 tiene un valor de 60/-/- y para NT-3 70/-/-

SCT: No especifica

25. Geometría de las partículas, agregado fino

Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%)

- Capa de: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-1 establece 40/35/-, para NT-2 establece 45/40/35 y para NT-3 establece 45/40/35

SCT: No especifica

26. Adhesividad

Agregado grueso: Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo (%)

INVIAS: Pide reportar un valor de 4

SCT: No especifica

- Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber), índice mínimo

INVIAS: Pide reportar un valor de 4

SCT: No especifica

MATERIAL BITUMINOSO

La SCT establece que, según el método utilizado en el diseño, la mezcla asfáltica cumplirá con los requisitos de calidad. Para mezcla asfáltica de granulometría densa diseñada por el método Marshall debe cumplir con características como compactación, estabilidad, flujo, vacíos de la mezcla asfáltica (VMC) y vacíos ocupados por el asfalto (VFA), para la mezcla asfáltica de granulometría densa

diseñada por el método Hveem debe cumplirse características de estabilidad y expansión.

Para el INVIAS para la fabricación de las mezclas asfálticas el material bituminoso será seleccionado en función de las características climáticas de la zona, el tipo de capa y las condiciones de operación de la carretera.

En los documentos del proyecto deben indicar el tipo de asfalto por utilizar en cada capa del pavimento. El tipo de asfalto puede ser:

- Asfalto convencional, con denominaciones 40-50, 60-70 u 80-100 según se definen en el Artículo 410;
- Asfalto modificado con polímeros con Tipo II (IIa y IIb), Tipo III y Tipo V según se definen en el Artículo 414.

Los requisitos son: viscosidad Saybolt Furol a 25°C y 50°C, contenido de agua %, estabilidad durante almacenamiento (24 horas) diferencia en %, sedimentación a los 5 días, %, destilación, contenido de asfalto residual, %, contenido de aceite, %, tamizado, retenido tamiz No. 20, %, demusibilidad, %, rotura en ensayo de mezcla con cemento, %, carga de partícula, pH, cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento, penetración (25° C), ductilidad (25° C ,5 cm/min) y solubilidad en tricloroetileno, %.

Debido a que no se cuenta con la misma información en ambas normativas no se procede a comparar.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART.452 Mezcla discontinua en caliente para capa de rodadura (microaglomerado en caliente)

N-CTR-CAR-1-04-010/09 Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Caliente

452.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral

452.2.1.1 Requisitos generales

Los agregados pétreos y el llenante mineral deberán satisfacer los requisitos del Artículo 400, numeral 400.2.1. Adicionalmente, deberán cumplir con los requisitos de calidad mencionados en la Tabla 452 - 1.

Tabla 452 - 1. Requisitos de los agregados para mezclas discontinuas en caliente para capa de rodadura

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NT2 Y NT3
Dureza, agregado grueso (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	25
- 500 revoluciones		
- 100 revoluciones		5
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	20
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos	E-224	110
- Valor en seco, mínimo (kN)		
- Relación húmedo/seco, mínimo (%)		
Coefficiente de pulimiento acelerado, mínimo	E-232	0.50
Durabilidad (F)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio,	E-220	18

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NT2 Y NT3
máximo (%)		
Limpieza, agregado grueso (F)		
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0.5
Limpieza, gradación combinada (F)		
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	N.P
Equivalente de arena, mínimo (%) (Nota 1)	E-133	50
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 2)	E-235	10
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)		
Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)	E-240	10
Caras fracturadas, mínimo (%): una cara / dos caras	E-227	100 / 100
Geometría de las partículas, agregado fino (F)		
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%)	E-239	45
Adhesividad (O)		
- Agregado grueso: Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo, mínimo (%)	E-757	Reportar
Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método riedel-weber), índice mínimo	E-774	Reportar

Agregado fino

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder los valores de la Tabla 452 - 2.

El material que se triture para obtener el agregado fino deberá cumplir con los requisitos de resistencia establecidos para el agregado grueso en la Tabla 452 - 1.

Tabla 452 - 2. Proporción máxima de arena natural en el agregado

CARACTERÍSTICA	NT2	NT3
Proporción de arena natural: % de la masa total del agregado combinado	≤ 20	≤ 10
Proporción de arena natural: % de la masa total del agregado fino	≤ 50	

Llenante mineral

El llenante mineral podrá provenir de los procesos de trituración y clasificación de los agregados pétreos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la planta mezcladora, o podrá ser de aporte como producto comercial, generalmente cal hidratada o cemento hidráulico. La proporción de llenante mineral y los requisitos para el mismo deberán cumplir con lo mencionado en la Tabla 452 - 3.

Tabla 452 - 3. Proporción y requisitos del llenante mineral

COMPOSICIÓN	NORMA DE ENSAYO INV	NT2 Y NT3
Proporción de llenante mineral de aporte: (% en masa del llenante total)	-	≥ 50
Granulometría del llenante mineral de aporte: - % que pasa tamiz 425 μm (No. 40) - % que pasa tamiz 150 μm (No. 100) - % que pasa tamiz 75 μm (No. 200)	E -215	100 > 90 > 75
Densidad bulk (g/cm ³)	E-225	0.5 a 0.8
Vacios del llenante seco compactado (%)	E-229	≥ 38

Granulometría

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 452 - 4. El análisis granulométrico

Tabla 452 - 4. Franjas granulométricas para mezclas discontinuas en caliente para capa de rodadura

TIPO DE MEZCLA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
		12.5	9.5	8	4.75	2.00	0.425	0.075
		1/2"	3/8"	5/16"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
		% PASA						
TIPO M	M-13	100	75-97	-	15-28	11-22	8-16	5-8
	M-10	-	100	75-97	15-28	11-22	8-16	5-8
TIPO F	F-13	100	75-97	-	25-40	18-32	10-20	7-10
	F-10	-	100	75-97	25-40	18-32	10-20	7-10
TOLERANCIAS EN PRODUCCIÓN SOBRE LA FÓRMULA DE TRABAJO (±)		4 %			3 %			1 %

Material bituminoso

El material bituminoso para elaborar la mezcla discontinua en caliente será cemento asfáltico modificado con polímeros, que corresponda a los tipos II (IIa o IIb) o III de la Tabla 414 - 1 del Artículo 414; también, puede ser cemento asfáltico modificado con grano de caucho reciclado que cumpla los requisitos establecidos en el Artículo 413. El tipo por utilizar será el definido en los documentos técnicos del proyecto.

Tabla 414 - 1. Especificaciones del asfalto modificado con polímeros

CARACTERÍSTICA	Norma de ensayo INV	TIPO I	TIPO IIa	TIPO IIb	TIPO III	TIPO IV	TIPO V
Asfalto original							
Penetración (25° C, 100 g, 5 s), 0.1 mm	E-706	55 a 70	40 a 70	55 a 70	55 a 70	80 a 130	15 a 40
Punto de ablandamiento, °C, mínimo	E-712	58	58	58	65	60	65
Ductilidad (5° C, 5cm/min), cm, mínimo	E-702	-	15	15	15	30	-
Recuperación elástica por torsión a 25° C, %, mínimo	E-727	15	40	40	70	70	15
Estabilidad al almacenamiento (Nota 1) - Diferencia en el punto de ablandamiento, ° C, máximo	E-726 y E-712	5	5	5	5	5	5
Contenido de agua, %, máximo	E-704	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Punto de ignición mediante la copa abierta Cleveland, ° C, mínimo	E-709	230	230	230	230	230	230
Residuo del ensayo de pérdida por calentamiento en película delgada rotatoria, norma de ensayo (INV E-720)							
Pérdida de masa, %, máximo	E-720	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
Penetración del residuo, en % de la penetración original, mínimo	E-706	65	50	65	65	60	70
Incremento en el punto de ablandamiento, ° C, máximo	E-712	10	10	10	10	10	10
Ductilidad (5° C, 5cm/min), cm, mínimo	E-702	-	8	8	8	15	-

N·CTR·CAR·1·04·010/09 Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Caliente

**AGREGADOS PÉTREOS Y LLENANTE MINERAL
GRANULOMETRÍA**

**REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PÉTREOS PARA
CARPETAS ASFÁLTICAS DE GRANULOMETRÍA ABIERTA**

El material pétreo que se emplee en la elaboración de carpetas asfálticas de granulometría abierta, generalmente con mezcla en caliente, en función de su tamaño nominal, cumplirá con las características granulométricas que se establecen en la Tabla 7 y con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 6.

TABLA 7.- Requisitos granulométricos del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría abierta

Malla		Para mezcla con cemento asfáltico			Para mezcla con cemento asfáltico y hule molido		
		Tamaño nominal del material pétreo mm (in)			Tamaño nominal del material pétreo mm (in)		
Abertura mm	Designación	6,3 (¼)	9,5 (¾)	12,5 (½)	6,3 (¼)	9,5 (¾)	12,5 (½)
		Porcentaje que pasa			Porcentaje que pasa		
16	⅝"	—	—	100	—	—	100
12,5	½"	—	100	95 - 100	—	100	95 - 100
9,5	¾"	100	85 - 100	70 - 90	100	85 - 100	70 - 90
6,3	¼"	60 - 100	49 - 77	41 - 65	55 - 100	46 - 75	37 - 64
4,75	N°4	37 - 67	33 - 57	28 - 49	32 - 50	28 - 45	24 - 40
2	N°10	10 - 24	9 - 22	8 - 20	7 - 20	6 - 18	5 - 16
0,85	N°20	4 - 14	4 - 13	3 - 12	1 - 11	1 - 11	1 - 10
0,425	N°40	2 - 10	2 - 10	2 - 10	0 - 8	0 - 8	0 - 8
0,25	N°60	2 - 8	2 - 8	2 - 8	0 - 6	0 - 6	0 - 6
0,15	N°100	1 - 6	1 - 6	1 - 6	0 - 5	0 - 5	0 - 5
0,075	N°200	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4

TABLA 6.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría semiabierta o abierta

Característica ^[1]	Valor
Densidad relativa, mínimo	2,4
Desgaste Los Angeles; %, máximo	30
Partículas alargadas; %, máximo	25
Partículas lajeadas; %, máximo	25
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo	25

[1] El material debe ser 100% producto de trituración

MATERIAL BITUMINOSO

Mezcla asfáltica de granulometría abierta

Es la mezcla en caliente, uniforme, homogénea y con un alto porcentaje de vacíos, elaborada con cemento asfáltico y materiales pétreos de granulometría uniforme, con tamaño nominal entre doce coma cinco (12,5) milímetros ($\frac{1}{2}$ in) y seis coma tres (6,3) milímetros ($\frac{1}{4}$ in), que satisfagan los requisitos de calidad establecidos en la Cláusula E. de la Norma N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*. Estas mezclas normalmente se utilizan para formar capas de rodadura, no tienen función estructural y generalmente se construyen sobre una carpeta de granulometría densa, con la finalidad principal de satisfacer los requerimientos de calidad de rodamiento del tránsito, al permitir que el agua de lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos, ocupando los vacíos de la carpeta, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie de rodadura, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal. Las mezclas asfálticas de granulometría abierta no deben colocarse en zonas susceptibles al congelamiento ni donde la precipitación sea menor de seiscientos (600) milímetros por año.

COMPARACIÓN:

GRANULOMETRÍA

El INVIAS establece unas franjas granulométricas para mezclas discontinuas en caliente para capa de rodadura, dependiendo del tipo de mezcla ya sea tipo M (M-13, M10) o tipo F (F-13, F10), mientras que la SCT establece unas franjas granulométricas del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría abierta dependiendo de su tamaño nominal y también menciona los requisitos de calidad como el valor mínimo de densidad relativa, porcentaje máximo de desgaste de los ángeles, porcentaje máximo de partículas alargadas y lajeadas, porcentaje mínimo de equivalente de arena y porcentaje máximo de pérdida de estabilidad por inmersión en agua.

Se compararán dichos valores con los establecidos en la normativa del INVIAS:

1. Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)
 - 500 revoluciones
INVIAS: Para NT-2 Y NT-3 establecen 25
SCT: Establece un valor máximo de 30
 - Capa de: rodadura / intermedia / base, 100 revoluciones
INVIAS: Para NT-2 Y NT-3 establecen 20
SCT: No especifica
2. Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)
INVIAS: Para NT-1 y NT-2 se establece 20

SCT: No establece

3. Coeficiente de pulimiento acelerado para rodadura, mínimo
INVIAS: Para NT-2 y NT-3 establece un valor de 0,5
SCT: No establece

4. Durabilidad

Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 18

SCT: No establece

5. Limpieza, agregado grueso

Impurezas en agregado grueso, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 0,5

SCT: No establece

6. Limpieza, gradación combinada

Índice de plasticidad, máximo (%)

INVIAS: No especifica

SCT: No especifica

7. Equivalente de arena, mínimo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 50%

SCT: Establece un valor mínimo de 50%

8. Geometría de las partículas, agregado grueso

Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)

INVIAS: Para NT-1, NT-2 y NT-3 establece un valor de 10

SCT: Establece un máximo de 35%

9. Caras fracturadas, mínimo (%)

Una cara: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-2 y NT-3: 100/100

SCT: No especifica

10. Dos caras: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-2 y NT-3: 100/100

SCT: No especifica

11. Geometría de las partículas, agregado fino

Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%)

- Capa de: rodadura / intermedia / base

INVIAS: Para NT-1 establece 40/35/-, para NT-2 establece 45/40/35 y para NT-3 establece 45/40/35
SCT: No especifica

12. Adhesividad

Agregado grueso: Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo (%)

INVIAS: Pide reportar un valor de 4
SCT: No especifica

- Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber), índice mínimo

INVIAS: Pide reportar un valor de 4
SCT: No especifica

MATERIAL BITUMINOSO

El INVIAS establece que el material bituminoso para elaborar la mezcla discontinua en caliente será cemento asfáltico modificado con polímeros, que corresponda a los tipos II (IIa o IIb) o III de la Tabla 414 - 1 del Artículo 414; también, puede ser cemento asfáltico modificado con grano de caucho reciclado que cumpla los requisitos establecidos en el Artículo 413. El tipo por utilizar será el definido en los documentos técnicos del proyecto.

La tabla 414-1. Especificaciones del asfalto modificado con polímeros presenta las características para cada uno de los tipos de asfaltos, ya sean tipo I, tipo IIa, tipo IIb, tipo III, tipo IV, tipo V, estas características son penetración, punto de ablandamiento, ductilidad, recuperación elástica por torsión a 25°C, estabilidad al almacenamiento, contenido de agua, punto de ignición, mientras que la SCT que la mezcla asfáltica de granulometría abierta debe ser una mezcla en caliente, uniforme, homogénea y con un alto porcentaje de vacíos, elaborada con cemento asfáltico y materiales pétreos de granulometría uniforme, estas mezclas normalmente se utilizan para formar capas de rodadura, no tienen función estructural y generalmente se construyen sobre una carpeta de granulometría densa, con la finalidad principal de satisfacer los requerimientos de calidad de rodamiento del tránsito, al permitir que el agua de lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos, ocupando los vacíos de la carpeta, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie de rodadura, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal. Las mezclas asfálticas de granulometría abierta no deben colocarse en zonas susceptibles al congelamiento ni donde la precipitación sea menor de seiscientos (600) milímetros por año. No presenta requisitos de calidad para este tipo de mezclas por lo que no permite comparar los valores dados en las características que presenta el INVIAS.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 460 Fresado de pavimento asfáltico

N-CSV-CAR-3-02-006 / 10 *Fresado de la superficie de rodadura en pavimentos asfálticos*

En cuanto a materiales, este requisito no es aplicable a ninguna de las especificaciones tanto del INVIAS como la SCT.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART.461 *Reciclado de pavimento asfáltico en frío en el lugar empleando ligantes bituminosos*

N-CSV-CAR-4-02-001/03 *Recuperación en frío de pavimentos asfálticos*

ART.461 *Reciclado de pavimento asfáltico en frío en el lugar empleando ligantes bituminosos*

461.2.1 Agregados pétreos

461.2.1.1 Agregados pétreos resultantes de la pulverización del pavimento

Los agregados pétreos resultantes de la pulverización mecánica de las capas de pavimento en el espesor indicado en el proyecto y ajustado por el Interventor cuando corresponda, deberán cumplir con la granulometría indicada en la Tabla 461 - 1.

Tabla 461 -1. Franja granulométrica de los agregados reciclados en frío en el lugar empleando ligantes bituminosos

MATERIAL	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	¾"	⅜"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA							
PULVERIZADO DEL PAVIMENTO EXISTENTE, AJUSTADO CON MATERIAL DE ADICIÓN CUANDO SE REQUIERA	100	75-100	65-100	45-75	30-60	20-45	10-30	5-20

461.2.1.2 Agregados pétreos de adición

En el caso de que se requiera la adición de material pétreo para satisfacer el requisito de gradación, éste deberá cumplir con los requisitos de la Tabla 461-2.

Tabla 461 - 2. Requisitos de los agregados de adición para reciclado del pavimento existente

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO		
		NT-1	NT-2	NT-3
Dureza, agregado grueso (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	40	40	40
Degradación en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	30	25
Resistencia mecánica por el método del 10% de finos	E-224	-	-	70
- Valor en seco, mínimo (kN)				75
- Relación húmedo/seco, mínimo (%)				
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos de magnesio, máximo (%)	E-220	18	18	18
- Agregado grueso				
- Agregado fino				
Limpieza, gradación combinada (F)				
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	N. P	N,P	N.P
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	2	2	2
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)				
Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)	E-240	10	10	10
Caras fracturadas, mínimo (%): una cara / dos caras	E-227	50 / -	50 / -	50 / -
Geometría de las partículas, agregado fino (F)				
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%)	E-239	-	35	35
Resistencia del material (F)				
CBR (%): Porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca en el Artículo 330, "Base granular", medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	80	80	100
Adhesividad, gradación combinada				
Resistencia conservada inmersión – compresión, mínimo (%)	E - 622	50	50	50

461.2.2 Materiales bituminosos

Para los reciclados en frío en el lugar con emulsión asfáltica, ésta será de rompimiento lento, del tipo CRL-1, cuyo residuo de destilación tenga una penetración entre cien y doscientas cincuenta (100–250) décimas de milímetro, que sea compatible con los agregados pétreos, la cual deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el Artículo 411. Si se requiere una emulsión de diferentes características, de efecto regenerante, por ejemplo, ella deberá ser objeto de una especificación particular.

Se deberá comprobar, además, la compatibilidad de la emulsión asfáltica con el material fresado mediante el ensayo de envuelta y resistencia al desplazamiento sin adición de carbonato de calcio, según la norma de ensayo INV E-769.

Para los reciclados con cemento asfáltico espumado, el ligante será de penetración 80-100, compatible con los agregados pétreos, el cual deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el Artículo 410. Si se requiere un cemento asfáltico de diferentes características, éste deberá ser objeto de una especificación

particular. En cualquier caso, se prohíbe la adición de fluidificantes ligeros o crudos de petróleo para producir el reblandecimiento del asfalto del pavimento existente.

461.2.3 Puzolanas

Se consideran como tales, algunos llenantes comerciales que complementan la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Los más utilizados son el cemento hidráulico, la cal hidratada y las cenizas volantes, cuyas características se deberán establecer en una especificación particular.

461.2.4 Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto

Cuando se requieran, se deberán ajustar a lo descrito en el Artículo 412. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán tener la aprobación del Interventor. El Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento, que se derive del empleo del aditivo, será de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a satisfacción de éste, sin cargo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

461.2.5 Agua

El agua requerida para el humedecimiento previo de los agregados pétreos deberá ser limpia y libre de materia orgánica. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 461 - 3.

Tabla 461 - 3. Requisitos del agua no potable para reciclados en frío en el lugar empleando ligantes bituminosos

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D 1293	5.5 - 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como SO_4^{2-} , g/l máximo	D 516	1.0

Los materiales nuevos (pétreos, asfálticos, cemento Pórtland y cal) que se utilicen en la construcción de capas de pavimento mezclados con materiales producto de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, serán los que indique el proyecto o la Secretaría y cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·2·02·001, *Calidad de Cemento Pórtland*, N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, N·CMT·4·03·001, *Cal para Estabilizaciones* y N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos que se utilicen en la nueva mezcla procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

COMPARACIÓN:

El INVIAS en cuanto agregados pétreos establece la franja granulométrica de los agregados reciclados en frío en el lugar utilizando ligantes bituminosos, mientras que la SCT no menciona la norma a consultar, por lo tanto, nos remitimos a la N·CMT·4·04/01 Materiales pétreos para mezclas asfálticas que según el tipo de mezcla que se vaya a utilizar clasifica los materiales pétreos en materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría densa, materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría semiabierta, materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría abierta, materiales pétreos para mortero asfáltico, materiales pétreos para carpetas por el sistema de riegos, materiales pétreos para mezclas asfálticas para guarniciones, luego, no establece que tipo de granulometría es la que deben tener los agregados pétreos resultantes de la pulverización mecánica de las capas de pavimento ni tampoco los requisitos de calidad.

En cuanto a los materiales bituminosos el INVIAS establece que para los reciclados en frío en el lugar con emulsión asfáltica, esta será de rompimiento lento, del tipo CRL-1, además, se debe comprobar la compatibilidad de la emulsión con el material fresado mediante el ensayo de envuelta y resistencia al desplazamiento sin adición de carbonato de calcio, mientras que la SCT, nos remite a la norma N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, la cual especifica que los materiales, según el producto que se utilice en su tratamiento se clasifican como materiales modificados con cal, con cemento, con asfalto, con mezcla asfáltica (base negra) y con concreto hidráulico, sin embargo, al no establecerse con qué tipo de material se debe realizar el procedimiento, se decide verificar con la recomendada por el INVIAS, la cual es con asfalto, que para la SCT se debe incorporar una emulsión asfáltica o un asfalto rebajado, de tres a cuatro por ciento en masa, de cemento asfáltico, para mejorar su comportamiento y el efecto de la plasticidad.

Luego, la SCT al no presentar claramente qué requisitos debe cumplir el tipo de material pétreo o bituminoso, no es posible realizar una comparación más detallada.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 462 *Reciclado de pavimento asfáltico en planta y en caliente*

N-CSV-CAR-3-02-008 / 03 Recuperación en caliente de carpetas asfálticas.

ART. 462 *Reciclado de pavimento asfáltico en planta y en caliente*

462.2.1 Agregados pétreos

Los agregados pétreos para la elaboración de la mezcla reciclada tendrán dos (2) procedencias: los recuperados del pavimento y los requeridos como adición para corregir la gradación y garantizar la calidad de la mezcla.

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 450 - 6 del Artículo 450.

462.2.1.1 Agregados pétreos de adición

El agregado pétreo de adición deberá cumplir los requisitos para las propiedades de origen (O) del numeral 450.2.1 del Artículo 450; la mezcla con los agregados recuperados del pavimento, en las proporciones definidas durante el establecimiento de la fórmula de trabajo, incluyendo el llenante mineral requerido, deberá cumplir los requisitos exigidos en el mismo numeral 450.2.1 del citado Artículo, para las propiedades de fabricación (F).

Es recomendable que el agregado de adición tenga características mineralógicas similares a las del agregado que se recicla, con el fin de evitar que el ligante tenga diferente adhesividad con cada uno de los componentes.

462.2.1.2 Agregados recuperados del pavimento

Los agregados obtenidos mediante la disgregación de una mezcla asfáltica de un pavimento existente no deberán mostrar signos de meteorización, y su calidad deberá ser similar a la exigida para los agregados de adición.

Para la ejecución de los trabajos que son objeto de este Artículo no se podrán emplear materiales disgregados provenientes de mezclas abiertas en caliente, de mezclas discontinuas en caliente para capa de rodadura o de mezclas drenantes. En cambio, se podrán emplear los excedentes de fabricación de una mezcla asfáltica en caliente, de las descritas en el Artículo 450, que no se hayan utilizado en la obra por constituir sobrantes o por haber sido rechazados por llegar con una temperatura muy baja, pero nunca por la baja calidad de sus componentes o de la mezcla misma.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de materiales recuperados de pavimentos donde la capa asfáltica hubiera presentado deterioros de los tipos afloramientos de asfalto (exudación) o deformaciones plásticas.

Si se tiene previsto el empleo de materiales provenientes de capas asfálticas con geosintéticos incluidos o en cuya elaboración se hubieran utilizado adiciones para modificar la reología del ligante asfáltico o el comportamiento mecánico de la mezcla, tales como caucho, fibras, etc., se requerirá un estudio ambiental específico, debido a la posibilidad de emisión de contaminantes durante el proceso de elaboración de la nueva mezcla.

El material que se va a reciclar deberá ser homogéneo, no contener contaminantes y estar perfectamente caracterizado, siendo necesario que se someta a un proceso previo de trituración, eliminación de contaminantes y homogeneización.

Material bituminoso

El material bituminoso para la elaboración de la mezcla reciclada tendrá, también, dos (2) procedencias: el presente en la mezcla por reciclar y el requerido como adición para garantizar la calidad de la mezcla.

462.2.2.1 Material bituminoso de adición

El material bituminoso de adición será cemento asfáltico del grado de penetración que indiquen los documentos del proyecto, el cual puede corresponder a uno de los tipos indicados en el Artículo 410 o al que establezca la especificación particular del proyecto.

462.2.2.2 Material bituminoso de la mezcla por reciclar

El material bituminoso proveniente de la capa disgregada o del excedente de una mezcla nueva, deberá ser susceptible de mezclar de manera homogénea con el material bituminoso de adición, de manera de obtener, con la incorporación de un agente rejuvenecedor para reciclado si se requiere, un producto de características similares a uno de los cementos asfálticos indicados en el Artículo 410 o el que exijan los documentos técnicos del proyecto.

N-CSV-CAR-3-02-008 / 03 Recuperación en caliente de carpetas asfálticas.

Los materiales nuevos (pétreos, asfálticos, cemento Pórtland y cal) que se utilicen en la recuperación en caliente de carpetas asfálticas, serán los que indique el proyecto o la Secretaría y cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·2·02·001,

Calidad de Cemento Pórtland, N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, N·CMT·4·04,

Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos* y N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos que se utilicen en la nueva mezcla procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

COMPARACIÓN:

El INVIAS considera que los agregados pétreos utilizados en la elaboración de la mezcla reciclada pueden tener dos procedencias: los recuperados del pavimento y los requeridos como adición para corregir la gradación y garantizar la calidad de la mezcla, la granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 450 - 6 del Artículo 450. Además, los agregados obtenidos mediante la disgregación de una mezcla asfáltica de un pavimento existente no deberán mostrar signos de meteorización, su calidad deberá ser similar a la exigida para los agregados de adición y deberá ser homogéneo, no contener contaminantes y estar perfectamente caracterizado, siendo necesario que se someta a un proceso previo de trituración, eliminación de contaminantes y homogeneización. La SCT no menciona la norma a consultar, por lo tanto, nos remitimos a la N-CMT-4-04/01 Materiales pétreos para mezclas asfálticas que según el tipo de mezcla que se vaya a utilizar clasifica los materiales pétreos en materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría densa, materiales

pétreos para mezclas asfálticas de granulometría semiabierta, materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría abierta, materiales pétreos para mortero asfáltico, materiales pétreos para carpetas por el sistema de riegos, materiales pétreos para mezclas asfálticas para guarniciones, luego, no establece que tipo de granulometría es la que deben tener los agregados pétreos resultantes de la pulverización mecánica de las capas de pavimento ni tampoco los requisitos de calidad.

En cuanto al material bituminoso el INVIAS establece que también tiene dos procedencias: el presente en la mezcla por reciclar y el requerido como adición para garantizar la calidad de la mezcla, el primero puede corresponder a uno de los tipos indicados en el Artículo 410 y el segundo es un producto de características similares a uno de los cementos asfálticos indicados en el Artículo 410 o el que exijan los documentos técnicos del proyecto, mientras que la SCT, nos remite a la norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, he indica que el material bituminoso debe cumplir con las características expuestas según el requerido en el proyecto.

COMPARACIÓN ENTRE:

ART. 464 *Geotextiles para repavimentación*

N-CMT-6-3-01-004 / 13 *Geotextiles para mezclas asfálticas en caliente*

ART. 464 *Geotextiles para repavimentación*

464.2.1 Geotextil

Se utilizarán geotextiles elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo de 95 % en masa de poliolefinas o poliéster y serán del tipo no tejido, punzonado por agujas. Deberán tener la capacidad de absorber la cantidad especificada de ligante asfáltico y poseer las propiedades mecánicas que se indican en la Tabla 464 - 1.

Las propiedades de resistencia del geotextil dependerán de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. Las propiedades corresponden a condiciones normales de instalación y deberán ser medidas en el sentido más débil del geotextil.

Las propiedades de los geosintéticos se expresan en general en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

Los valores promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo deberán satisfacer los requisitos establecidos en este Artículo.

Tabla 464 - 1. Propiedades mecánicas del geotextil para pavimentación en términos de VMPR

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	VMPR
Resistencia a la tensión Grab (N) , valor mínimo	D 4632	450
Elongación a la rotura (%), mínimo	D 4632	50
Retención asfáltica en términos de asfalto residual (l/m ²), mínimo (Nota 2)	D 6140	0.9
Masa por unidad de área (g/m ²), mínimo	D 5261	140
Punto de fusión (°C) , mínimo		
- Pavimentación con asfaltos convencionales y temperatura de instalación < 150° C	D 276	150
- Pavimentación con asfaltos modificados con polímeros o temperatura de instalación > 150° C		250

El fabricante del geotextil deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI. El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto.

464.2.2 Ligante asfáltico

El ligante asfáltico será una emulsión catiónica de rompimiento rápido tipo CRR-1 o una emulsión catiónica de rompimiento rápido modificada con polímeros tipo CRR-1m, que cumplan lo especificado en los Artículos 411 y 415, respectivamente.

N-CMT-6-3-01-004 / 13 Geotextiles para mezclas asfálticas en caliente

REQUISITOS DE CALIDAD

Los geotextiles que se utilicen para mezclas asfálticas en caliente serán no tejidos y podrán unirse térmicamente en una de sus caras. Además, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

D.1. Los polímeros que se utilicen en la fabricación de geotextiles para mezclas asfálticas en caliente serán de polipropileno o poliéster.

D.2. La elongación de los geotextiles para mezclas asfálticas en caliente, determinada mediante el procedimiento establecido en el Manual M·MMP·6·01·004, *Resistencia a la Tensión Grab y Elongación*, será igual que cincuenta (50) por ciento de su longitud original, o mayor.

D.3. La masa por unidad de área, la resistencia a la tensión Grab y la absorción del asfalto de los geotextiles para mezclas asfálticas en caliente, determinadas mediante los procedimientos establecidos en los Manuales M·MMP·6·01·002, *Masa por Unidad de Área Promedio de Geosintéticos*, M·MMP·6·01·004, *Resistencia a la Tensión Grab y Elongación*, y M·MMP·6·01·010, *Absorción de Asfalto en*

Geotextiles, respectivamente, cumplirán con lo indicado en la Tabla 1 de esta Norma.

TABLA 1.- Masa por unidad de área y resistencia a la tensión Grab de los geotextiles para mezclas asfálticas en caliente

Requisito	Valor mínimo por rollo ⁽¹⁾
Masa por unidad de área, en g/m ²	140
Resistencia a la tensión Grab, en N	450
Absorción de asfalto, l/m ²	0,9 a 1,1

Los geotextiles para mezclas asfálticas en caliente no se fundirán al ser sometidos a una temperatura igual que la de elaboración de la mezcla asfáltica más veinte (20) por ciento, durante treinta (30) minutos.

COMPARACIÓN:

Las dos normativas establecen que los polímeros que se utilicen en la fabricación de geotextiles para mezclas asfálticas en caliente serán de polipropileno o poliéster. Deben cumplir con los siguientes requisitos, para el INVIAS estos se dan por VPRM (valor mínimo promedio por rollo)

1. Resistencia a la tensión Grab (N), valor mínimo

INVIAS: 450 N
SCT: 450 N

2. Elongación a la rotura (%), mínimo

INVIAS: 50%
SCT: No especifica

3. Retención asfáltica en términos de asfalto residual (l/m²), mínimo

INVIAS: 0,9 l/m²
SCT: 0,9 a 1,1 l/m²

4. Masa por unidad de área (g/m²), mínimo

INVIAS: 140 g/m²
SCT: 140 g/m²

5. Punto de fusión (°C), mínimo.

Pavimentación con asfaltos convencionales y temperatura de instalación < 150° C

INVIAS: 150 °C
SCT: No especifica

Pavimentación con asfaltos modificados con polímeros o temperatura de instalación > 150° C

INVIAS: 250 °C
SCT: No especifica

9. MEZCLAS TIBIAS.

En la normativa estudiada de la SCT en el alcance de este proyecto no se contempla información, especificaciones o empleo de las mezclas tibias, sin embargo, cabe resaltar que si hay normativas referentes a mezclas tibias, la más empleada es la norma 4.01.02.001 Mezclas Asfálticas de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, la cual señala los requisitos de calidad que deben cumplir las mezclas asfálticas tibias de la Ciudad de México, la información de interés se presenta a continuación:

Pruebas	Criterios de aceptación
Fluencia	4.00 mm (máximo)
Estabilidad	800 kg _f (mínimo)
Vacíos ocupados con aire	3 a 5 %
Vacíos ocupados con asfalto	70 – 80 %
Densidad Teórica Máxima (D.T.Max.)	2.350 ton/m ³
Contenido óptimo de asfalto	6.5 % ± 0.5 %
Peso específico en el campo al terminar la compactación	2.230 – 2.245 (ton/m ³)

En la siguiente tabla se señalan los requisitos por cumplir respecto al espesor de la capa final, de acuerdo con el tamaño del agregado pétreo máximo. Dimensiones en milímetros

Tamaño máximo del agregado	Espesor de la mezcla suelta, previo a la compactación	Espesor de la capa final
19	78	57
16	66	48
12,5	51	38
9,5	35	29

Los requisitos de temperatura mínima de la mezcla son:

Aire /terreno Temperaturas en °C		Temperatura mínima de descarga de la mezcla suelta a la pavimentadora, antes de la primera pasada en el rodillo vibratorio			
Temperatura del aire	Temperatura de vialidad				
3	3	128	118	98	98
5	5	121	116	97	97
10	10	118	113	96	96
15	15	114	110	94	94
20	20	111	107	92	92
Espesor de la mezcla suelta (mm). Espesor esperado de la mezcla compactada (mm)		40 mm	68 mm	96 mm	123 mm
		30 mm	50 mm	70 mm	90 mm
Tiempo de compactación mínima* (minutos)		6	12	24	24

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La normativa le brinda al sector del transporte los criterios, métodos y procedimientos para la adecuada ejecución de todos los trabajos que se realizan en el ámbito de infraestructura del transporte y verificando que se cumpla con la seguridad, calidad, economía, y eficiencia.
- Dado que se establecen los criterios y procedimientos para la planeación licitación, adjudicación, contratación, ejecución, supervisión y, en su caso, operación y mitigación del impacto ambiental, genera uniformidad de estilo y calidad en las obras públicas.
- Son responsabilidad del ingeniero las especificaciones en cuanto a la planeación, ejecución y supervisión de las obras públicas y de los servicios relacionados con ellas.
- Dado que las especificaciones establecidas en el proyecto no sean apropiadas en la ejecución de la obra, el Ingeniero o la persona física o moral que elaboró el proyecto, debe demostrarlo mediante los respectivos estudios y debe hacer los ajustes pertinentes de acuerdo con los requerimientos reales, teniendo en cuenta que dichos ajustes deben ser aprobados por las Autoridades competentes de la Secretaría.
- La normativa mexicana presenta a través de la plataforma del IMT las normas y manuales que contienen las especificaciones de métodos de muestreo y pruebas de materiales con una interfaz de fácil acceso dependiendo del filtro de consulta, lo que consideramos sería de utilidad para la plataforma donde presenta la normativa el INVIAS.
- Por otro lado, dentro de las normas mencionan las respectivas especificaciones para consulta de características de materiales, es decir, una sola especificación sirve de referencia para varias normas, lo que dificulta la consulta, caso contrario a las especificaciones del INVIAS que detallan lo referente a características de materiales para cada una de estas.
- La normativa mexicana permite la consulta de versiones anteriores de publicaciones, estas se encuentran desde el año 1999 hasta la actualidad, incluso con modificaciones del presente año, lo que revela que hacen constantes modificaciones con base a los estudios hechos en el IMT, lo cual induce a estar continuamente consultando la normativa, en cambio, el INVIAS no presenta orden en la presentación de sus documentos técnicos sin posibilidad de filtrarlos cronológicamente.

- La SCT resume la información remitiendo al usuario hacia otros documentos de consulta, que presentan la información de forma general, mientras que el INVIAS explica con más detalle cada ítem contemplado en la especificación y organiza mejor los artículos a los cuales se deben remitir dentro del mismo documento o capítulo de estudio.
- En la normativa mexicana, en lo referente a la facilidad de estudio, presenta diagramas y figuras que ayudan al usuario su comprensión, además, al inicio de cada norma presenta un contenido equivalente a la introducción de las normas INVIAS y posteriormente contiene un ítem de definición el cual sirve como marco teórico del capítulo, facilitando la comprensión para su posterior uso y aplicación.
- Se recomienda al INVIAS mejorar organización en la plataforma web respecto a los documentos técnicos, sería de gran utilidad agregar filtros de búsqueda para su fácil manejo y ubicación, así como el uso de ilustraciones y figuras para establecer límites de criterios de aceptación y rechazo con sus respectivas tolerancias, en cuanto a la descripción se debería complementar con un marco teórico que explique de forma general el tema contemplado en cada artículo.
- Se dificulta encontrar las equivalencias de algunas normativas y especificaciones mexicanas debido a diferencias en la terminología, existencia y aplicación de prácticas que en general se deben a las condiciones de clima, tipos y usos de suelos, condiciones de carga en los pavimentos, su conservación y manejo, así como las investigaciones e inversión en estudios para mejorar dichas prácticas.
- Con base en el análisis detallado de las normas estudiadas se observa que la forma como se presenta la información en la normativa del INVIAS es más asequible, concisa y reúne la información de definición, materiales, equipo, ejecución, transporte y almacenamiento, criterios de aceptación y rechazo, medida y forma de pago en un solo capítulo dependiendo del tema de búsqueda, mientras que la normativa de la SCT, en cuanto a contenido tiende a remitirse a otras normativas específicas y manuales para calidad de materiales pétreos, calidad de mezclas asfálticas y conservación de pavimentos y por lo tanto se pierde la continuidad de la búsqueda.

- La presentación de las tablas en el INVIAS es más práctica que las de la SCT, debido a que consolida los ensayos, las normas y los requisitos a cumplir correspondientes.
- Las normativas de la SCT se apoyan en investigaciones y reglamentaciones de otras entidades como el congreso de asfaltos mexicanos y las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, permitiendo a las organizaciones que vayan a ejecutar una obra, pueda basarse en ellas, para justificar la metodología y calidad del trabajo, mientras esté sea aprobado por la secretaria.

11. BIBLIOGRAFÍA

asfalto, C. M. (Agosto de 2017). *LA SUSTENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCLAS*. Obtenido de http://www.amaac.org.mx/archivos/7_la_sustentabilidad_en_la_produccion_de_mezclas_asfalticas_en_la_ciudad_de_mexico_rmc.pdf

INVIAS. (2013). *Especificaciones generales de construcción de carreteras*. Obtenido de INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS: <https://www.invias.gov.co>

Secretaría de comunicación y transporte, I. m. (s.f.). *Normativa para la infraestructura del transporte*. Obtenido de gob.mx: <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#005>

transporte, I. m. (s.f.). *NIT-SCT*. Obtenido de gob.mx: <https://normas.imt.mx/>