

MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA  
"EL AYUNTAMIENTO"  
DIRECCIÓN DE OBRAS E INFRAESTRUCTURA URBANA MUNICIPAL

CONTRATO DE OBRA SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS Y TIEMPO DETERMINADO, Y EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO EN LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS Y SU REGLAMENTO, EN ADELANTE NOMBRADA COMO "LA LEY", QUE EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA POR CONDUCTO DEL H. AYUNTAMIENTO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR EL **ING. FRAM OCHOA CHÁVEZ**, DIRECTOR DE OBRAS E INFRAESTRUCTURA URBANA MUNICIPAL DEL AYUNTAMIENTO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, ASISTIDO DE LA **ARQ. CECILIA PÉREZ RUVALCABA**, EN SU CALIDAD DE SUBDIRECTORA DE NORMATIVIDAD DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS E INFRAESTRUCTURA URBANA MUNICIPAL; A QUIEN EN LO SUCESIVO Y PARA LOS EFECTOS DEL PRESENTE INSTRUMENTO SE LE DENOMINARÁ COMO "EL AYUNTAMIENTO"; Y POR OTRA PARTE LA EMPRESA Y/O CONTRATISTA **GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S. DE R.L. DE C.V.** REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL **ING. JUAN MANUEL MARQUEZ CONTRERAS** EN SU CARÁCTER DE **GERENTE GENERAL**, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ COMO "EL CONTRATISTA", Y, CUANDO SE REFIERA EN CONJUNTO SE LES DENOMINARÁ "LAS PARTES", INSTRUMENTO JURÍDICO QUE SUJETAN AL TENOR DE LAS DECLARACIONES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:

**D E C L A R A C I O N E S**

**DECLARA "EL AYUNTAMIENTO":**

I.- Que es una Entidad de derecho público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, como lo disponen los artículos 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; y 76 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Baja California; y para la firma del presente contrato, es representado por el titular de la Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal, a quien mediante oficio número **PM-XXV/0010/2024** de fecha **2 de octubre de 2024**, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6, 9 fracción XV del Reglamento Interno y de Cabildo del Ayuntamiento de Tijuana, Baja California; 7 fracción IV, de la Ley del Régimen Municipal para el Estado de Baja California, así como los artículos 16 fracciones IV, V y 25 del Reglamento de Administración Pública Municipal del Ayuntamiento de Tijuana, Baja California, 6 fracciones I, II, III y 36 del Reglamento Interno de la Secretaría de Desarrollo Territorial, Urbano y Ambiental del Municipio de Tijuana, Baja California; se le otorgaron facultades para que en representación del Presidente Municipal del Ayuntamiento de Tijuana, Baja California, lleve a cabo la celebración y firma de contratos y convenios de obra pública y servicio relacionados con la misma de conformidad a lo dispuesto por las leyes de obras públicas, equipamiento, suministros y servicios relacionados con la misma para el estado de Baja California, la Federación y sus reglamentos, así como la normatividad aplicable en materia municipal, provenientes de recursos y programas federales, estatales o propios.

II.- Que en términos de los artículos 1, 2, 3, 4, 6 y 7 fracciones I, IV, y IX de la Ley del Régimen Municipal para el Estado de Baja California; 16, 17 y 25 del Reglamento de la Administración Pública Municipal del Ayuntamiento de Tijuana, Baja California, y de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas, los que suscriben el presente instrumento, acreditan su personalidad el primero, Ing. Fram Ochoa Chávez, Director de Obras e Infraestructura Urbana Municipal del Ayuntamiento de Tijuana, Baja California; y la segunda, Arq. Cecilia Pérez Ruvalcaba, en su calidad de Subdirectora de Normatividad de la Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal.

III.- Que para llevar a cabo la ejecución de los trabajos que se deriven del presente contrato, "EL AYUNTAMIENTO" a través de la Tesorería Municipal autorizó a la Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal, mediante el oficio **PP/0062/2024** de fecha **24 de octubre de 2024**, la inversión correspondiente a este contrato, mismo que irá cargado a la Partida Presupuestaria: **61501 - Construcción de Vías de Comunicación en Bienes de Dominio Público**; Unidad Ejecutora: **21-003- FP - Fondo de Pavimentación Ramo 23 Fed. de 2024**, de los recursos asignados del Ayuntamiento de Tijuana Baja California.

IV.- Que para los efectos legales de este instrumento, señala como su domicilio legal, el ubicado en Avenida Independencia #1350 Zona Urbana Río, Tijuana, Baja California, C.P. 22010 con Registro Federal de Causantes ATB541201KK2.

V.- Que la adjudicación del presente contrato se realizó conforme al Procedimiento de **Invitación a cuando menos tres personas** número **IO-61-010-802004998-N12-2024**, con fundamento en los artículos 26 Fracción I y 27 Fracción II, de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas; conforme al **FALLO** de fecha **5 de diciembre de 2024**.

VI.- Que cuenta con los dictámenes, permisos, licencias y demás autorizaciones que se requieren para la realización de la obra objeto del presente contrato; que se relacionan como **"Anexo 1"**.

VII.- Que el presente contrato es de derecho público.

**DECLARA "EL CONTRATISTA" a través de su representante:**

I.- Que acredita la existencia de su representada con la escritura pública número 11,652, volumen 438 de fecha dos de febrero del año dos mil uno, ante el Lic. Marco Antonio Mayo Barrón a cargo del protocolo de la Notaría Pública número 12, de la ciudad de Tijuana, Baja California, misma que quedó debidamente inscrita ante el registro público de la propiedad y de comercio en Tijuana, Baja California, bajo Partida 5240466, Sección Comercio de fecha 16 de abril del 2001.

II.- Que, en el referido instrumento, en el Apartado de TRANSITORIOS, PRIMERA inciso B, se encuentra su nombramiento de **GERENTE GENERAL**, con los poderes y facultades que se le otorgan y que le permiten la suscripción del presente instrumento; manifestando bajo protesta de decir verdad, que dichas facultades no le han sido restringidas, modificadas o revocadas de manera alguna.

III.- Que tiene capacidad jurídica, Técnica y Financiera para contratar y obligarse a la ejecución del servicio objeto de este Contrato y que dispone de la organización y elementos suficientes para ello

IV.- Que tiene su domicilio en: **VIA RAPIDA PONIENTE No. 15035 INT. 2, COLONIA RÍO TIJUANA 3RA ETAPA C.P. 22226, TIJUANA, BAJA CALIFORNIA**, mismo que señala para los fines y efectos legales de este contrato.

V.- Que cuenta con los siguientes registros:

Registro Federal de Contribuyentes

GEN-010222-2D6

Registro en el Directorio de Contratistas de la D.O.I.U.M

DOIUM-0213/2024

VI.- Que después de haber inspeccionado el sitio en donde se realizarán los trabajos de este contrato, manifiesta que su representada reúne las condiciones técnicas y económicas para realizarlas, además de que conoce el contenido y requisitos que establecen la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su Reglamento, las cuales contienen los conceptos del presupuesto contemplados en su propuesta, así como los Lineamientos, Manuales Operativos y Normas Generales que regulan la ejecución de dichos trabajos.

**"DE LAS PARTES":**

I.-Que conocen el alcance y contenido de los documentos que integran el presente contrato, y que las Notas de Bitácora así como la correspondencia que se genere durante la vigencia del mismo formarán parte integrante de dicho contrato.

II.-Que la obra objeto del presente contrato, será destinada a un servicio público o al uso común, por lo que se considera de interés social.

III.- "Las PARTES" manifiestan que las controversias que surjan, con motivo del incumplimiento del presente contrato, por causas imputables al contratista, serán resueltas en sede administrativa; y, que las controversias que se originen, con motivo del incumplimiento de éste instrumento, por causas imputables al Municipio de Tijuana, serán resueltas en sede judicial. Lo anterior, según lo regulado en las respectivas cláusulas del presente contrato así como en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con la misma y su Reglamento.

CONFORMES LAS PARTES CON LAS DECLARACIONES ANTERIORMENTE VERTIDAS, Y RECONOCIÉNDOSE MUTUAMENTE LA PERSONALIDAD CON QUE COMPARECEN, CONVIENEN EN SUJETARSE A LAS SIGUIENTES:

### CLÁUSULAS:

**PRIMERA.- OBJETO DEL CONTRATO.-** "EL AYUNTAMIENTO" encomienda a "EL CONTRATISTA", quien se obliga a realizar hasta su total terminación, de conformidad con las normas de construcción, especificaciones, proyectos, catálogos de conceptos, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios, programas de ejecución y presupuesto que forman parte integrante de este Contrato, y que se adjuntan en el expediente Técnico-Legal "**Anexo 2**" que obra en las oficinas de la Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal; la ejecución de la obra denominada: **PAVIMENTACIÓN CON CONCRETO HIDRÁULICO DE CALLE SAN JORGE ENTRE C. CUAUHTÉMOC Y C. SONORA, COL. MAGISTERIAL, DELEGACIÓN OTAY CENTENARIO, TIJUANA B.C.**

"LAS PARTES" contratantes están de acuerdo en que el objeto materia de este contrato podrá ser modificado por voluntad expresa de los mismos manifestada por escrito, el cual formara parte integrante de este instrumento.

**SEGUNDA.- IMPORTE DEL CONTRATO.-** El importe total del presente contrato es la cantidad de: **\$3'657,287.42** Pesos Moneda Nacional (**SON: TRES MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE PESOS 42/100 M.N.**), incluido el Impuesto al Valor Agregado.

Las partes autorizan para que la Subdirección de Construcción dependiente de la Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal de "EL AYUNTAMIENTO", comparará el importe de los trabajos ejecutados con los que debieron realizarse en los términos del programa de obra autorizado, en la inteligencia de que si resulta obra mal ejecutada, se tendrá por no realizada, independientemente de que "EL AYUNTAMIENTO" podrá rescindir el contrato por incumplimiento, o ejercitar alguna otra acción civil, penal o administrativa que estime procedente, salvo que en un término de cinco días siguientes a la notificación, "EL CONTRATISTA" reponga a su cargo la obra mal ejecutada.

En ningún caso se pagará obra mal ejecutada o no ejecutada y tampoco se reconocerán incrementos en los costos que se registren en la ejecución de obra fuera de programa.

**TERCERA.- PLAZO DE EJECUCIÓN.-** El plazo de ejecución de la obra será de **90** días naturales y "EL CONTRATISTA" se obliga a iniciar la obra objeto de este contrato, el día **16** de **DICIEMBRE** de **2024**, y se obliga a concluirla a satisfacción de "EL AYUNTAMIENTO" el día **15** de **MARZO** de **2025**, conforme al programa de obra y la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.

**CUARTA.- DISPONIBILIDAD DEL SITIO DE LA OBRA.-** "EL AYUNTAMIENTO" se obliga a poner a disposición de "EL CONTRATISTA", el sitio de la obra en que deba llevarse a cabo los trabajos materia del presente contrato, así como los dictámenes, permisos, licencias y demás autorizaciones que se requieran para su realización.

**QUINTA.- FORMA DE PAGO.** Las partes convienen que los trabajos objeto del presente contrato, se paguen de la siguiente forma

“EL AYUNTAMIENTO” cubrirá a “EL CONTRATISTA”, el importe total del presente contrato mediante el pago de estimaciones por avance de obra de conformidad con el Programa de Obra que está en el expediente técnico-legal; estimaciones que deberán ser entregadas por “EL CONTRATISTA”, a la residencia de supervisión, acompañadas de la documentación de soporte correspondiente.

“EL CONTRATISTA” deberá presentar las estimaciones de obra ejecutada en los formatos previamente aprobados por “EL AYUNTAMIENTO”, debidamente firmadas en cada hoja por los representantes de las partes que sean autorizadas para ello, y por la Subdirección de Construcción dependiente de la Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal, firmas que constarán en cada hoja de la estimación respectiva.

“EL AYUNTAMIENTO”, recibirá las estimaciones para sus pagos dentro de los treinta días siguientes a la fecha en que sean ejecutados y cuantificados los trabajos, salvo que “EL CONTRATISTA” justifique debidamente el atraso en la presentación de las mismas.

**SEXTA.- PAGO INICIAL CONSISTENTE EN UN ANTICIPO.-** Para que “EL CONTRATISTA” realice en el sitio de los trabajos la construcción de sus oficinas, almacenes, bodegas e instalaciones y, en su caso, para los gastos de traslado de la maquinaria y equipo de construcción e inicio los trabajos; así como, para la compra y producción de materiales de construcción, la adquisición de equipos que se instalen permanentemente y demás insumos que deberán otorgar, objeto del presente contrato, “EL AYUNTAMIENTO” otorgará un anticipo del **30% (Treinta por ciento)** de la asignación presupuestal aprobada en el primer ejercicio para el contrato, que importa la cantidad de **\$1'097,186.22** Pesos Moneda Nacional (**SON: UN MILLÓN NOVENTA Y SIETE MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS 22/100 M.N.**), incluyendo el Impuesto al Valor Agregado, cantidad que será puesta a disposición del contratista con antelación a la fecha pactada para el inicio de los trabajos, el atraso en la entrega del anticipo será motivo para diferir en igual plazo el programa de ejecución pactado.

Previamente a la entrega del anticipo, el contratista deberá presentar al Área responsable de la ejecución de los trabajos un programa en el que se establezca la forma en que se aplicará dicho anticipo. El área mencionada requerirá al contratista la información conforme a la cual se acredite el cumplimiento del citado programa; tal requerimiento podrá realizarse en cualquier momento durante la vigencia del presente contrato.

En el caso de que el contratista no cumpla el programa referido por causas debidamente justificadas y acreditadas ante el Área responsable de la ejecución de los trabajos, dicho programa deberá ser modificado conforme a las nuevas condiciones que se hubieren presentado.

Cuando “EL CONTRATISTA” no entregue la garantía de anticipo dentro del plazo señalado en el artículo 48 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, no procederá el diferimiento y, por lo tanto deberá iniciar los trabajos en la fecha establecida originalmente.

Por su parte “EL CONTRATISTA” se obliga a reintegrar al organismo el anticipo otorgado, mediante su amortización, que deberá efectuarse proporcionalmente con cargo a cada una de las estimaciones por trabajos ejecutados que se formulen, debiéndose liquidar cualquier faltante por amortizar en la estimación final del ejercicio fiscal de que se trata.

No se otorgarán anticipos para el o los convenios que se celebren en los términos del artículo 59 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios que se generen durante el ejercicio de este contrato.

En caso de que “EL CONTRATISTA” no reintegre el saldo de los anticipos por amortizar, este deberá pagar gastos financieros conforme al procedimiento establecido en el Código Fiscal de la Federación, como si se tratará del supuesto de prórroga para el pago de créditos fiscales; los gastos financieros se calcularán sobre el saldo no amortizado y se computarán por días naturales desde que se venció el plazo hasta la fecha en que se ponga la cantidad a disposición de “EL AYUNTAMIENTO”

**SÉPTIMA.- DE LAS GARANTÍAS.-** "EL CONTRATISTA" se obliga a constituir a favor de "EL AYUNTAMIENTO", una primera póliza de fianza para garantizar el total cumplimiento de las obligaciones que adquiere en este contrato, y quedará representada en la cantidad que resulte de multiplicar el importe del contrato a que se refiere la Cláusula Segunda de este documento por un 10% (DIEZ POR CIENTO), por la cantidad de **\$365,728.74** Pesos Moneda Nacional (**SON: TRESCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS VEINTIOCHO PESOS 74/100 M.N.**), incluyendo el Impuesto al Valor Agregado, en apego a lo estipulado en el artículo 48 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con la misma.

Asimismo, "EL CONTRATISTA" constituirá una segunda fianza por el importe total del anticipo otorgado, misma que deberá ser presentada previamente a la entrega de dicho anticipo subsistirá hasta la total amortización.

Al recepcionarse a satisfacción del "EL AYUNTAMIENTO" la obra, también se constituirá una tercera fianza por el 10% (diez por ciento) para garantizar por los defectos que resultaren en los mismos, de los vicios ocultos y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en los términos del presente contrato y en la legislación aplicable. Para efectos de notificación, las pólizas contendrán el señalamiento de domicilio legal de la Afianzadora en esta ciudad.

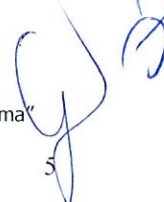
Las fianzas primera y segunda, a las que se refiere la presente cláusula deberán ser presentadas dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha de notificación, contados a partir de que "EL CONTRATISTA", reciba copia del fallo de adjudicación o de la notificación por escrito de la resolución del ajuste de costos o de la formalización del convenio que se celebre; y, la tercera fianza deberá ser presentada dentro del mismo plazo contado a partir de la recepción formal de la Obra por parte de "EL AYUNTAMIENTO"

La fianza deberá ser otorgada por Institución de fianzas debidamente autorizada, a favor de "EL AYUNTAMIENTO" y deberá contener al menos las siguientes estipulaciones:

- 1.- Que la fianza se otorga para garantizar por el contratista el cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones derivadas de este contrato.
- 2.- Que en caso de que sea prorrogado el plazo establecido para la determinación de la ejecución de la obra, la vigencia de la póliza quedara automáticamente prorrogada en los mismos términos.
- 3.- Que la Institución Afianzadora acepta expresamente someterse a lo que establecen los artículos 178, 279 y 282 de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas en vigor.
- 4.- Que la afianzadora renuncia a los beneficios de orden y de exclusión.
- 5.- Que en caso de incumplimiento el interés que prevé el artículo 283 de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas, se computará a partir del momento en que concluyan los treinta días que tiene como plazo la Institución afianzadora para pagar las cantidades reclamadas por el beneficiario.
- 6.- Que la póliza estará vigente hasta la recepción de los trabajos y responderá de las irregularidades o deficiencias que resulten durante la ejecución de la obra.

**OCTAVA.- COSTOS.-** Las partes acuerdan la revisión y ajuste de los costos que integran los precios unitarios pactados en este contrato, cuando ocurran circunstancias imprevistas de orden económico que determine un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, al momento de ocurrir dicha contingencia, la revisión de los costos se realizará de acuerdo a lo establecido en el artículo 56 y artículo 57 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, de la siguiente manera:

- I.- La revisión de cada uno de los precios del contrato para obtener el ajuste



II.- Los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos respecto de los trabajos faltantes de ejecutar, conforme al programa convenido, o en caso de existir un atraso no imputable a "EL CONTRATISTA", con respecto al programa vigente. Cuando el atraso sea por causas imputables al contratista, procederá el ajuste de costo exclusivamente para la obra que debiera estar pendiente de ejecutar conforme al programa convenido originalmente pactado.

Para efectos de la revisión del ajuste de costos y la variación de la tasa de interés, la fecha de origen de los precios será la fecha de la presentación de las proposiciones.

III.- Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos serán calculados con base en los índices nacionales de precios al productor con servicios que determine el Banco de México. Cuando los índices que requiera el contratista y la dependencia o entidad no se encuentren dentro de los publicados por el Banco de México, las dependencias o entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que investiguen, utilizando los lineamientos y metodología que expida el Banco de México.

IV.- Los precios originales del contrato, permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato; el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés que el contratista haya considerado en su propuesta, y a los demás lineamientos que para tal efecto emita la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo.

La dependencia o entidad promoverá la revisión o a solicitud escrita de "EL CONTRATISTA", la que deberá acompañar de la documentación comprobatoria necesaria, en su caso, la dependencia o entidad dentro de los treinta días naturales siguientes, con base en la documentación aportada por el contratista, resolverá sobre la procedencia o improcedencia de la solicitud.

El ajuste de costos que corresponda a los trabajos ejecutados conforme a las estimaciones correspondientes, deberá cubrirse por parte de las dependencias o entidades a más tardar dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha de la aprobación de la solicitud.

**NOVENA.- MATERIALES.-** Por su parte "EL CONTRATISTA", se obliga expresamente a adquirir y utilizar los materiales que necesite para realizar la obra materia de este contrato, con apego a la calidad y clase contenidas en las especificaciones adjuntas al presente instrumento y a la Relación y Costos de Materiales incluidas en la Proposición presentada por el "EL CONTRATISTA" " **Anexo 3**".

Cuando los materiales no satisfagan las especificaciones y la calidad aprobada por "EL AYUNTAMIENTO", "EL CONTRATISTA" estará obligado a notificar su sustitución de inmediato al encargado de la supervisión de la obra dependiente de la Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal, para que éste, además de anotarlo en bitácora, autorice la sustitución en un plazo no mayor de cinco días. Si transcurre el plazo y no se autoriza la sustitución, "EL CONTRATISTA", adquirirá los materiales adecuados para no interrumpir la obra, si éste no cumple con esta disposición, "EL AYUNTAMIENTO", podrá encomendarle a un tercero la ejecución o reparación de que se trate con cargo a "EL CONTRATISTA".

Cuando "EL CONTRATISTA", utilice materiales defectuosos, o de mala calidad diversa a las contratadas, será responsable de los daños y perjuicios correspondientes, y además "EL AYUNTAMIENTO" podrá optar por exigir las penalidades contratadas o en su caso la acción civil, administrativa o penal; sin estar obligado a pagar los materiales utilizados o trabajos realizados en violación de tal calidad o especificación, salvo que en quince días naturales a partir de que se le notifique, "EL CONTRATISTA", los reponga y coloque a su costa.

Será facultad de "EL AYUNTAMIENTO", realizar en cualquier tiempo la inspección de todos los materiales que vayan a utilizarse en la ejecución de la obra, ya sean en el sitio de su desarrollo, o en sus bodegas, almacenes y demás instalaciones de "EL CONTRATISTA".

**DECIMA.- TRABAJOS EXTRAORDINARIOS.** Cuando a juicio de "EL AYUNTAMIENTO" sea necesario llevar a cabo trabajos que no estén comprendidos en el proyecto y en el programa, se procederá en la siguiente manera:

Trabajos Extraordinarios a Base de Precios Unitarios. Si existen conceptos y precios unitarios en el contrato que sean aplicables a los trabajos de que se trate "EL AYUNTAMIENTO" estará facultado para ordenar a "EL CONTRATISTA" su ejecución y este se obliga a realizarlos conforme a dichos precios.

Si para trabajos no existieran conceptos y precios unitarios en el contrato "EL AYUNTAMIENTO" considere factible determinar los nuevos precios con base en elementos contenidos en los análisis de los precios ya establecidos en el contrato procederá a determinar los nuevos, dando a conocer la aprobación correspondiente a "EL CONTRATISTA" y este, estará obligado a ejecutar los trabajos conforme a tales precios.

Si no fuere posible determinar los nuevos precios unitarios "EL CONTRATISTA" a requerimiento de "EL AYUNTAMIENTO" y dentro del plazo que este señale, someterá a su consideración los nuevos precios unitarios acompañados de sus respectivos análisis, en la inteligencia de que para la fijación de estos precios deberá aplicar el mismo criterio que se hubiere seguido para la determinación de los precios unitarios de concurso y que ahora forman parte de este contrato.

Si ambas partes llegarán a un acuerdo respecto a los precios unitarios a que se refiere el párrafo anterior "EL CONTRATISTA" se obliga a ejecutar los trabajos extraordinarios conforme a dichos precios unitarios, los cuales junto con las especificaciones correspondientes, quedarán incorporados al contrato para todos sus efectos.

**DÉCIMA PRIMERA.- REPRESENTANTE DEL CONTRATISTA.-** "EL CONTRATISTA" se obliga a establecer anticipadamente al inicio de los trabajos, en el sitio de realización de los mismos, un representante quien tendrá a su cargo la dirección, vigilancia y responsabilidad técnica en la ejecución de los trabajos, y en general actuará a nombre y por cuenta de "EL CONTRATISTA", teniendo poder amplio y suficiente para tomar decisiones en todo lo relativo a la ejecución de los trabajos de obra que ampara este Contrato; debiendo quedar asentado en bitácora para que tenga valor en los trabajos realizados.

"EL AYUNTAMIENTO" se reserva el derecho de su aceptación, el cual ejercerá en cualquier tiempo, en caso dado, "EL CONTRATISTA" se obliga a designar a otra persona que reúna los requisitos.

Para los efectos de lo anterior, el representante de "EL CONTRATISTA", tiene la obligación derivada de conocer ampliamente las especificaciones generales de construcción, la legislación aplicable, el proyecto y las especificaciones especiales o complementarias y será quien registre su firma en la bitácora de la obra.

Igualmente se obliga a responder por su cuenta y riesgo, de los defectos y vicios ocultos de la obra, que por su inobservancia o negligencia llegase a causar a "EL AYUNTAMIENTO", o a terceros, en cuyo caso se hará efectiva la póliza de fianza para el cumplimiento del contrato hasta el monto de la misma, y en caso de que sea insuficiente la garantía de la póliza, "El Ayuntamiento" ejercitara las penalidades contratadas y/o acciones civiles, penales correspondientes, cuando los daños o vicios en la obra sean, mayores a la garantía que representa la fianza.

**DÉCIMA SEGUNDA.- RESIDENTE DE SUPERVISIÓN.** "EL AYUNTAMIENTO" designará un residente de supervisión, el cual tendrá a su cargo:

- 1.- Llevar la bitácora de la obra;
- 2.- Verificar que los trabajos se realicen conforme a lo pactado en el presente contrato;
- 3.- Revisar las estimaciones de trabajos efectuados y conjuntamente con el representante de "EL CONTRATISTA", aprobarlas y firmarlas para su trámite;

4.- Mantener los planos debidamente actualizados;

5.- Vigilar todo el tiempo que dure el contrato, el manejo, calidad, especificaciones de la obra y los materiales empleados en la misma y en caso de detectar faltantes o defectos en éstos, se levantará el acta correspondiente y se anotará en bitácora, comunicándosele a "EL CONTRATISTA"; y

6.- Constatar la terminación de los trabajos.

**DÉCIMA TERCERA.- RELACIONES LABORALES.-** "EL CONTRATISTA" como empresario y patrón del personal que ocupa por los trabajos materia del contrato, será el único responsable de las obligaciones derivadas de las disposiciones legales y demás ordenamientos en materia de trabajo y de seguridad social. "EL CONTRATISTA", conviene por lo mismo, en responder de todas las reclamaciones que sus trabajadores presentaren en su contra o en contra de "EL AYUNTAMIENTO", en relación con los trabajos del contrato.

**DÉCIMA CUARTA.- RESPONSABILIDADES DE "EL CONTRATISTA".-** Será de la responsabilidad exclusiva de "EL CONTRATISTA" la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad y uso de la vía pública, así como las disposiciones establecidas al efecto por "EL AYUNTAMIENTO", en consecuencia, las responsabilidades y los daños y perjuicios que resulten por su inobservancia, serán penalizadas.

Será de la responsabilidad exclusiva de "EL CONTRATISTA" Instrumentar planes que garanticen la continuidad de operaciones para el cumplimiento de sus funciones relacionadas con la mitigación y control de los riesgos para salud, de igual forma, tomar acciones y medidas necesarias de higiene para salvaguardar la integridad física de los trabajadores y la comunidad en general, así como también, atender los Acuerdos que se emitan por la Secretaría de Salud y/o cualquier otra Autoridad competente en pro de atender las emergencias sanitarias y de cualquier otro acontecimiento relacionado con el Sector Salud.

**DÉCIMA QUINTA.- PENAS CONVENCIONALES POR INCUMPLIMIENTO DE PROGRAMA.-** "EL AYUNTAMIENTO", de conformidad con el artículo 46 bis de la Ley de Obras Publicas y Servicios relacionados con las Mismas tendrá la facultad de verificar si los trabajos objeto de este contrato se están ejecutando por "EL CONTRATISTA", de acuerdo con el programa de obra aprobado para lo cual "EL AYUNTAMIENTO" comparará mensualmente el avance de los mismos, si como consecuencia de dicha comparación el avance es menor de lo que debió realizarse "EL AYUNTAMIENTO" procederá a hacer la retención mensual por la cantidad que resulte de multiplicar el 5% (cinco por ciento) de la diferencia de dichos importes por el número de meses transcurridos desde la fecha programada para la iniciación de la obra hasta la revisión, se hará la retención total, o la devolución que corresponda, a fin de que la retención total sea la procedente.

Si al efectuarse la comparación al último mes del programa, procede hacer alguna retención dicho importe se aplicará en beneficio de "EL AYUNTAMIENTO" como pena convencional por retraso en el cumplimiento de las obligaciones a cargo de "EL CONTRATISTA", esta pena convencional no podrá exceder del 10% (diez por ciento) del importe total contratado si "EL CONTRATISTA" no concluye la obra en fecha señalada en el programa aprobado, también como pena convencional deberá cubrir a "EL AYUNTAMIENTO" mensualmente y hasta el momento que las obras queden concluidas una cantidad igual al 5% (cinco por ciento) del importe de los trabajos que no se hayan realizado, independientemente de la retención señalada como pena convencional, "EL AYUNTAMIENTO" podrá optar entre exigir el cumplimiento del contrato o bien la rescisión del mismo.

Para el caso de contratos con asignaciones parciales o contratos multianuales, las penas convencionales se aplicaran basándose en el programa aprobado para la asignación en ejecución.

**DÉCIMA SEXTA.- SUSPENSIÓN DE LOS TRABAJOS.-** La obra sólo podrá ser suspendida por "EL AYUNTAMIENTO", cuando "EL CONTRATISTA", no haya atendido una instrucción girada en bitácora por la Dirección Obras e Infraestructura Urbana Municipal de "EL AYUNTAMIENTO", o por las autoridades competentes, y hasta en tanto se realice el correctivo que corresponde; evento en el cual "EL

CONTRATISTA", no tendrá derecho a pago alguno por concepto de daños y perjuicios, indemnización o similar.

Si la suspensión fuera imputable a "EL AYUNTAMIENTO", éste deberá pagar a "EL CONTRATISTA", los indirectos que le corresponden según el monto contratado.

Cuando los trabajos no se hayan realizado de acuerdo a lo estipulado en el contrato, o conforme a las órdenes de "EL AYUNTAMIENTO" dadas por escrito, éste ordenará su reparación o reposición inmediata, con trabajos adicionales necesarios, que hará a su costa "EL CONTRATISTA", sin que tenga derecho a retribución alguna por ello. En este caso "EL AYUNTAMIENTO", podrá rescindir el contrato u ordenar la suspensión total o parcial de los trabajos materia del mismo, en tanto no se lleven a cabo dichos trabajos y sin que sea motivo para ampliar el plazo señalado para su terminación; si "EL CONTRATISTA" realiza trabajos por mayor valor del indicado en el contrato, independientemente de la responsabilidad en que incurra por la ejecución de los trabajos excedentes, no tendrá derecho a reclamar pago alguno por ello. Los riesgos, conservación y limpieza de los trabajos hasta el momento de su entrega, serán a cargo de "EL CONTRATISTA".

**DÉCIMA SÉPTIMA.- RESCISIÓN ADMINISTRATIVA DEL CONTRATO.-** "EL AYUNTAMIENTO", podrá en cualquier momento rescindir administrativamente este contrato por razones de interés general o por contravención a las obligaciones previstas en el mismo, o de las disposiciones de Ley de Obras Publicas y Servicios Relacionados con las Mismas, para las dependencias y entidades de la administración pública federal y demás disposiciones aplicables.

Si "EL CONTRATISTA" es quien decide rescindir el contrato, será necesario que acuda ante la autoridad judicial y obtener la declaración correspondiente. No procederá la rescisión administrativa del presente contrato por mutuo acuerdo de las partes.

La rescisión administrativa del contrato se ajustará a:

I.- Cuando se determine la rescisión del contrato, por causa no imputable a "EL CONTRATISTA", "EL AYUNTAMIENTO", pagará a solicitud de "EL CONTRATISTA", los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables; "EL CONTRATISTA", dentro de los veinte días hábiles siguientes contados a partir de la fecha de la notificación de "EL AYUNTAMIENTO", sobre la rescisión, deberá presentar estudio que justifique su solicitud. En igual plazo las partes elaborarán el finiquito respectivo.

II.- En caso de rescisión de este contrato por causa imputable a "EL CONTRATISTA", "EL AYUNTAMIENTO", procederá a hacer efectivas las garantías, y se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aun no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito correspondiente, lo que deberá efectuarse dentro de los cuarenta días hábiles siguientes a la fecha de la notificación de la rescisión. En dicho finiquito, deberá preverse el sobrecosto de los trabajos aún no ejecutados, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso se le hayan entregado a "EL CONTRATISTA", así mismo se aplicará la sanción correspondiente de acuerdo a la cláusula decimoquinta del presente instrumento.

Lo anterior es sin perjuicio de las diversas responsabilidades que pudieran existir.

Las causas que pueden dar lugar a la rescisión por parte de "EL AYUNTAMIENTO" serán:

- 1.- Si "EL CONTRATISTA" no inicia los trabajos objeto de este contrato, en la fecha en que por escrito le señale "EL AYUNTAMIENTO";
- 2.- Si suspende injustificadamente los trabajos o se niega a reparar o reponer alguna parte de ellos, que hubiere sido rechazada como defectuosa por "EL AYUNTAMIENTO";
- 3.- Si no ejecuta los trabajos de conformidad con lo estipulado, o sin motivo justificado, no acata las órdenes dadas por escrito por "EL AYUNTAMIENTO";

4.- Si no da cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos y, a juicio de "EL AYUNTAMIENTO", el atraso puede dificultar la terminación satisfactoria de los trabajos en él o los plazos estipulados;

5.- Si no cubre oportunamente los salarios de sus trabajadores y demás prestaciones de carácter laboral;

6.- Si es declarado en quiebra o suspensión de pagos;

7.- Si subcontrata parte de los trabajos objeto del contrato, sin sujetarse a lo dispuesto en el presente contrato;

8.- Si cede los derechos de cobro derivados del contrato, sin sujetarse a lo dispuesto en éste. "EL CONTRATISTA", sólo podrá ceder o comprometer sus derechos de cobro sobre estimaciones que por trabajos ejecutados le expida "EL AYUNTAMIENTO", o sobre los documentos que amparan la devolución del depósito de garantía con aprobación expresa, previa y escrita de "EL AYUNTAMIENTO";

9.- Si "EL CONTRATISTA", no da a "EL AYUNTAMIENTO", y a las dependencias que tengan facultades para intervenir, las facilidades y datos necesarios para la inspección, vigilancia y supervisión de los materiales y trabajos;

10.- Si "EL CONTRATISTA", cambia su nacionalidad por otra, en caso de que haya sido establecido como requisito tener la misma;

11.- Si siendo extranjero, invoca la protección de su Gobierno en relación con este contrato;

12.- Si "EL CONTRATISTA", de manera directa o por interpósita persona, paga o hace pagar comisiones, servicios, primas, dadas, gratificaciones o cualesquier otra aportación en favor de cualesquier persona que labore dentro de "EL AYUNTAMIENTO"; y

13.- En general, por incumplimiento por parte de "EL CONTRATISTA" a cualesquiera de las obligaciones derivadas del presente contrato y sus anexos, a las leyes y reglamentos aplicables, o a las órdenes de "EL AYUNTAMIENTO". En caso de incumplimiento o violación por parte de "EL CONTRATISTA" a cualesquiera de las estipulaciones del contrato, "EL AYUNTAMIENTO", podrá optar entre exigir el cumplimiento del mismo y el de las penas convenidas en su caso, o declarar la rescisión administrativa, haciendo efectivas las garantías correspondientes, y quedando en libertad para contratar los trabajos pendientes de ejecutar, con la Empresa que decida.

El procedimiento para rescindir el contrato se someterá a las siguientes reglas:

1. Una vez considerada la actualización de una hipótesis rescisoria, "EL AYUNTAMIENTO" comunicará por escrito a "EL CONTRATISTA" que ha incurrido en alguna causa, por lo que le otorgará un plazo de quince días hábiles para que exponga lo que en su derecho convenga.
2. Transcurrido el plazo mencionado anteriormente con o sin manifestación de "EL CONTRATISTA", "EL AYUNTAMIENTO" procederá a emitir la resolución que proceda dentro de los 15 días posteriores, tal y como lo prevé el artículo 61 fracción II de la Ley de la Materia.
3. En caso de que proceda la rescisión se emitirá la declaración respectiva, quedando sujeto el contratista a las sanciones que resuelva "EL AYUNTAMIENTO".
4. Al declarar la rescisión "EL AYUNTAMIENTO" podrá sancionar "EL CONTRATISTA" con una pena convencional que podrá ser hasta por el monto de las garantías otorgadas y podrá exigir el pago de la misma a la compañía afianzadora o a "EL CONTRATISTA" directamente y sin perjuicio de responder por los daños, perjuicios y sanciones pecuniarias previstas en este contrato.
5. Como consecuencia de la rescisión que declare "EL AYUNTAMIENTO", "EL CONTRATISTA" no podrá contar con este durante el plazo de dos años contados a partir de la fecha de rescisión lo anterior sin

prejuicio de que la rescisión se haga de conocimiento de las autoridades correspondientes para sus efectos legales que haya lugar.

6. La rescisión de este contrato faculta a "EL AYUNTAMIENTO" para contratar con terceros la ejecución de la obra faltante.

**DÉCIMA OCTAVA.- PROCEDIMIENTO CONVENCIONAL.-** Para los efectos del artículo 98 de la ley, las partes resolverán de común acuerdo las controversias técnicas o administrativas, que se presenten durante la vigencia del contrato, conforme al siguiente procedimiento:

I.- La parte a cuyo juicio exista algún aspecto técnico o administrativo que afecte el desarrollo del contrato, lo hará del conocimiento de su contraparte, mediante escrito al que acompañara los documentos y pruebas que estime pertinentes, para que esta emita en un plazo de quince días naturales su opinión, aceptando la procedencia de la petición o justificando su negativa.

II.- Si la parte interesada se inconforma con la opinión, e insiste por escrito dentro de los diez días siguientes a la notificación sobre su procedencia, la controversia será sometida al arbitraje de la dirección de control y evaluación gubernamental, debiendo las partes remitirle los antecedentes correspondientes que obren en su poder en un plazo de cinco días hábiles.

III.- El árbitro resolverá la controversia elaborando un dictamen fundado y motivado en un plazo no mayor de diez días naturales, considerando en forma exclusiva la documentación relacionada con el aspecto técnico o administrativo materia del arbitraje, el contrato y sus anexos, el cual tendrá carácter de inapelable.

IV.- En casos excepcionales y previa justificación del árbitro, se podrá otorgar por única vez, una prórroga para la emisión del dictamen, la cual no podrá ser mayor que la establecida en el párrafo anterior.

V.- El procedimiento para resolver controversias no será causa para la suspensión parcial o total de la obra, por cualquiera de las partes.

VI.- El importe de los honorarios del árbitro, quedara a cargo de la parte a la que no asista la razón en la discrepancia.

**DÉCIMA NOVENA.- TERMINACIÓN, ENTREGA, RECEPCIÓN DE LA OBRA Y FINIQUITO.-** El monto final de la obra se determinará en la última estimación que presente para su cobro "EL CONTRATISTA".

"EL AYUNTAMIENTO", recibirá la obra objeto del contrato, hasta que sea terminada en su totalidad, siempre que hubieren sido realizadas de acuerdo con las especificaciones convenidas y demás estipulaciones de este contrato. Para la entrega y recepción, deberá seguirse el procedimiento que a continuación se establece:

a) Terminada la obra, "EL CONTRATISTA", dará aviso de ello por escrito a "EL AYUNTAMIENTO", quien a su vez no excederá de treinta días naturales contados a partir de la comunicación de terminación de los trabajos efectuará la verificación de su ejecución. Al finalizar la verificación de los trabajos "EL AYUNTAMIENTO" contará con un plazo de quince días naturales para proceder a su recepción física, mediante el levantamiento del acta correspondiente, quedando los trabajos bajo su responsabilidad. En caso contrario, "EL AYUNTAMIENTO", le notificará a "EL CONTRATISTA", dentro del plazo señalado, los motivos por los que no procede la recepción.

b) "EL CONTRATISTA", deberá entregar la obra en la forma convenida y retirará del terreno la maquinaria y equipo empleado, escombros, basura y residuos de materiales a fin de entregarlo limpio, de no hacerlo, lo hará "EL AYUNTAMIENTO", a cuenta de aquél.

c) "EL CONTRATISTA", al momento en que se lleve la recepción física de los trabajos, deberá elaborar dentro del término de **sesenta días**, el finiquito de los trabajos, en el que se harán constar los créditos a favor

y en contra que resulten para cada uno de ellos, describiendo el concepto general que les dio origen y el saldo resultante.

d) De existir desacuerdo entre las partes respecto al finiquito, o bien, "EL CONTRATISTA" no acuda con "EL AYUNTAMIENTO" para su elaboración dentro del plazo señalado en el contrato, "EL AYUNTAMIENTO" procederá a elaborarlo, debiendo comunicar su resultado al contratista dentro de un plazo de diez días naturales, contado a partir de su emisión; Una vez notificado el resultado de dicho finiquito a "EL CONTRATISTA" éste tendrá un plazo de quince días naturales para alegar lo que a su derecho corresponda, si transcurrido este plazo no realiza alguna gestión, se dará por aceptado.

e) Determinado el saldo total, "EL AYUNTAMIENTO" pondrá a disposición de "EL CONTRATISTA" el pago correspondiente, mediante su ofrecimiento o la consignación respectiva, o bien, solicitará el reintegro de los importes resultantes; debiendo, en forma simultánea, levantar el acta administrativa que dé por extinguidos los derechos y obligaciones.

f) Cubiertos estos trámites y después de la entrega total, "EL AYUNTAMIENTO" y "EL CONTRATISTA" realizarán el finiquito y la liquidación correspondiente de la obra.

**VIGÉSIMA.**- Las partes se obligan a sujetarse estrictamente para la ejecución de la obra objeto del presente contrato y a cada una de las cláusulas que lo integran, así como a los términos, lineamientos, procedimientos y requisitos que establecen la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, su Reglamento y demás normas y disposiciones técnicas, administrativas y legales aplicables.

**VIGÉSIMA PRIMERA. - OTRAS ESTIPULACIONES ESPECÍFICAS.** "EL CONTRATISTA" acepta que de las estimaciones que se le cubran se le hagan las siguientes deducciones:

**A) - El 30% (Treinta Por Ciento)** para la amortización del anticipo hasta que haya quedado debidamente cubierto.

**B) - El 5 (cinco) al millar** del importe de cada estimación, para cumplir con el artículo número 191 de la Ley Federal de Derechos, por concepto de Vigilancia, Inspección y Control de los trabajos por la Secretaría de la Función Pública.

**VIGÉSIMA SEGUNDA.-** El recurso con el que se llevará a cabo la presente obra, se ejecutará con recurso del programa "FONDO DE PAVIMENTACIÓN RAMO 23 FED" este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente.

**VIGÉSIMA TERCERA.-** "EL CONTRATISTA", reconoce y acepta conocer todas y cada una de las Disposiciones que regulan el otorgamiento de apoyo económico o garantías para realizar obras correspondientes a este contrato con el Programa denominado: programa "FONDO DE PAVIMENTACIÓN RAMO 23 FED" el cual es el origen de los recursos que cubre el importe del presente contrato.

**VIGÉSIMA CUARTA.- JURISDICCIÓN.-** Para la interpretación y cumplimiento del presente contrato, así como para todo aquello que no esté expresamente estipulado en el mismo, las partes se someten a la jurisdicción de los Tribunales Federales, ubicados en la ciudad de Tijuana, Baja California, por lo tanto "EL CONTRATISTA", renuncia al fuero que pudiera corresponderle, en razón de su domicilio presente o futuro o a cualesquier otra jurisdicción distinta.

LEÍDO QUE FUE POR LAS PARTES, Y ENTERADOS DEL CONTENIDO Y ALCANCE DEL PRESENTE CONTRATO, LO FIRMAN POR TRIPLICADO, EN LA CIUDAD DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA A LOS NUEVE DÍAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL DOS MIL VEINTICUATRO.

MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA  
"EL AYUNTAMIENTO"

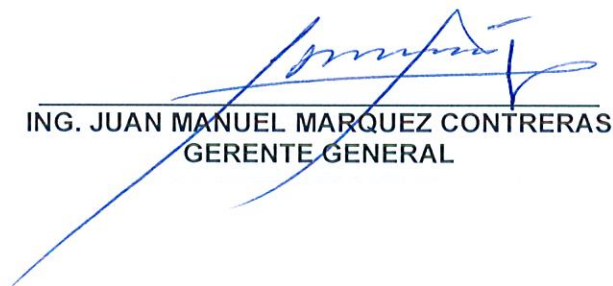


ING. FRAM OCHOA CHÁVEZ  
DIRECTOR DE OBRAS E INFRAESTRUCTURA  
URBANA MUNICIPAL



ARQ. CECILIA PÉREZ RUVALCABA  
SUBDIRECTORA DE NORMATIVIDAD DE LA  
DIRECCIÓN DE OBRAS E INFRAESTRUCTURA  
URBANA MUNICIPAL

"EL CONTRATISTA"  
GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S. DE R.L. DE C.V.



ING. JUAN MANUEL MARQUEZ CONTRERAS  
GERENTE GENERAL

“ANEXOS”

RELACIÓN DOCUMENTARIA DEL ANEXO 1

- LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

RELACIÓN DOCUMENTARIA DEL ANEXO 2

- NORMAS DE CONSTRUCCIÓN
- ESPECIFICACIONES
- PROYECTO
- PRECIOS UNITARIOS
- PROGRAMAS DE EJECUCIÓN DE CANTIDADES Y EROGACIONES
- PRESUPUESTO

RELACIÓN DOCUMENTARIA DEL ANEXO 3

- RELACIÓN Y COSTOS DE MATERIALES

## **NORMAS TÉCNICAS DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN PARA OBRAS DE VIALIDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**

### **3.3.02 CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**

# **NORMAS TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS PARA OBRAS DE VIALIDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**

## ÍNDICE GENERAL

## NORMAS TÉCNICAS DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN PARA OBRAS DE VIALIDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

### 3.3.02 CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

NO. TEMA	T E M A	PÁGINA
	<b>P R Ó L O G O</b>	<b>9</b>
<b>A</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS</b>	<b>11</b>
A.1	Generalidades	11
<b>B</b>	<b>PRELIMINARES DE PROYECTO</b>	<b>27</b>
B.1	Generalidades	27
<b>C</b>	<b>PRELIMINARES DE OBRA</b>	<b>33</b>
C.1	Generalidades	33
<b>D</b>	<b>DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS</b>	<b>35</b>
D.1	Definición	35
D.2	Tipos de señales y dispositivos	35
D.3	Referencias	35
D.4	Materiales	36
D.5	Procedimiento de ejecución	36
D.6	Unidad de medida	36
D.7	Señales y dispositivos para el control vial definitivo	36
<b>E</b>	<b>DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS</b>	<b>38</b>
E.1	Definición	38
E.2	Materiales	38
E.3	Referencias	38
E.4	Procedimiento de ejecución	38
E.5	Unidad de medida	41
<b>F</b>	<b>TERRACERÍAS Y TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</b>	<b>43</b>
F.1	Definición y generalidades	43
F.2	Trazo y nivelación	43
F.3	Desmante	43
F.4	Despalme	44
F.5	Cortes	45
F.6	Acarreos	47
F.7	Tratamiento	48
F.8	Terraplenes	50
F.9	Verificación de la calidad	51

NO. TEMA	T E M A		PÁGINA
	F.10	Bajado y protección de pozos de visita, coladeras pluviales, registros para válvulas y servicios existentes	52
<b>G</b>		<b>ESTABILIZACIONES</b>	<b>54</b>
	G.1	Definición	54
	G.2	Materiales	54
	G.3	Referencias	55
	G.4	Procedimiento de ejecución	56
	G.5	Unidad de medida	60
<b>H</b>		<b>REVESTIMIENTOS</b>	<b>62</b>
	H.1	Definición	62
	H.2	Materiales	62
	H.3	Referencias	63
	H.4	Procedimiento de ejecución	64
	H.5	Unidad de medida	65
<b>I</b>		<b>SUB-BASES Y BASES PARA PAVIMENTOS</b>	<b>67</b>
	I.1	Definición	67
	I.2	Materiales	67
	I.3	Referencias	69
	I.4	Procedimiento de ejecución	70
	I.5	Verificación de la calidad	73
	I.6	Unidad de medida	73
<b>J</b>		<b>MATERIALES ASFÁLTICOS</b>	<b>75</b>
	J.1	Definición	75
	J.2	Materiales	75
	J.3	Referencias	86
	J.4	Transporte y almacenaje	87
	J.5	Consideraciones generales para la aplicación de materiales asfálticos	89
	J.6	Unidad de medida	90
<b>K</b>		<b>RIEGO DE IMPREGNACIÓN</b>	<b>92</b>
	K.1	Definición	92
	K.2	Materiales	92
	K.3	Referencias	92
	K.4	Procedimiento de ejecución	93
	K.5	Unidad de medida	95

<b>NO. TEMA</b>	<b>T E M A</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>L</b>	<b>RIEGO DE LIGA</b>	<b>97</b>
L.1	Definición	97
L.2	Materiales	97
L.3	Referencias	97
L.4	Procedimiento de ejecución	98
L.5	Unidad de medida	100
<b>M</b>	<b>RIEGO DE SELLO</b>	<b>102</b>
M.1	Definición	102
M.2	Materiales	102
M.3	Referencias	102
M.4	Procedimiento de ejecución	104
M.5	Unidad de medida	106
<b>N</b>	<b>MORTEROS ASFÁLTICOS</b>	<b>109</b>
N.1	Definición	109
N.2	Materiales	109
N.3	Referencias	110
N.4	Procedimiento de ejecución	112
N.5	Unidad de medida	113
<b>O</b>	<b>SUPERFICIES DE RODAMIENTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>	<b>116</b>
O.1	Carpetas asfálticas con mezcla elaborada en caliente	116
O.2	Carpetas asfálticas por el sistema de riegos	128
O.3	Carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en frío	136
<b>P</b>	<b>ADITIVOS PARA ASFALTOS</b>	<b>145</b>
P.1	Definición	145
P.2	Materiales	145
P.3	Referencias	145
P.4	Procedimiento de ejecución	145
P.5	Unidad de medida	146
<b>Q</b>	<b>SUPERFICIES DE RODAMIENTO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS Y SEMI-RÍGIDOS</b>	<b>148</b>
Q.1	Superficies de rodamiento para pavimentos rígidos	148
Q.2	Superficies de rodamiento para pavimentos semi-rígidos	176
Q.3	Espesores mínimos para las capas de la estructura de un pavimento	185
Q.4	Relación empírica entre el Módulo de Ruptura y la Resistencia a la Compresión	185

<b>NO. TEMA</b>	<b>T E M A</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>R</b>	<b>ADITIVOS PARA CONCRETO HIDRÁULICO</b>	<b>187</b>
R.1	Definición	187
R.2	Clasificación	187
R.3	Referencias	188
R.4	Procedimiento de ejecución	189
R.5	Unidad de medida	189
<b>S</b>	<b>GUARNICIONES, BANQUETAS Y RENIVELACIONES</b>	<b>191</b>
S.1	Guarniciones y banquetas	191
S.2	Renivelaciones	199
<b>T</b>	<b>OBRAS PLUVIALES</b>	<b>202</b>
T.1	Definición y clasificación	202
T.2	Referencias	202
T.3	Disposiciones generales	202
T.4	Subdrenes	203
T.5	Geodrenes	206
T.6	Capas drenantes	208
T.7	Drenes de penetración transversal o drenes horizontales	210
T.8	Trincheras estabilizadoras	212
T.9	Alcantarillas	213
T.10	Cunetas	219
T.11	Contracunetas	220
T.12	Lavaderos	221
T.13	Bordillos	223
T.14	Vados	224
T.15	Revestimiento de canales	226

## **PRÓLOGO**



## PRÓLOGO

La Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado, con fundamento en la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado, así como la Ley de Obras Públicas, Equipamiento, Suministros y Servicios Relacionados con la Misma; y en congruencia con el Plan Estatal de Desarrollo Urbano y con la finalidad de obtener un ordenamiento urbano acorde a la dinámica de crecimiento de las localidades del Estado, se ha dado a la tarea de elaborar Normas Técnicas para Proyecto y Construcción de Obras de Infraestructura Vial, con el principal objetivo de normar y de facilitar la ejecución de estos trabajos tanto a dependencias públicas como privadas.

Esta publicación denominada “**Normas Técnicas de Construcción de Pavimentos para Obras de Vialidades del Estado de Baja California**” (primera edición) es un paso más en el programa de esta Secretaría, el cual fue elaborado recopilando y adecuando la normatividad que a la fecha se conoce de las diferentes dependencias federales que han manejado directa o indirectamente lo relacionado a la construcción de vialidades, como son actualmente la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Secretaría de Desarrollo Social y antes, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; además ha sido enriquecido con las experiencias de los organismos encargados de la planeación, proyecto, construcción, mantenimiento y operación de las vialidades, tanto internacionales, como municipales y estatales.

Esperamos que el presente trabajo sirva de apoyo a la construcción, mantenimiento y operación de las futuras obras de vialidades.

Queremos agradecer su colaboración y aportación de experiencias, a los organismos responsables de brindar dichos servicios en los diferentes municipios de nuestra entidad, siendo ellos:

**Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología de Ensenada**  
**Dirección de Obras Públicas Municipales de Ensenada**  
**Consejo de Urbanización Municipal de Mexicali**  
**Dirección de Desarrollo y Control Urbano de Mexicali**  
**Dirección de Obras Públicas Municipales de Mexicali**  
**Dirección de Obras Públicas Municipales de Tecate**  
**Dirección de Obras Públicas Municipales de Tijuana**  
**Unidad Municipal de Urbanización de Tijuana**  
**Dirección de Desarrollo Urbano de Playas de Rosarito**  
**Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción Tijuana**  
**Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción Mexicali**

**ING. ARTURO ESPINOZA JARAMILLO**

## **INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS**

## 3.3.02 CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

### A INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS

#### A.1 GENERALIDADES

##### a Contenido

En estas Normas se especifica todo lo necesario para construir pavimentos, que incluyen las terracerías, revestimientos o sub-bases, bases, materiales asfálticos y carpetas asfálticas o, en su caso, sub-bases y losas de concreto hidráulico y aditivos; además de guarniciones y banquetas de concreto hidráulico.

Los materiales, procedimientos de ejecución, equipos y tecnologías que se utilicen para la construcción de pavimentos, deberán cumplir con los requisitos establecidos en las presentes Normas Técnicas y con lo indicado por la Autoridad Correspondiente.

Cualquier propuesta para la modificación de las condiciones aprobadas, deberá ser justificada técnicamente y en caso de proceder, requerirá la aprobación de la Autoridad Correspondiente, de acuerdo con la metodología que se establezca para analizar, evaluar y validar el comportamiento de cada caso en particular. El procedimiento anterior deberá efectuarse para la utilización de nuevos materiales, procedimientos constructivos, equipos y tecnologías.

Para hacer referencia a la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado, Dirección de Obras Públicas Municipales, Paraestatales, etc. se mencionarán únicamente como “AUTORIDAD CORRESPONDIENTE” y cuando se haga referencia a la persona o empresa contratada por la Autoridad Correspondiente para la ejecución de una obra se mencionará como el “CONSTRUCTOR”.

Cada tema tratado en las presentes Normas Técnicas, podrá referirse a los siguientes apartados:

- 1 Definición de términos.
- 2 Referencias.
- 3 Materiales.
- 4 Procedimiento de ejecución.
- 5 Unidad de medida.

**1 Definición de términos.** Con la finalidad de precisar el significado convencional de algunos términos que se emplean en las presentes Normas Técnicas, se establece la definición de los mismos, según las consideraciones siguientes:

- Comprende los términos que pueden tener varias y distintas acepciones en el lenguaje común.
- Comprende las palabras cuyo significado o acepción especial será el que se indica.
- Comprende las palabras de otros idiomas o adaptaciones libres de ellas, que sin equivalencia castellana son términos de uso común en el medio técnico en que se emplean estas normas.
- No se formulan definiciones de aquellos términos cuyo significado o interpretación son suficientemente conocidos.

Para los propósitos de estas Normas, se establece la Definición de Términos siguiente:

**Acabado.** Ultima operación destinada a dar la apariencia final a una obra.

**Acarreo libre.** Transporte del producto de excavación, demolición o desmonte a una distancia fija, cuyo costo se incluye dentro del precio unitario de esas operaciones.

**Acero de refuerzo.** Barras y perfiles de acero que se utilizan para reforzar el concreto, con objeto de que al trabajar conjuntamente puedan resistir mayores esfuerzos.

**Ademe.** Estructura utilizada para contener los empujes del terreno que se originan al realizar una excavación o perforación. Sostenimiento provisional de muros o techos.

**Adhesivo.** Producto químico que se emplea para producir o mejorar la adherencia o unión entre dos cuerpos.

**Afectación.** Daño o pérdida de la propiedad resultante de la ejecución de una obra.

**Afinidad.** Tendencia que tienen los cuerpos a combinarse.

**Aguas abajo.** Dirección o sentido en el que escurre el agua.

**Aguas arriba.** Dirección o sentido contrario al flujo del agua.

**Alcantarilla.** Cualquier estructura debajo de la carretera que proporciona una abertura o cauce libre pero que no cumple con los requisitos para ser clasificada como puente.

**Alcantarillado pluvial.** Conjunto de instalaciones y estructuras construidas para captar, conducir, alejar y disponer finalmente de los escurrimientos pluviales.

**Alcantarillado sanitario.** Conjunto de instalaciones y estructuras construidas para captar, conducir, alejar, tratar y disponer finalmente; los desechos orgánicos y excedentes líquidos de una comunidad.

**Aplanado.** Recubrimiento con mortero para proteger y decorar superficies.

**Asbesto.** Mineral de composición y características semejantes a los del amianto (mineral filamentosos que resiste altamente la acción del fuego), con fibras duras o rígidas que pueden compararse con el cristal hilado.

**Asfaltos modificados.** Son asfaltos a los que se les adicionan materiales hulosos, fibras de celulosa o polímeros, que son sustancias estables en el tiempo y a cambios de temperatura; tales adiciones interactúan con el material asfáltico formando una red elástica dentro del mismo, la cual incrementa la adherencia en la interfase entre el material pétreo y el material asfáltico, conservándola aun en presencia de agua. Esta estructura elástica modifica las propiedades mecánicas, térmicas y de oxidación del asfalto, mejorando sus condiciones iniciales.

**Atraque.** Elemento usado para soportar las fuerzas que se originan sobre tuberías o sus complementos, por cambios de dirección o velocidad del agua.

**Autoridad Correspondiente.** Término que se utiliza para hacer referencia a la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado, Dirección de Obras Públicas Municipales, Paraestatales, etc. Organismos y Dependencias gubernamentales que licitan y contratan obras, servicios y suministros públicos.

**Azolve.** Sedimentación de sólidos en ríos, embalses y conductos, que produce una reducción de su capacidad hidráulica.

**Bacha.** Cantidad de materiales mezclados que en cada ciclo produce una revoladora o una planta mezcladora.

**Banco de almacenamiento.** Sitio de colocación temporal de materiales para su uso posterior.

**Banco de nivel.** Punto fijo establecido convencionalmente con cota definida que sirve como referencia topográfica.

**Banco de préstamo.** Lugar de donde se obtienen materiales de mejores características y condiciones, para sustituir el material de deshecho del sitio de la obra o para compensar los faltantes hasta obtener los niveles de proyecto.

**Banco de tiro.** Lugar donde se disponen los excedentes materiales de una obra.

**Bitácora.** Es el libro de actas, con carácter legal, tamaño carta, de hoja fija, foliada, con renglones y pasta dura, en el cual se anotarás todo lo relativo al seguimiento de la obra contratada.

**Bituminoso.** Que contiene algún material asfáltico.

**Cárcamo.** Depósito colector para extraer y elevar el agua con equipos de bombeo.

**Carpeta asfáltica.** Capa de la estructura del pavimento construida con materiales pétreos seleccionados y un aglutinante asfáltico, que forma la superficie de rodamiento.

**Cementante.** Material aglutinante de origen natural o elaborado.

**Chaflán.** Superficie formada en una esquina por un plano que la corta diagonalmente.

**Cimbra.** Elementos que se utilizan como moldes para darle forma y dimensiones a una estructura.

**Cláusula.** Cada una de las disposiciones de las normas o de un contrato.

**Colado.** Vaciado del concreto fresco en cualquier cantidad, ya sea con o sin cimbra.

**Compactación en el lugar.** Determinación de la densidad de un suelo con base en las características mecánicas e hidráulicas que presenta.

**Concepto de trabajo.** Conjunto de operaciones y materiales que, de acuerdo con las normas y especificaciones respectivas, integran cada una de las partes en que se dividen convencionalmente los estudios y proyectos; la ejecución y equipamiento de las obras, la

puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos con fines de medición y pago.

**Concreto hecho en obra.** Concreto dosificado y mezclado por el Constructor, en forma manual o utilizando equipo mezclador menor, en el sitio en donde se ejecutará la obra.

**Concreto mezclado en planta.** Es el concreto hidráulico que se dosifica y mezcla completamente en un mezclador estacionario (planta de producción) del cual se transporta al sitio de entrega en donde será utilizado.

**Concreto premezclado.** Es el concreto hidráulico cuyos materiales son medidos y regulados en planta dosificadora, directamente en camiones revolvedores, en los cuales se efectúa la mezcla adecuada y el transporte al sitio de entrega para su utilización.

**Constructor.** Término que se utiliza para hacer referencia a la persona, empresa o entidad contratada por la Autoridad Correspondiente para la ejecución de una obra.

**Contracción lineal.** Disminución en una dimensión de la masa de suelo expresada como un porcentaje de la dimensión original, cuando su contenido de humedad se reduce, desde una cantidad igual a la humedad del límite líquido del material hasta el límite de contracción del mismo.

**Contrato.** Convenio por escrito, de carácter legal, entre la Autoridad Correspondiente y el Constructor, donde se establecen las obligaciones respectivas de las partes que intervienen para el desempeño del trabajo prescrito. El contrato incluye todos los documentos y formularios indicados en la convocatoria para licitación, así como también los documentos expedidos subsecuentemente para proveer lo necesario para la terminación del trabajo de acuerdo con lo estipulado.

**Cribar.** Seleccionar los suelos o materiales pétreos para su clasificación con base en los diversos tamaños de las partículas que las componen, mediante la utilización de mallas o tamices.

**Curva de nivel.** Línea que une los puntos que tienen la misma cota o altura.

**Derecho de Vía.** Franja de terreno de anchura variable, cuyas dimensiones fija la Autoridad Correspondiente, que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección, operación y en general para el uso adecuado de una vialidad y sus servicios auxiliares.

**Desagüe.** Obra hidráulica destinada a desalojar las aguas de lluvia, desechos sanitarios o excedentes de riego.

**Desazolve.** Remoción de sedimentos acumulados en una obra.

**Disgregar.** Separar las partículas de los suelos por medios mecánicos.

**Dispositivo.** Mecanismo o elemento con función y uso específicos.

**Escantillón.** Regla o patrón para trazar líneas según las cuales se forman figuras geométricas. Varilla para verificación física de dimensiones o posiciones.

**Escoria.** Es el producto no metálico esencialmente de silicatos y alumino-silicatos de calcio, los cuales se producen simultáneamente con el hierro en los altos hornos y que se origina al enfriar rápidamente en agua, vapor o aire, el material fundido.

**Especificación.** Norma particular y específica que se aplica de manera especial para cada obra, de acuerdo con las necesidades propias de la misma.

**Estimación.** Valuación de los trabajos ejecutados en determinado período, aplicando los precios unitarios de los conceptos de trabajo pactados durante el mismo. Por extensión, el documento en el que se consignan las valuaciones antes mencionadas, para efecto de pago.

**Finiquito.** Estimación final en la cual se ajusta el pago total de los trabajos ejecutados en los términos del contrato.

**Fraguado.** Endurecimiento inicial de un mortero, concreto u otras mezclas con cementante.

**Gavión.** Obra de contención monolítica, continua y flexible que se utiliza para la estabilización de taludes, protección de vialidades y estructuras diversas. Se construyen de mampostería seca armada, generalmente piedra de cantera o canto rodado, confinada en celdas o mallas metálicas de forma regular.

**Golpe de ariete.** Incremento instantáneo de la presión del agua en un conducto cerrado, por la variación brusca del flujo.

**Granulometría.** Distribución de los tamaños de las partículas de un suelo o material pétreo.

**Grumo.** Conjunto de partículas unidas entre sí que pueden dispersarse. Unión artificial de partículas para su decantación en el proceso de tratamiento del agua.

**Hilada.** Serie de ladrillos o bloques que se colocan horizontalmente para formar muros.

**Humedad natural.** Contenido de agua que presenta una muestra de material debidamente protegida para evitar pérdidas, al efectuarse los trabajos de extracción, traslado y pruebas de laboratorio. El valor se obtiene con la relación entre el peso del agua y el peso de los sólidos contenidos en la muestra de suelo, expresada regularmente en porcentaje.

**Humedad óptima.** Es el contenido de agua en una muestra, con la que se genera un valor máximo del peso volumétrico seco, permitiendo la mayor compactación del material.

**Impermeabilizante.** Producto natural o artificial que se emplea como cubierta, para evitar la penetración del agua.

**Índice plástico.** Se define como la diferencia entre los valores del límite líquido y del límite plástico del suelo.

**Infraestructura.** Conjunto de equipamientos y labores terrestres dirigidos a facilitar el transporte por carretera, marítimo, aéreo o ferroviario. Elementos de una construcción que se encuentran bajo el nivel del suelo.

**Límite de contracción.** Contenido de agua con el que el suelo ya no disminuye su volumen al seguirse secando.

**Límite líquido.** Porcentaje de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico.

**Límite plástico.** Porcentaje de humedad con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.

**Lixiviación.** Tratamiento para separar por medio de un disolvente, la parte soluble de un compuesto químico.

**Muestreo.** Metodología que se sigue para la selección y elaboración de los especímenes (muestra representativa) de los distintos materiales, para la verificación de la calidad, antes y después de su utilización.

**Nivel freático.** Elevación de la superficie del agua subterránea en reposo o en movimiento a la presión atmosférica.

**Norma.** Regla conformada por una serie de disposiciones y requisitos generales y condicionantes, que se deben seguir durante la ejecución de la obra, para lograr la calidad requerida fijada en el proyecto.

**Parámetro.** Patrón o modelo que se utiliza como base para la comparación, de acuerdo con su comportamiento constante.

**Pavimento.** Estructura formada por una o varias capas de materiales apropiados comprendido entre el nivel superior de terracerías y la superficie de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, proyectándolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en ellas.

**Pavimento flexible.** Estructura cuya superficie de rodamiento está construida con material pétreo seleccionado y un aglutinante asfáltico.

**Pavimento rígido.** Estructura cuya superficie de rodamiento está construida con concreto hidráulico, con o sin armado de acero de refuerzo.

**Peatón.** Persona caminando o trasladándose a un lugar sin utilizar medio de transporte.

**Peso volumétrico natural.** Densidad específica que presenta un suelo, incluyendo las partículas sólidas, los huecos o poros y el contenido de agua.

**Peso volumétrico seco máximo.** Es el mayor grado de compactación permisible de un material con humedad óptima. Lo anterior se traduce en un mayor valor relativo de soporte, mayor resistencia al corte y mínima variación volumétrica por cambio de humedad.

**Plasticidad.** Capacidad de deformación de los suelos, hasta cierto límite, sin romperse.

**Precio unitario.** Es el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al Constructor por unidad de concepto de trabajo terminado; ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.

**Precolados.** Elementos estructurales de concreto, colados fuera de su sitio definitivo.

**Presforzados.** Elementos estructurales a los que se les somete a un esfuerzo previo a su utilización definitiva.

**Procedimiento de ejecución.** Método constructivo utilizado para una obra.

**Programa de obra.** Calendarización de las actividades que comprenden una obra.

**Proyectista.** Término que se utiliza para hacer referencia a la persona o empresa contratada por la Autoridad Correspondiente para la ejecución de un proyecto específico. Organismo o entidad que se encarga de la ejecución de un proyecto.

**Proyecto.** Conjunto de planos, datos, normas, especificaciones, lineamientos y demás indicaciones, conforme a los cuales debe ejecutarse una obra.

**Prueba.** Procedimientos de laboratorio en las cuales los especímenes de materiales y elementos son sometidos a condiciones extremas de trabajo similares a las reales, para verificar su calidad.

**Puntal.** Elemento colocado de punta que sirve de apoyo o sostén.

**Puzolana.** Material silíceo o silico-aluminoso, que en sí posee poco o ningún valor cementante, pero que finamente molido y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperatura ordinaria, para formar compuestos con propiedades cementantes.

**Registro.** Estructura construida con tapa para examinar, conservar o reparar una instalación oculta o subterránea.

**Rehabilitación.** Acción o conjunto de acciones encaminadas a restituir una obra a su estado original de funcionamiento.

**Reología.** Mecánica de los cuerpos deformables, incluye la elasticidad, viscosidad y fluidez.

**Suelo cemento.** Procedimiento de estabilización que se ejecuta en un suelo, con la adición de cemento Portland. Los suelos arenosos requieren del 7 al 10 por ciento en volumen de cemento, y los suelos arcillosos requieren del 12 al 16 por ciento en volumen de cemento, y aún más, hasta el 18 por ciento, para algunos casos.

**Talud.** Declive del paramento (cara) de un muro, corte, terraplén o del terreno natural.

**Tolerancia.** Rango de variación permisible de una norma o especificación.

**Topografía.** Conjunto de datos físicos obtenidos en campo para la construcción de una obra, tales como niveles, secciones, bancos de nivel, alineamientos, referencias, ejes, etc.

**Tránsito vehicular.** Traslado de personas mediante la utilización de medios de transporte provistos con motor.

**Unidad de medida.** Patrón que se toma como modelo, usado convencionalmente para la cuantificación de conceptos de trabajo, para fines de medición y pago.

**Urbanización.** Conjunto de obras que tiene por objeto mejorar las condiciones de vida, tanto de seguridad como de comodidad de una comunidad: drenaje pluvial, drenaje sanitario, agua potable, pavimentación, alumbrado público, etc.

**Usuario.** Persona que utiliza una obra terminada o que es beneficiada por ésta.

**Valor relativo de soporte.** Índice de resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y de humedad de un suelo.

**Vialidad.** Carretera construida para facilitar el tránsito vehicular y peatonal.

**2 Referencias.** Las referencias a que se hará mención en las presentes Normas, serán de organismos tanto nacionales como extranjeros que manejen y desarrollen normatividad con respecto a los temas tratados. Tales referencias se manejarán únicamente como especificaciones de proyecto, según las necesidades propias del caso y de acuerdo a las indicaciones de la Autoridad Correspondiente; las cuales servirán como patrón para obras similares.

**3 Materiales.** Los materiales que se utilicen en la ejecución de las obras a que se refiere ésta cláusula cumplirán con las presentes Normas, con lo que corresponda de aplicar las Normas de Calidad de los Materiales, las especificaciones de proyecto; así como con las indicaciones que dicte la Autoridad Correspondiente, y que siendo adiciones o modificaciones de las antes citadas, prevalecerán sobre todas.

Los materiales que se utilicen en la ejecución de las obras a que se refiere ésta cláusula, deberán ser oportunamente muestreados y sometidos a las pruebas de laboratorio que se requieran, de acuerdo con lo fijado en estas normas y en las especificaciones que fije el proyecto, las que prevalecerán en lo que corresponda a lo anterior, en caso de que hubiera alguna discrepancia entre ellas; por último, lo que dicte la Autoridad Correspondiente como especificaciones y que, siendo adiciones o modificaciones de las antes citadas, prevalecerán sobre todas.

Será responsabilidad exclusiva del Constructor, la utilización de los bancos de materiales para la ejecución de las obras a que se refiere ésta cláusula; así como de la calidad de los materiales que de ellos se obtengan.

**4 Procedimiento de Ejecución.** Las obras a que se refiere ésta cláusula, se ejecutarán de acuerdo con lo que corresponda aplicar de estas normas; y según la obra de que se trate, con las especificaciones que dicte la Autoridad Correspondiente a condiciones especiales de las mismas y que, modificando o adicionando las normas o las especificaciones del proyecto, prevalecerán a su vez sobre todas.

Serán responsabilidad del Constructor, las obras no ejecutadas de acuerdo con lo indicado en el inciso anterior, así como las consecuencias de las mismas.

El Constructor deberá someter a consideración de la Autoridad Correspondiente previamente a su aplicación y para su aceptación, las modificaciones al procedimiento de construcción que vaya a emplear, así como los diseños de las obras auxiliares, obras falsas, moldes, puentes de maniobras, de protección a terceros y de todo lo que en su caso se requiera, como resultados de la alternativa propuesta. Si la Autoridad Correspondiente, rechaza parcial o totalmente los procedimientos o diseños propuestos, el Constructor se obliga a modificarlos de acuerdo con las indicaciones de la Autoridad Correspondiente, sin que esto sea motivo de variaciones de los precios unitarios.

El Constructor será el único responsable por la mala aplicación de los procedimientos de construcción en todas sus partes y de los diseños complementarios que haya elaborado para la ejecución de la obra, sin que la aceptación de unos u otros por la Autoridad Correspondiente signifique en modo alguno, la liberación de su responsabilidad.

Aún cuando el pago de la obra se haga por unidad de obra terminada, será necesario que el Constructor someta a consideración de la Autoridad Correspondiente para su aceptación, los procedimientos de construcción que vaya a emplear, el equipo o los diseños auxiliares, obras falsas, moldes, puentes de maniobras, de protección a terceros y todo lo que se requiera para la correcta ejecución de la obra, como se indica en lo que corresponde a esta fracción, ya que el Constructor será el único responsable por la mala ejecución tanto de la obra como de los diseños complementarios que haya elaborado para la misma, del manejo del equipo elegido y los daños que ocasione.

La calidad, las dimensiones, las tolerancias y los acabados de las obras o de sus partes se sujetarán a lo siguiente: lo que corresponda de estas Normas y las especificaciones que fije el proyecto, las que prevalecerán sobre lo indicado en las Normas, en lo que corresponda, en caso de discrepancia; por último, las especificaciones que dicte la Autoridad Correspondiente debido a condiciones especiales de las obras y que, modificando o adicionando las Normas o las Especificaciones del Proyecto, prevalecerán a su vez sobre todas. La correcta ejecución y buena presentación son requisitos indispensables para que la Autoridad Correspondiente acepte los trabajos; la limpieza general de la misma y de la zona adyacente de trabajo, forma parte de la correcta ejecución de los trabajos contratados.

- 5 Unidad de Medida.** Solamente se medirán trabajos que hayan sido ejecutados correctamente de acuerdo con lo que se indica en las cláusulas anteriores de esta parte. Cuando algún trabajo no cumpla con lo indicado en la fracción antes mencionada, el Constructor está obligado a rehacerlo, de manera que satisfaga lo que corresponda de dicha fracción, para que sea medido; no se medirá lo mal ejecutado, ni lo que tenga que realizar para corregir o demoler lo ejecutado deficientemente, cuándo y cómo se requiera.

La Autoridad Correspondiente medirá, en la forma que proceda, según el caso, los daños que en las obras causen fenómenos naturales no previsibles, cuando dichas obras se ejecuten dentro de los plazos marcados en el programa autorizado por la misma.

El resultado de la medición de los trabajos a que se refiere esta parte, empleando las unidades que en cada caso se indican en las fracciones de medición respectivas, se aproximará como sigue:

- En el metro cúbico para medición de excavaciones, rellenos y para excavación de canales; a una (1) decimal.
- En el kilogramo y en litro; a la unidad.

- En las distancias para la medición de acarreos; el kilómetro.
- En las piezas, lotes y plantas; a la unidad.
- En las horas, al centésimo; es decir con dos (2) decimales.
- En todas las demás unidades no incluidas en los puntos anteriores; a una (1) decimal.

Para aproximar a la unidad o a la decimal, indicadas en los incisos anteriores de esta parte, se redondeará a la unidad o decimal superior, cuando en el resultado de la medición figuren fracciones mayores de cinco décimos (0.5) y cinco centésimos (0.05) o menores respectivamente, según sea el caso, con excepción de las distancias en metros en los acarreos de párrafos anteriores de este capítulo, en los que se redondearán las fracciones, cualesquiera que sean, a la unidad superior.

El pago de los conceptos a que se refiere esta parte, se aplicará a los trabajos medidos de acuerdo con lo indicado en las cláusulas anteriores de este libro. Los conceptos que no sean objeto de medición no estarán sujetos a pago por separado, pues se considera que sus importes ya se han distribuido proporcionalmente; o como corresponda; en los diversos precios unitarios del contrato.

En los precios unitarios de los conceptos a que se refiere esta parte, queda incluido y no se medirá lo referente a los trabajos de conservación de las obras hasta su recepción por parte de la Autoridad Correspondiente, ni la limpieza general de la obra y zona adyacente de trabajo, que ejecute el Constructor de acuerdo con las indicaciones de la misma.

Cuando el pago de las obras contratadas, se haga por unidad de obra terminada, además de lo indicado en incisos anteriores de esta parte; los precios unitarios incluirán lo correspondiente por: construcción y conservación de las desviaciones necesarias; protección al tránsito mediante dispositivos y señalización que se requieran, conforme a lo especificado en los proyectos o a las instrucciones de la Autoridad Correspondiente.

Cuando la Autoridad Correspondiente proporcione materiales, servicios o equipo al Constructor, el importe correspondiente que fije la misma, se descontará de las estimaciones o de la liquidación, cuando los precios unitarios se hayan estudiado sin tomar en cuenta dicha circunstancia.

Será responsabilidad del Constructor la ubicación de los bancos para la extracción de materiales pétreos. Las fuentes para el abastecimiento de agua y los sitios que señalen para depositar materiales de desperdicio, para todos los trabajos referentes a esta parte, deberán ser aprobados por la Autoridad Correspondiente. En el caso de que la Autoridad Correspondiente acepte algún banco, abastecimiento o sitio de desperdicio propuesto por el Constructor para sustituir a los originalmente fijados, el Constructor hará todos los arreglos necesarios para su explotación o utilización y absorberá las regalías, cargos, indemnizaciones, y demás gravámenes correspondientes al nuevo banco o sitio de desperdicio, sin que ello signifique modificación a los precios unitarios de los materiales del préstamo original o de los volúmenes de excavaciones que se desperdicien.

Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada, los bancos para la extracción de materiales pétreos y agua serán seleccionados por el Constructor y aceptados por la Autoridad Correspondiente. El Constructor hará todos los arreglos necesarios para su explotación y considerará en los precios unitarios respectivos, lo correspondiente por regalías, cargos, indemnizaciones o cualquier otro gasto que resulte de su explotación. Los cambios de bancos no significarán modificación a los precios unitarios.

A continuación se mencionarán brevemente las etapas más importantes que intervienen durante el proceso de construcción de un pavimento, tratando los apartados a los se hará referencia en cada tema correspondiente. Posteriormente, en cada capítulo se desarrollará en forma amplia y completa cada una de las etapas.

## 1 Definiciones

- **Pavimento.** Es la estructura formada por una o varias capas de materiales apropiados comprendido entre el nivel superior de terracerías y la superficie de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, proyectándolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en ellas.
- **Terracerías.** Las terracerías de una obra vial comprenden todos los trabajos necesarios para formar la primera capa de la estructura del pavimento hasta la sub-rasante.
- **Revestimientos.** Capas de materiales pétreos seleccionados que se tienden sobre las terracerías, a fin de servir como superficie de rodamiento.
- **Sub-bases y Bases.** Capas sucesivas de materiales pétreos seleccionados que se construyen sobre la sub-rasante y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales.
- **Materiales Asfálticos.** Materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos, semisólidos o líquidos, que se utilizan en estabilizaciones, en riegos de impregnación, de liga y de sello, en construcción de carpetas y en la elaboración de mezclas y morteros.
- **Pavimentos de Concreto Asfáltico.** La superficie de rodamiento se construye mediante el tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente, en una planta estacionaria utilizando cementos asfálticos.
- **Aditivos para Asfalto.** Son los materiales que mejoran la adherencia entre el agregado pétreo y los materiales asfálticos.
- **Pavimentos de Concreto Hidráulico.** La superficie de rodamiento se construye mediante losas de concreto hidráulico, con o sin acero de refuerzo, cuya función es soportar y transmitir las cargas que actúan sobre ellas.
- **Guarniciones.** Elementos parcialmente enterrados que se emplean para conducir los escurrimientos superficiales, para limitar las banquetas, franjas separadoras centrales, camellones o isletas y para delinear la orilla del pavimento.
- **Banquetas.** Franjas o zonas destinadas al tránsito de peatones en puentes y vialidades urbanas, para su comodidad y protección.

## 2 Referencias

Los temas antes mencionados tienen relación con el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California y el con libro de Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California; así

mismo, se relacionan con las Normas y Manuales de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

En cada tema tratado, se hará referencia a normas y especificaciones vigentes con las cuales tienen relación; en este caso se indicará con las iniciales del organismo normativo, seguido del número de la regla correspondiente. Estas normas y especificaciones se encuentran disponibles, según sea el caso, en las páginas electrónicas y en las publicaciones bibliográficas de los organismos normativos referenciados, los cuales se enlistan a continuación:

**AASHTO.** American Association of State Highway and Transportation Officials, o sea Asociación Americana de Oficiales de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.

**ACI.** American Concrete Institute, o sea Instituto Americano del Concreto.

**AI.** Asphalt Institute, o sea Instituto del Asfalto.

**AISC.** American Institute of Steel Construction, o sea Instituto Americano para Construcción en Acero.

**ANSI.** American National Standards Institute, o sea Instituto Nacional Americano de Estándares.

**API.** American Petroleum Institute, o sea Instituto Americano del Petróleo.

**ASTM.** American Society for Testing and Materials, Standards in Building Codes, o sea Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.

**AWWA.** American Water Works Association, Asociación Americana para Instalación de Abastecimiento de agua.

**BOCA.** Building Officials and Code Administrators International, Inc., National Building Code, o sea Agencia de Oficiales Administradores de Códigos.

**CNA.** Especificaciones Generales de Construcción de la Comisión Nacional del Agua.

**NOM y NMX.** Norma Oficial Mexicana y Norma Mexicana, respectivamente.

**Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.**

**Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.**

**PCA.** Portland Cement Association, o sea Asociación del Cemento Portland.

**SCT.** Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**SSPWC.** Standard Specifications for Public Works Construction (Greenbook), o sea Especificaciones Estándar para Trabajos Públicos de Construcción.

**UBC.** Uniform Building Code, Código Uniforme de Edificación.

### 3 Materiales

- **Terracerías.** Son los materiales que provienen de la corteza terrestre, ya sea que se extraigan de cortes o préstamos y que se utilizan en la construcción de terraplenes o rellenos, los cuales se pueden emplear solos, mezclados o estabilizados con otros materiales naturales o elaborados, en tal forma que reúnan características adecuadas para su uso.
- **Revestimiento.** Los materiales seleccionados serán de los siguientes tipos: materiales que no requieren tratamiento, poco o nada cohesivos (limos, arenas y gravas), materiales que requieren ser disgregados por ser cohesivos (tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas alteradas), materiales que requieren ser cribados, poco o nada cohesivos (mezclas de gravas, arenas y limos) y materiales que requieren

ser triturados parcialmente y cribados poco o nada cohesivos (mezclas de gravas, arenas y limos).

- **Sub-base y Base.** Los materiales seleccionados deben ser de los siguientes tipos: materiales que no requieren tratamiento, materiales que requieren ser disgregados, materiales que requieren ser cribados, materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados y materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados.
- **Material Pétreo para Sellos.** Materiales pétreos seleccionados de acuerdo con su granulometría, ya sean triturados o cribados, según la aplicación en la que se pretenden utilizar.
- **Materiales Asfálticos.** Los materiales asfálticos que pueden aplicarse son los siguientes: cementos asfálticos, asfaltos rebajados (fraguado rápido, medio o lento), emulsiones asfálticas y asfaltos modificados (estos últimos en etapa de prueba).
- **Pavimentos de Concreto Asfáltico.** La mezcla asfáltica con la cual se construirá la superficie de rodamiento, estará constituida por materiales seleccionados según los requerimientos del proyecto. El material pétreo que se emplee deberá ser de los siguientes tipos: 1) Materiales naturales que requieren uno o varios de los tratamientos indicados a continuación: disgregación, cribado, trituración y lavado; y 2) Mezclas de dos o más materiales del grupo anterior. Una vez seleccionados los materiales pétreos por utilizar, de acuerdo a las características propias del proyecto; se incorporará el material asfáltico con la dosificación y condiciones requeridas.
- **Aditivos.** Los aditivos y sus concentraciones que se empleen; estarán condicionados al resultado obtenido en las pruebas de afinidad del agregado pétreo con los materiales asfálticos.
- **Pavimentos de Losas de Concreto Hidráulico.** Los materiales seleccionados para la superficie de rodamiento serán de los siguientes tipos: Cemento Portland, cemento Portland puzolánico, cemento Portland de escorias y cemento de escorias, agregado fino, agregado grueso, agua, aditivos, acero, accesorios para juntas y materiales para el relleno de juntas.
- **Guarniciones y Banquetas.** Se construirán con concreto hidráulico y de acuerdo con las especificaciones establecidas en el proyecto y las indicaciones de la Autoridad Correspondiente.

#### 4 Procedimiento de Ejecución

- **Terracerías.** Los materiales que se utilicen en la capa de sub-rasante deberán cumplir con las características fijadas por el proyecto o la Autoridad Correspondiente. Cuando se trate de una terracería ya existente y su capa sub-rasante no reúna las características adecuadas, deberá dársele el tratamiento que indique el proyecto y/o la Autoridad Correspondiente, para ponerla dentro de las especificaciones, o bien si esto no es posible, se construirá una nueva capa sub-rasante, ya sea sobre la anterior, o bien, después de rebajar ésta en el espesor necesario, si hay necesidad de respetar un determinado nivel de la sub-rasante. En algunos casos y a juicio de la Autoridad Correspondiente, podrán emplearse en la construcción de la capa de sub-rasante, materiales estabilizados con cal, cemento Portland, materiales puzolánicos o

materiales asfálticos, siendo necesario, para esto, hacer los estudios y proyectos correspondientes.

- **Revestimiento.** La construcción del revestimiento se iniciará cuando las terracerías estén terminadas y aprobadas por la Autoridad Correspondiente. La Autoridad Correspondiente aprobará previamente los materiales y el equipo adecuado que se utilizará durante la ejecución de los trabajos correspondientes a la homogeneización, incorporación de humedad, tendido y compactado.
- **Sub-base y Base.** La construcción de la sub-base o de la base se iniciará cuando las terracerías o la sub-base, según sea el caso, estén terminadas y aprobadas por la Autoridad Correspondiente. La Autoridad Correspondiente aprobará previamente los materiales y el equipo adecuado que se utilizará durante la ejecución de los trabajos correspondientes a la homogeneización, incorporación de humedad, tendido y compactado. La sub-base o base deberán cumplir con la calidad y niveles establecidos en el proyecto y deberá ser aprobada y verificada por la Autoridad Correspondiente para la continuación de los trabajos siguientes.
- **Riego de Impregnación y Riego de Liga.** Los riegos de materiales asfálticos se darán de preferencia por medio de petrolizadoras aprobadas por la Autoridad Correspondiente, dotadas del equipo de calentamiento que se requiera, bomba de presión, barra de riego con espreas regulables, tacómetro, aditamento de medición de volúmenes, termómetro y todo lo necesario para su correcta operación. La utilización de cualquier otro equipo dependerá de la aprobación de la Autoridad Correspondiente. El **riego de impregnación** deberá efectuarse previa revisión y aprobación de la base por parte de la Autoridad Correspondiente y se utilizarán asfaltos rebajados o emulsiones, del tipo y proporción que fije el proyecto y/o ordene la Autoridad Correspondiente. Para el **riego de liga** se utilizarán cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones, del tipo y proporción fijado en el proyecto y/o ordenado por la Autoridad Correspondiente.
- **Riego de Sello.** Antes de proceder a la construcción de carpetas asfálticas por el **sistema de riegos o al riego de sello para el mantenimiento de vialidades**, la superficie por tratar deberá estar seca y ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo. En todos los casos, el Constructor deberá recabar previamente la aprobación de la Autoridad Correspondiente para el equipo que pretenda usar. El Constructor deberá tener el equipo de esparcidores mecánicos en buenas condiciones y el material pétreo suficiente para cubrir de inmediato, el riego de material asfáltico, para evitar daños y contaminación del mismo. No deberán regarse con material asfáltico tramos mayores de los que puedan ser cubiertos de inmediato con material pétreo. Al hacerse la aplicación del material asfáltico, deberá tenerse especial cuidado para evitar que haya traslape con un riego anterior, en cuyo caso deberá retirarse el exceso del mismo.
- **Pavimentos de Concreto Asfáltico.** En la elaboración de concretos asfálticos, se emplearán exclusivamente cementos asfálticos. El tamaño máximo del agregado pétreo será el fijado por el proyecto. Cuando se requiera un aditivo para los materiales asfálticos, éste será fijado por el proyecto u ordenado por la Autoridad Correspondiente. Antes de proceder a la construcción de la carpeta, la base debe estar debidamente preparada e impregnada, barrida y libre de polvo; y se aplicará en la superficie un riego de liga. En todos los casos de carpetas asfálticas, el Constructor deberá recabar la aprobación de la mezcla por utilizar de la Autoridad Correspondiente, así como del equipo que pretenda usar para el tendido y construcción de la misma. La temperatura

de la mezcla al salir de la planta deberá estar comprendida entre los 120 y 150 grados centígrados y al momento de tenderse deberá tener una temperatura mínima de 110 grados centígrados. Cuando se inicie el acomodo de la mezcla por compactación con rodillo metálico liso, la temperatura que deberá tener será entre los 100 y 110 grados centígrados, la compactación final con compactadores neumáticos se iniciará como mínimo a los 85 grados centígrados y en general, el proceso deberá terminar a una temperatura mínima de 65 grados centígrados.

- **Aditivos.** Se aplicarán directamente a los materiales asfálticos, antes de mezclarlos con el agregado pétreo; ya sea en la petrolizadora o en los tanques de almacenamiento de la planta mezcladora, según sea el caso.
- **Pavimentos de Losas de Concreto Hidráulico.** La sub-base sobre la que se construyen las losas de concreto hidráulico, deberán llenar los requisitos fijados en el proyecto. Deberá aplicársele un riego de impregnación con asfalto rebajado o con emulsión asfáltica, según indique el proyecto. Las losas tendrán las características fijadas en el proyecto, tanto por lo que hace a sus dimensiones, juntas longitudinales y transversales, así como todas las condiciones propias de este tipo de obra, como a la calidad del concreto con que se elaboren.
- **Guarniciones y Banquetas.** Las dimensiones, características y secciones de las mismas, así como el material y espesor de la superficie de desplante, estarán fijadas en el proyecto. La cimbra deberá estar en perfectas condiciones, limpia, alineada y nivelada. El nivel de la banqueteta, en su extremo colindante, coincidirá con el de la guarnición. Cuando no se construyan banquetetas, el respaldo de la guarnición deberá protegerse con material excedente.

## 5 Unidad de Medida

- Las Unidades de Medida para cada una de las etapas o actividades que intervienen en la construcción de pavimentos, serán enunciadas en el desarrollo de cada tema respectivo en las presentes Normas Técnicas de Construcción. La unidad de medida para cada concepto será establecida en el presupuesto de obra correspondiente y será la base para el pago de los mismos, según lo estipulado contractualmente.

## **PRELIMINARES DE PROYECTO**

## **B PRELIMINARES DE PROYECTO**

### **B.1 GENERALIDADES**

La elaboración de un proyecto de obras de infraestructura urbana, comprende todas las actividades que permitan obtener los planos y documentos completos, para evaluar y construir una obra determinada, de acuerdo con los alcances del contrato.

El proyecto de obras de infraestructura urbana, comprende sin limitar, los siguientes conceptos:

- a** Información preliminar.
- b** Estudios de campo.
- c** Proyecto.

#### **a Información preliminar**

Comprende la información existente relativa a la zona de proyecto, sin ser limitativa, referente a:

- 1 Instalaciones existentes.
- 2 Planos catastrales.
- 3 Usos del suelo de acuerdo con plan regulador.
- 4 Proyectos de vialidades e instalaciones.
- 5 Fotografía aérea.
- 6 Concesiones.

#### **b Estudios de campo**

Los estudios de campo para proyecto de obras de infraestructura urbana, consisten principalmente en:

- 1 Levantamiento topográfico y de instalaciones existentes.
- 2 Estudio de mecánica de suelos.

##### **1 Levantamiento topográfico y de instalaciones existentes**

El Proyectista realizará el levantamiento topográfico tomando como base los bancos de nivel y ejes de coordenadas indicadas por la Autoridad Correspondiente.

El levantamiento topográfico se llevará a cabo en toda la zona de proyecto y comprende, sin ser limitativos, los siguientes conceptos.

- Trazo de ejes de apoyo, con referencias a cada 500 m máximo, con distancias y ángulos.
- Levantamiento de vialidades existentes en la zona de proyecto o que incidan en ella, con detalles de intersecciones, cruces y accesos.

- Trazo, perfil y secciones para obtener curvas de nivel del terreno, indicando además ubicación y elevación de instalaciones existentes y de puntos relevantes del terreno. En estudios topográficos para proyecto de vialidades se definirá el perfil del terreno natural a lo largo del eje o ejes de trazo, a cada 20 m, así como puntos intermedios relevantes y se obtendrán secciones transversales a lo largo del eje o ejes de trazo a cada 20 m, en una franja de hasta 60 m, en ambos lados del Derecho de Vía.
- Colocación de mojoneras, referencias y bancos de nivel.
- Levantamiento de instalaciones existentes, indicando ubicación, elevación, características geométricas y físicas, estado de conservación de toda instalación aérea, superficial y subterránea existentes en la zona de proyecto, incluyendo, sin limitar, las siguientes:
  - Pavimentos, guarniciones y banquetas.
  - Tuberías, instalaciones y estructuras para agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.
  - Instalaciones para energía eléctrica.
  - Instalaciones para comunicaciones.
  - Instalaciones para combustibles (gasoductos, oleoductos, etc.).
  - Límites de propiedad, cercos y bardas.
  - Edificaciones.
  - Árboles, jardineras y en general, áreas verdes.
  - Drenes y canales.
  - Muros de contención.
  - Zonas protegidas.
  - Áreas y elementos no registrados o identificados de importancia general, que representen valor e interés para la comunidad.

En instalaciones subterráneas, los datos de las tuberías para alcantarillado sanitario y pluvial se tomarán en los pozos de visita, en la rasante hidráulica y al nivel de la tapa.

En las instalaciones para agua potable, las tuberías se localizarán por medio de sondeos en cada cruce de vialidades o a cada 150 m máximo. Las válvulas se localizarán por sondeos, de acuerdo con los datos y procedimientos proporcionados por el Organismo Operador responsable.

Los sondeos para localizar instalaciones subterráneas para energía eléctrica, comunicaciones, combustibles, y en general, toda instalación especial, se llevarán a cabo únicamente con autorización y presencia del Organismo Operador, de acuerdo con las especificaciones que éste indique.

En caso de instalaciones para agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, electricidad, comunicaciones, combustibles, etc., el Proyectista solicitará al Organismo Operador responsable, el dictamen de estado de conservación, verificando además proyectos a futuro.

Una vez terminado el levantamiento topográfico y de instalaciones existentes, el Proyectista presentará a la Autoridad Correspondiente para su revisión, la memoria descriptiva de la zona, información con alcances de contrato, planos y fotografías.

El Proyectista entregará en campo a la Autoridad Correspondiente, los bancos de nivel y referencias.

La Autoridad Correspondiente revisará que los datos indicados en la memoria descriptiva, información topográfica y planos, correspondan a los existentes en campo.



**Figura B.1** Levantamiento topográfico.

## 2 Estudio de Mecánica de suelos

El Proyectista realizará los sondeos, obtención de muestras y pruebas, mediante un laboratorio aprobado por la Autoridad Correspondiente y registrado en el Padrón de Contratistas y Proveedores del Estado, siempre que no contravenga la legislación vigente aplicable.

Las cantidades y clases de sondeos, obtención de muestras y pruebas a realizar, serán como mínimo las indicadas en el contrato, pudiendo modificarse a criterio de la Autoridad Correspondiente, debido a condiciones específicas de campo.

La ubicación y profundidad de los sondeos para el estudio de mecánica de suelos, serán autorizadas y verificadas en campo por la Autoridad Correspondiente.

Al terminar el estudio de mecánica de suelos, el Proyectista presentará a la Autoridad Correspondiente para su revisión, la memoria técnica, incluyendo ubicación de sondeos, perfil estratigráfico de cada sondeo con datos de cada estrato, el resultado de las pruebas de laboratorio de muestras obtenidas en el lugar y recomendaciones para diseño, excavaciones y empuje de tierra en muros de contención.

La Autoridad Correspondiente revisará que el estudio incluya todos los conceptos indicados en los alcances del contrato.

Para fines de diseño de pavimentos se requieren, sin ser limitativas, las siguientes pruebas de laboratorio, las cuales serán efectuadas en el suelo existente:

- Granulometría
- Límite líquido
- Índice plástico
- Contracción lineal
- Peso volumétrico natural
- Peso volumétrico seco máximo

- Humedad óptima
- Humedad natural
- Compactación en el lugar
- Valor relativo de soporte

La prueba para la determinación del valor relativo de soporte (VRS) Porter Modificado, o la que determine la Autoridad Correspondiente de acuerdo con los requerimientos particulares de la zona en estudio, se utilizará en el diseño o revisión de espesores de pavimentos. La prueba para la determinación del VRS Porter Estándar, tendrá su aplicación en la aceptación o rechazo de un material, durante la ejecución de las etapas constructivas que integran la obra.

Para fines de diseño estructural de puentes, el estudio de mecánica de suelos contendrá como mínimo y sin ser limitativos, los siguientes conceptos:

- Alcance. Suelo, subsuelo y materiales de bancos.
- Descripción del tipo de trabajo de campo. Exploración y muestreo.
- Descripción del tipo de trabajos de laboratorio y métodos para definir las propiedades y características.
- Descripción general geológica de la zona.
- Descripción general tectónica de la zona.
- Descripción general hidráulica de la zona, superficial y subterránea.
- Descripción de las características generales del suelo superficial y del subsuelo, estratigrafía y propiedades (capas, clasificación, límites, contenido de humedad, densidad de sólidos, etc.) granulometría, parámetros mecánicos para proyecto (clasificación, ángulo de fricción interna, pesos volumétricos, cohesión, coeficiente de empuje activo y pasivo, resistencia o capacidad de carga, hundimientos probables, etc.
- Evaluación, conclusiones y recomendaciones.
- Proyectos geotécnicos respecto a cimentaciones, estabilización o mejoramiento de materiales.



**Figura B.2** Estudios de campo para la mecánica de suelos.

**c Proyecto**

Los proyectos para obras de infraestructura urbana, están formados por proyectos parciales interrelacionados, por lo que deben ser acordes en todas sus partes.

Cada parte del proyecto deberá realizarse de acuerdo con los alcances del contrato y las normas de diseño y especificaciones de construcción respectivas.

El proyecto debe incluir de una manera general y sin ser limitativos, los siguientes conceptos:

- 1 Memorias de diseño.
- 2 Planos.
- 3 Especificaciones.
- 4 Volúmenes de obra con números generadores.

Las memorias de diseño, planos y especificaciones, deberán desarrollarse de acuerdo con los alcances del contrato y las normas del Organismo Operador responsable que autorizará el proyecto correspondiente.

El Projectista presentará a la Autoridad Correspondiente para su revisión, las alternativas de anteproyecto. Las modificaciones generadas deberán ser ejecutadas por el Projectista. La alternativa final autorizada por la Autoridad Correspondiente, será considerada como proyecto base para elaborar el proyecto ejecutivo.

Los proyectos de infraestructura deberán incluir, como mínimo, los alcances y/o conceptos establecidos en las Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

En los proyectos parciales que requieran autorización de organismos operadores con injerencia por ser de su jurisdicción, en primera instancia, el Projectista presentará a la Autoridad Correspondiente, la memoria técnica y planos para la revisión preliminar y una vez autorizados por ésta, los presentará al Organismo Operador responsable para su autorización final.

## **PRELIMINARES DE OBRA**

## **C PRELIMINARES DE OBRA**

### **C.1 GENERALIDADES**

Preliminares de obra, corresponde a la recopilación de toda aquella información y datos que marcarán los parámetros y lineamientos a seguir, antes y durante la ejecución de la misma.

Para el flujo y obtención de esa información, se tendrán dos coordinaciones:

#### **a COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS**

La Autoridad Correspondiente se coordinará con todos los organismos y dependencias que proporcionan servicios de infraestructura, los relacionados con la ejecución de obras y con los responsables de las vialidades y del tránsito vehicular; para así, obtener la información necesaria referente a instalaciones existentes y obras futuras dentro del área de construcción. Así mismo, establecerá una estrecha comunicación y un procedimiento para la retroalimentación, proporcionando la información referente a la obra que se pretenda realizar indicando sus límites y alcances.

#### **b COORDINACIÓN CON EL CONSTRUCTOR**

La comunicación de la Autoridad Correspondiente con el Constructor, deberá efectuarse con la finalidad de establecer toda la información necesaria y los preparativos requeridos para el inicio de la obra.

- 1 Proyecto. La Autoridad Correspondiente entregará al Constructor el proyecto ejecutivo completo, así como todas las especificaciones e indicaciones complementarias requeridas. Dicha información deberá ser analizada en forma conjunta.
- 2 Topografía. La Autoridad Correspondiente entregará físicamente al Constructor, los datos de campo del proyecto, tales como: bancos de nivel, referencias, ejes de apoyo y ejes de coordenadas. Toda referencia deberá ser conservada por el Constructor y éste colocará nuevos bancos y referencias de acuerdo a las necesidades de la obra.
- 3 Sondeo de líneas existentes. El Constructor realizará sondeos en la cantidad fijada, para obtener una información de las condiciones de las líneas existentes, tales como estado de las instalaciones, niveles y grado de compactación de los rellenos.
- 4 El Constructor realizará los trabajos de bajado de brocales de los pozos de visita, registros y servicios existentes, de acuerdo a los niveles de proyecto, protegiéndolos para evitar su azolve ó maltrato al ejecutar trabajos sobre ellos.
- 5 La Autoridad Correspondiente proporcionará al Constructor, la ubicación del banco de tiro del material sobrante, indicando la distancia (kilometraje) a la cuál se encuentra. Asimismo deberá autorizar al Constructor los probables bancos de suministro para materiales pétreos y/o de relleno que se requieran en la obra, con base en la información referente a la calidad de los mismos
- 6 El Constructor deberá contar con el señalamiento para protección de obra requerido, según lo fijado por el proyecto o por la Autoridad Correspondiente.

Una vez que se hayan efectuado las coordinaciones anteriores y se cuente con toda la información requerida y necesaria, se estará en condiciones de iniciar con los trabajos de construcción de la obra en cuestión.

## **DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS**

## D DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS

### D.1 DEFINICIÓN

Se entenderá por señalización para protección en obras, todos aquellos dispositivos cuya función sea la de proteger, controlar y guiar el tránsito de vehículos y/o peatones, a través de rutas viales en proceso de construcción o conservación, separando el área de trabajo del área de tránsito.

### D.2 TIPOS DE SEÑALES Y DISPOSITIVOS

De acuerdo a su función, los dispositivos usados en la señalización transitoria para protección en las obras de construcción y mantenimiento de vialidades, se clasifican en:

- a *Señales preventivas.* Su función es la de advertir anticipadamente al usuario de la ruta vial, de la existencia de condiciones potencialmente peligrosas, por obra en construcción o trabajos de mantenimiento.
- b *Señales restrictivas.* Su función es la de dar a conocer la existencia de limitaciones y prohibiciones dentro de la zona de construcción y/o mantenimiento.
- c *Señales informativas.* Su función es la de comunicar situaciones de relevancia y guiar al usuario antes y a través de la zona de construcción y/o mantenimiento.
- d *Dispositivos canalizadores.* Comprenden las barreras, conos, indicadores de alineamiento, marcas y rayas en el pavimento, dispositivos luminosos, barricadas verticales, tambos o tibores, banderines de perímetro, cintas de precaución y los indicadores preventivos de alineamiento en curva.
- e *Dispositivos manuales.* Banderas, lámparas de mano y señal de alto portátil.
- f *Equipo individual de protección.* Casco, chalecos luminosos, calzado reforzado, etc.

### D.3 REFERENCIAS

Las señales y dispositivos para la protección en obras de construcción y/o mantenimiento, se regirán por los lineamientos establecidos en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California, las Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California, así como con la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S.C.T.

Asimismo, junto con las señales y dispositivos para el control vial definitivo, se relacionan con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NMX – J – 425 / 01. Sistemas de señalización luminosa para tránsito urbano parte 1: Semáforos.
- NMX – J – 425 / 02. Sistemas de señalización luminosa para tránsito urbano parte 2: Unidad de control.
- NMX – U – 020. Determinación de la resistencia a la abrasión de las pinturas para señalamiento de tránsito.

#### **D.4 MATERIALES**

Las señales y dispositivos para protección en obras se utilizan para guiar al tránsito en zonas de construcción o de mantenimiento que impliquen riesgo. Estos dispositivos serán del tipo, características y de los materiales indicados en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California y en las Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

#### **D.5 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

El proyecto y/o la Autoridad Correspondiente fijarán la relación de señales mínimas necesarias en número, tipo, ubicación, dimensiones, materiales y acabados; con cargo a la obra; las cuales el Constructor deberá proporcionar, instalar, proteger y restituir según lo fijado.

El tiempo durante el cual hay que señalar una obra es variable. Se instalarán las señales y dispositivos con anterioridad al inicio de la obra y deberán ser cubiertos para evitar confusiones. Las señales y dispositivos deberán descubrirse y ponerse en operación una vez que se inicien los trabajos correspondientes. La colocación y el espaciamiento deberán proporcionar una perfecta visibilidad; para que permitan informar, prevenir y guiar al usuario de la vía pública con seguridad por el área de trabajo.

Las señales y dispositivos que sean dañados o extraviados, se repondrán de inmediato y deberán retirarse aquellas señales que por el avance de la obra queden fuera de uso. La totalidad de los mismos deberá retirarse al concluir la ejecución de los trabajos o el motivo que originó su utilización.

El Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California y las Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California, establecen la base o el mínimo aplicable de señales y dispositivos para protección en obras y por consiguiente, el mínimo aplicable para el control vial definitivo. Sin embargo, cada obra por ejecutar deberá ser analizada y la Autoridad Correspondiente indicará el complemento y los ajustes necesarios, de acuerdo a las condiciones particulares. Cualquier arreglo para la aplicación de los dispositivos para protección de obras en construcción o mantenimiento, deberá ser autorizado por la Autoridad Correspondiente de acuerdo con las necesidades específicas de cada zona de trabajo.

#### **D.6 UNIDAD DE MEDIDA**

La unidad de medida, para todo tipo de señal y dispositivo para protección en la obra, será por pieza, según lo fijado por el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente.

#### **D.7 SEÑALES Y DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL VIAL DEFINITIVO**

Una vez terminadas las obras de urbanización de la vialidad, se procederá con la instalación de las señales y dispositivos para el control vial definitivo, tanto vertical como horizontal, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente. Este tema se maneja ampliamente en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California y en las Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

## **DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS**

## **E DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS**

### **E.1 DEFINICIÓN**

Trabajos que se ejecutan con el objeto de deshacer, demoler o desmontar una estructura o parte de ella, seleccionando y estibando los materiales aprovechables y retirando los escombros, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente.

### **E.2 MATERIALES**

Los materiales de las estructuras a que se refiere el presente tema, son todos aquellos que interfieren en la construcción de la obra, de acuerdo a las especificaciones, características y detalles fijadas por el proyecto y/o ordenadas por la Autoridad Correspondiente; los cuales serán desmontados para su uso posterior, o demolidos para su deshecho total, de acuerdo con lo establecido con anterioridad.

### **E.3 REFERENCIAS**

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California. Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S.C.T.

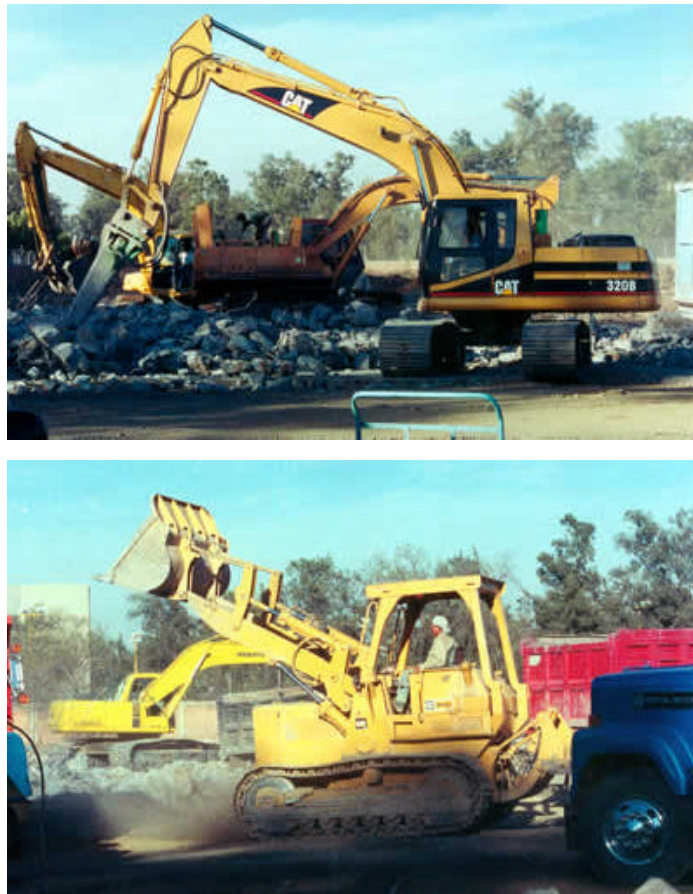
### **E.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

El Constructor deberá emplear el procedimiento y equipo fijados en el proyecto, sin embargo, puede poner a consideración de la Autoridad Correspondiente para su aprobación, cualquier cambio que justifique un mejor aprovechamiento de su equipo y mejoras en los programas de trabajo; pero en caso de ser aceptado no será motivo para la variación de los precios unitarios establecidos.

Cuando lo juzgue conveniente, la Autoridad Correspondiente autorizará el uso de explosivos previa solicitud del Constructor, asumiendo éste la responsabilidad de cualquier daño causado como resultado de su manejo y ajustándose para ello a las disposiciones que al respecto dispone la Secretaría de la Defensa Nacional y la normatividad vigente aplicable en la materia.

El Constructor deberá tomar las precauciones para evitar daños a terceros, ejecutando las obras de protección necesarias y utilizando los dispositivos que se requieran para este objeto, siendo responsable si por descuido suyo se produjeran daños, por lo que la Autoridad Correspondiente vigilará el cumplimiento de las disposiciones necesarias.

Las demoliciones y desmantelamientos se ejecutarán dentro de las líneas y niveles que señale el proyecto y/o la Autoridad Correspondiente. Cuando el proyecto y/o la Autoridad Correspondiente indiquen la demolición o el desmantelamiento parcial de una estructura, el Constructor tomará las precauciones necesarias para no dañar la parte restante de la misma y las superficies expuestas que queden de la estructura, como resultado de la demolición o del desmantelamiento parcial; deberán quedar sin partes sueltas o faltas de sujeción.



*Figura E.1 Trabajos de demolición con equipo pesado.*



*Figura E.2 Trabajos de demolición utilizando explosivos.*



*Figura E.3 Carga y acarreo de material producto de las demoliciones.*

En la demolición parcial de una estructura de concreto reforzado, en las juntas de construcción, el refuerzo que quede al descubierto podrá cortarse o dejarse de acuerdo con lo que fije el proyecto y/o ordene la Autoridad Correspondiente.

Todos los materiales producto de las demoliciones y de los desmantelamientos serán propiedad de la Autoridad Correspondiente y el Constructor no podrá utilizarlos sin autorización de la misma.

El producto de las demoliciones y de los desmantelamientos podrá clasificarse en material aprovechable y material no aprovechable (escombros). Los materiales aprovechables se estibarán en los lugares y con la disposición que indique el proyecto y/o la Autoridad Correspondiente, evitando que los materiales sufran daños o pérdidas. Los materiales no aprovechables o escombros se colocarán en los lugares y con la disposición que indique el proyecto y/o la Autoridad Correspondiente.

Los lugares de almacenaje de los materiales aprovechables producto de las demoliciones y de los desmantelamientos, así como los sitios de depósito de los escombros, se localizarán en tal forma, que no interfieran con el desarrollo normal de los trabajos que deban realizarse a continuación.

Cuando lo juzgue conveniente, la Autoridad Correspondiente podrá autorizar que los escombros producto de demoliciones de concreto o de mamposterías, se utilicen como rellenos de excavaciones o huecos dejados durante el proceso de la propia demolición.

Cuando en la estructura por demoler existan materiales aprovechables, la Autoridad Correspondiente podrá ordenar que la demolición se efectúe en tal forma que se garantice que dichos materiales no sean dañados o inutilizados durante el proceso o al ser transportados al sitio de almacenamiento.

En el desmantelamiento de estructuras metálicas o de madera, salvo indicación expresa del proyecto y/o de la Autoridad Correspondiente, se procederá como si dichas estructuras fueran a utilizarse totalmente con posterioridad y todas las piezas o secciones que la formen deberán separarse y manejarse sin dañarlas, marcándolas con pintura u otro método autorizado, de manera que puedan fácilmente identificarse para la reconstrucción de la estructura.

Siempre se procurará desmantelar un elemento estructural en su totalidad y sólo se permitirá el corte del mismo cuando así lo señale expresamente la Autoridad Correspondiente.

En todos los casos de desmantelamiento de estructuras metálicas, cuando se considere apropiado su aprovechamiento en la misma construcción o su utilización en otra obra, se deberá limpiar y retirar la pintura original, si se encuentra en mal estado, cubriendo de inmediato todos los elementos de la estructura con pintura antioxidante, utilizando en los trabajos anteriores los procedimientos indicados.

## **E.5 UNIDAD DE MEDIDA**

La cubicación de la estructura se hará en la propia obra, antes de iniciar los trabajos de demolición o de desmantelamiento, la cual se verificará una vez que se hayan ejecutado los mismos. La demolición y desmantelamiento de estructuras se podrá medir de alguna de las cuatro formas siguientes:

- a *Por volumen*, tomando como unidad el metro cúbico.
- b *Por superficie*, tomando como medida el metro cuadrado.
- c *Por peso*, tomando como unidad el kilogramo.
- d *Por lote*, tomando como unidad toda la estructura o partes definidas de la misma.

## **TERRACERÍAS Y TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**

## F TERRACERÍAS Y TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

### F.1 DEFINICIÓN Y GENERALIDADES

Las terracerías del pavimento comprenden todos los trabajos necesarios para formar la primera capa de la estructura del pavimento hasta la SUB-RASANTE, de acuerdo con la geometría y especificaciones fijadas en el proyecto y/o ordenadas por la Autoridad Correspondiente. Incluye las siguientes etapas constructivas: Desmante, despalme, trazo y nivelación, cortes, acarreos, tratamiento, terraplenes, así como el recorte, bajado y protección de pozos de visita, coladeras pluviales, registros para válvulas y servicios existentes.

La deformabilidad es un requisito básico para la elección de un material para la construcción de las terracerías. Debido a lo anterior, debe evitarse la utilización de materiales con abundancia de fragmentos grandes, materiales con predominio en los tamaños más pequeños o suelos compresibles.

La sub-rasante puede construirse con un material de terracería lo suficientemente bueno, con sólo un tratamiento de compactación. Los materiales inadecuados deberán ser tratados con algún procedimiento de estabilización o deberá ser sustituido por material de banco, según se indique.

### F.2 TRAZO Y NIVELACIÓN

**a Definición.** Se entenderá por trazo y nivelación, los trabajos topográficos realizados en campo por el Constructor para establecer los ejes del proyecto, así como las secciones transversales de la vialidad en proceso.

**b Referencias**

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California. Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

**c Procedimiento de Ejecución.** La Autoridad Correspondiente verificará que el trazo corresponda al proyecto y que las secciones transversales correspondan a la topografía de campo, ya que se utilizarán posteriormente para fines de cálculo de volúmenes de obra reales.

**d Unidad de Medida.** La unidad de medida será el metro cuadrado y el volumen de obra se medirá en el plano de proyecto, verificado en campo.

### F.3 DESMONTE

**a Definición.** Remoción de la vegetación existente en el Derecho de Vía, en las zonas de bancos o en áreas que se destinen a instalaciones especiales, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Se deberá complementar con el trasplante o traslado de un sitio a otro de especies vegetales. El desmante comprende:

- Tala. Consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza. Consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraice. Consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- Limpia y disposición final. Retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto o la Autoridad Correspondiente.

**b Referencias**

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.  
Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

- c Procedimiento de Ejecución.** Los trabajos se realizarán asegurando que toda la materia vegetal quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera del área indicada en el proyecto o aprobada por la Autoridad Correspondiente; cualquier daño a la vegetación fuera de dicha área, será responsabilidad del Constructor y deberá restituirla por su cuenta y costo, de acuerdo con las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Las ramas de los árboles situados fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de las terracerías, serán cortadas. El proyecto o la Autoridad Correspondiente indicarán los árboles o arbustos que deban respetarse; en este caso, el Constructor tomará las providencias necesarias para no dañarlos y únicamente se cortarán las ramas que queden a menos de ocho metros sobre la corona de la vialidad, procurando conservar la simetría y buena apariencia del árbol. En cualquier caso, se respetarán los árboles y la vegetación adyacente a cuerpos de agua. Cualquier daño a árboles o arbustos que deban ser respetados, será reparado por cuenta y costo del Constructor.

Los daños y perjuicios en propiedad ajena, ocasionados por los trabajos de desmonte ejecutados indebidamente, dentro o fuera del Derecho de Vía, serán responsabilidad del Constructor.

El equipo que se utilice para el desmonte y el traslado de los residuos producto del mismo, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente

- d Unidad de Medida.** Se utilizará como unidad el metro cuadrado o la hectárea de desmonte, según su tipo y de acuerdo al catálogo de conceptos establecido. El volumen de obra se medirá en el plano de proyecto, verificado en campo.

**F.4 DESPALME**

- a Definición.** Es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o indicado por la Autoridad Correspondiente, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

**b Referencias**

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.

Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

- c Procedimiento de Ejecución.** El espesor del despalme será el que indique el proyecto o la Autoridad Correspondiente a la vista de los materiales existentes en el lugar, de acuerdo con la estratigrafía del terreno o con la existencia de rellenos artificiales.



**Figura F.1** *Despalme de la superficie de trabajo.*

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, el material natural producto del despallme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, así como de los pisos, fondo de excavaciones y taludes de los bancos al término de su explotación o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación, según se indique.

El retiro de rellenos artificiales se ejecutará cumpliendo con las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

El equipo que se utilice para el despallme y el traslado de los residuos producto del mismo, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente

- d Unidad de Medida.** Se utilizará como unidad de medida el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico de despallme. En ningún caso se considera abundamiento y el volumen se calculará tomando como base las secciones transversales tomadas con anterioridad.

## F.5 CORTES

- a Definición.** Se entenderá como corte, el procedimiento constructivo mediante el cual se excava el terreno natural, hasta los niveles que establece el proyecto de la vialidad, en ancho suficiente para alojar la estructura del pavimento, las guarniciones y la cimbra para la construcción de éstas. El ancho mínimo del corte será aquel, que al nivel de la sub-rasante resulte de incrementar 10 cm a cada lado del ancho total del arroyo, medido hasta el respaldo de la guarnición. El ancho de corte utilizado deberá ser validado por la Autoridad Correspondiente, previa justificación técnica en el proyecto, de acuerdo con las necesidades particulares de cada caso.

### b Referencias

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.

Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

**c Procedimiento de Ejecución.** previo al procedimiento de corte, se realiza la nivelación de instalaciones existentes, tales como registros para válvulas, pozos de visita, coladeras pluviales, tomas y descargas domiciliarias, así como tuberías que resulten afectadas por el proyecto de la vialidad; en cuyo caso se deberá efectuar el bajado y reposición de las instalaciones existentes ya sea por malas condiciones de los materiales o por niveles inadecuados con respecto al proyecto.

Con base en el trazo previamente realizado, se procede al corte del terreno natural con el equipo adecuado y respetando el bombeo de proyecto, de preferencia iniciando en las cunetas del arroyo, acamellonando el producto al centro del mismo, con el fin de dejar en lo posible el tránsito vehicular a lo largo del tramo. Se deberá extraer el material producto del corte en forma inmediata, para no entorpecer la secuencia del proceso. La tolerancia de los niveles en el corte será de  $\pm 1.5$  cm.

Paralelo al corte, se llevará a cabo el tratamiento del terreno natural que indique el proyecto o la Autoridad Correspondiente, evitando que el terreno cortado sufra daños por exposición excesiva a las condiciones climáticas. En caso de requerirse, se deberá dar mantenimiento a la superficie expuesta a fin de que no pierda las características de humedad que se consideraron en el proyecto. Este procedimiento podrá ser de riegos periódicos en la cantidad que autorice la Autoridad Correspondiente o en la extracción de la humedad por lluvia u otra causa.

Cuando las condiciones climáticas o físicas adversas lo justifiquen, se deberá considerar la construcción de obras de protección con objeto de evitar daños a la superficie expuesta.



*Figura F.2 Trabajos de corte sobre el terreno.*

**d Unidad de Medida.** La unidad de medida será el metro cúbico y en ningún caso se considera abundamiento. El volumen se calculará tomando como base las secciones transversales tomadas con anterioridad. El precio unitario deberá incluir extracción, remoción y carga del

material excavado, acarreo libre y descarga del material en el sitio que indique la Autoridad Correspondiente así como el afine de los cortes.

## F.6 ACARREOS

**a Definición.** Transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, depósito o banco de desperdicios, según lo indique el proyecto o la Autoridad Correspondiente. De acuerdo con la distancia de transporte, los acarreos pueden ser:

- Acarreo libre. El que se efectúa desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de veinte metros o hasta la distancia que establezca el proyecto como acarreo libre. Este acarreo, se considera como parte del concepto correspondiente a la extracción del material transportado, por lo que no será objeto de medición y pago por separado.
- Acarreo hasta cien metros (hectómetro). El que se efectúa hasta una distancia de cien metros, medida desde el término del acarreo libre.
- Acarreo hasta un kilómetro. El que se efectúa hasta una distancia entre ciento uno y mil metros, medida desde el término del acarreo libre.
- Acarreo mayor de un kilómetro. El que se efectúa hasta una distancia mayor de mil metros, medida desde el término del acarreo libre.



*Figura F.3 Trabajos de carga y acarreo del material excedente producto de los cortes.*

## b Referencias

NMX-O-210.- Terminología de maquinas para movimiento de tierras (1984-06-22).  
NMX-O-211.- Maquinaria para movimiento de tierras. Cargadoras (1984-06-22).  
NMX-O-212.- Maquinaria para movimiento de tierras. Pala frontal (1983-12-06).  
Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.  
Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.  
Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

**c Unidad de Medida.** La unidad de medida será el metro cúbico-estación, el metro cúbico-hectómetro o el metro cúbico-kilómetro, de acuerdo con el tipo de acarreo. El volumen se

medirá en dos formas según se especifique en el proyecto o lo indique la Autoridad Correspondiente:

- *Sección.* El volumen se obtendrá del corte calculado compacto, de las secciones transversales del proyecto.
- *Medido suelto.* El volumen se obtendrá del corte afectado por un factor de abundamiento, fijado por el proyecto o indicado por la Autoridad Correspondiente.

La distancia de acarreo se medirá desde el término del acarreo libre hasta el sitio del destino, de acuerdo con el tipo de acarreo. Definido el método de medición, los trabajos se estimarán de la siguiente manera según corresponda:

- Para la primera estación y estaciones subsecuentes.
- Para el primer hectómetro y hectómetros subsecuentes.
- Para el primer kilómetro y kilómetros subsecuentes.

## F.7 TRATAMIENTO

**a Definición.** Se define como tratamiento al trabajo realizado en la capa superior de la terracería de un determinado espesor compacto para la formación de la sub-rasante, según lo indicado en el proyecto o por la Autoridad Correspondiente.

**b Materiales.** Los materiales para la capa de terracería y para la capa sub-rasante, deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

CONCEPTO	CAPA DEL PAVIMENTO	
	Sub-rasante	Terracería
Granulometría. Tamaño máximo (mm).	76	15 cm o ½espesor de la capa
Límite Líquido LL (%).	50 Máx.	60 Máx.
Índice Plástico IP (%).	25 Máx.	25 Máx.
Compactación (%).	95 Mín. AASHTO Est.	90 Mín. AASHTO Est.
V. R. S. (%).	15 Mín.	5 Mín.
Expansión (%).	----	3 Máx.

**Tabla F-1** Requisitos de calidad de los materiales para las capas de terracería y de sub-rasante.

## c Referencias

- AASHTO T - 99.- Densidad mínima de compactación.
- ASTM D 422.- Análisis de suelos.
- ASTM D 698.- Relación de humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo-agregados usando pisón de 2.49 kg y caída de 305 mm.
- ASTM D 1143.- Suelos bajo cargas de compresión estática axial.
- ASTM D 1140.- Cantidades de material en suelos más finos que la malla # 200.
- ASTM D 1183.- Comparativo de fuerza de California del laboratorio de compactación de suelos.
- ASTM D 1241.- Materiales para suelo-agregados en sub-base, base y superficies de tránsito.
- ASTM D 1556.- Densidad de suelos en el lugar método del cono de arena.
- ASTM D 1557.- Relación de humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo-agregados usando pisón de 4.54 kg y caída de 457 mm.
- ASTM D 1586.- Prueba de penetración y envase de muestras de suelos.

- ASTM D 2166.- Fuerza de compresión ilimitada de suelos cohesivos.
- ASTM D 2167.- Unidad de peso y densidad de suelos en el lugar.
- ASTM D 2216.- Determinación en laboratorio del contenido de humedad de suelos.
- ASTM D 2247.- Prueba de la resistencia de revestimientos en 100% de humedad relativa, prueba del agua.
- ASTM D 2419.- Valor del equivalente de arena de suelos y agregados finos.
- ASTM D 2487.- Clasificación de suelos finos para proyectos de Ingeniería.
- ASTM D 2922.- Densidad de suelos y suelo-agregados en el lugar por métodos nucleares.
- ASTM D 2937.- Densidad de suelos en el lugar método del cilindro inducido.
- ASTM D 2980.- Peso volumétrico, capacidad para retener agua y aire de materiales saturados.
- ASTM D 3017.- Contenido de humedad de suelos y rocas en el lugar, métodos nucleares.
- ASTM D 3689.- Muestreo y prueba de suelos bajo cargas estáticas a tensión axial.
- ASTM D 3966.- Muestreo de suelos bajo cargas laterales.
- ASTM D 4318.- Límite líquido, límite plástico e índice plástico de suelos.
- Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.
- Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.
- SSPWC 211.1.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, granulometría.
- SSPWC 211.2.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, compactación.
- SSPWC 211.3.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, equivalente de arena.
- SSPWC 211.4.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, permeabilidad.
- SSPWC 300.1.- Métodos de construcción, limpieza y despalle.
- SSPWC 300.2.- Métodos de construcción, excavación.
- SSPWC 300.3.- Métodos de construcción, excavación para estructuras.
- SSPWC 300.4.- Métodos de construcción, rellenos.
- SSPWC 300.5.- Métodos de construcción, excavación para préstamo.
- SSPWC 301.3.- Métodos de construcción, tratamiento de mezclas con cemento Portland.
- SSPWC 301.5.- Métodos de construcción, tratamiento de suelos con cal.

**d Procedimiento de Ejecución.** En el caso de que la capa sub-rasante se forme con el material del terreno natural, después de efectuar el corte, se escarifica el espesor de proyecto, disgregando el material hasta obtener una mezcla uniforme. En el volumen disgregado, se agregará la cantidad de agua necesaria, determinada según los resultados previos de laboratorio, hasta obtener la humedad óptima del material y se procederá nuevamente al mezclado hasta obtener una mezcla homogénea, la cual se extiende en capas y se compacta mediante el equipo adecuado hasta obtener la compactación de proyecto. Todo el equipo y procedimiento de ejecución que pretenda utilizar el constructor, deberá ser autorizado previamente por la Autoridad Correspondiente.

En caso de que el terreno natural requiera estabilización o mejoramiento, se aplicará un producto estabilizador para aumentar la capacidad de carga y disminuir la plasticidad. El agente estabilizador, el procedimiento de ejecución y el equipo por emplear, deberán cumplir con los lineamientos establecidos en el apartado "G Estabilizaciones", de las presentes Normas Técnicas. El material por estabilizar deberá estar disgregado completamente antes de agregar el producto estabilizador en las cantidades fijadas y se mezclarán en seco hasta obtener una mezcla homogénea; se le dará la humedad fijada por el laboratorio, se mezclan los elementos y se procede al tendido y compactación. La superficie estabilizada deberá mantenerse cerrada al tránsito hasta su protección con material de base o sub-base según sea el caso, con un espesor uniforme de 5 cm como mínimo para evitar daños y pérdida de humedad. No se aplicará producto estabilizador cuando la temperatura sea menor de 5 °C o exista amenaza de lluvia.

- e Unidad de Medida.** La unidad de medida será el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico terminado en obra, de acuerdo al catálogo de conceptos correspondiente. El volumen se calculará con el espesor compacto en un ancho mínimo resultante de adicionar 5 cm a cada lado del ancho total del arroyo, medido hasta el respaldo de la guarnición. El ancho para tratamiento utilizado deberá ser validado por la Autoridad Correspondiente, previa justificación técnica en el proyecto, de acuerdo con las necesidades particulares de cada caso.



**Figura F.4** Tratamiento de material para construcción de la sub-rasante.



**Figura F.5** Revisión de niveles de la sub-rasante.

## F.8 TERRAPLENES

- a Definición.** Se define al terraplén, como la compensación o elevación del nivel de la terracería, para alcanzar los niveles fijados de proyecto hasta la sub-rasante. El material empleado en la construcción de terraplenes podrá ser del mismo material producto de los cortes o bien de material de banco.
- b Procedimiento de Ejecución.** En la formación de terraplén, se disgrega el material hasta homogeneizarlo, al volumen disgregado se agregará la cantidad de agua necesaria hasta obtener la humedad óptima, mezclando nuevamente, después de lo cual se procederá a extender y compactar en capas el material mediante equipo adecuado. Todo el equipo y procedimiento de ejecución que pretenda usar el Constructor, deberá ser autorizado previamente por la Autoridad Correspondiente.

El estudio de mecánica de suelos definirá el talud y sobreeanchos necesarios con objeto de garantizar la estabilidad de la estructura y elementos complementarios.



*Figura F.6 Construcción de terraplén.*

- c Unidad de Medida.** La unidad de medida será el metro cúbico terminado en obra. El volumen se calculará de las secciones transversales de proyecto y verificación en campo.

## **F.9 VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD**

La verificación de la calidad del material que se empleará para desplante, sub-rasante, terracería, terraplén y relleno, se deberá efectuar con una frecuencia mínima de un muestreo por cada 3,000 m<sup>3</sup> de movimiento de material. Para la verificación de la calidad en la compactación, se efectuará una cala como mínimo por cada 300 m<sup>2</sup> de capa compactada. La verificación de la compactación en el relleno de cepas para tuberías se efectuará con una frecuencia mínima de una cala por cada 50 ml de capa compactada.

La Autoridad Correspondiente indicará los casos en los cuales se requiere aumentar la cantidad de muestras indicadas, de acuerdo con las condiciones existentes y la variación de las mismas para cada caso en particular.

## F.10 BAJADO Y PROTECCIÓN DE POZOS DE VISITA, COLADERAS PLUVIALES, REGISTROS PARA VÁLVULAS Y SERVICIOS EXISTENTES

- a Definición.** Comprende los trabajos de bajado, recorte y protección de los pozos de visita, coladeras pluviales, registros para válvulas y servicios existentes, como mínimo hasta 50 cm abajo de los niveles inferiores de la capa sub-rasante fijados en el proyecto y/o ordenados por la Autoridad Correspondiente.
- b Procedimiento de Ejecución.** Previo a los trabajos de corte del terreno natural, se deberán recortar y/o bajar los pozos de visita, las coladeras pluviales, los registros para válvulas y los servicios existentes, hasta el nivel indicado.

Para los trabajos de recorte en las estructuras que lo requieran, la demolición se deberá efectuar de adentro hacia fuera, manualmente utilizando herramienta y equipo menor adecuado autorizado por la Autoridad Correspondiente, con el fin de evitar que el material demolido caiga dentro de las mismas y se azolven. En caso de que el material producto del recorte caiga dentro, el Constructor deberá efectuar la extracción y limpieza de los elementos azolvados, bajo su responsabilidad y sin cargo alguno.

Una vez recortados se deberán cubrir con una tapa lo suficientemente fuerte como para resistir el peso del equipo que se empleará para los trabajos de corte, tratamiento de sub-rasante y base.

Cuando por causas de azolvamiento en las tuberías, se encuentren los pozos llenos de agua y no se pueda efectuar el recorte de los mismos, previa autorización e indicaciones de la Autoridad Correspondiente, se podrán realizar los trabajos de corte, tratamiento y bases, sin bajar los pozos, con el objeto de no atrasar la obra; en cuyo caso, los trabajos de compactación alrededor de los pozos de visita, se deberán realizar con equipo manual.

Las tomas y descargas domiciliarias, las tuberías y servicios existentes, deberán reponerse, según indicaciones de la Autoridad Correspondiente, ya sea por materiales inadecuados o por niveles deficientes con respecto al proyecto.

- c Unidad de Medida.** La unidad de medida será la pieza terminada y el volumen de obra corresponderá al número de piezas bajadas medidas en obra.

## **ESTABILIZACIONES**

## **G ESTABILIZACIONES**

### **G.1 DEFINICIÓN**

Incorporación de un determinado tratamiento o producto estabilizador a los materiales seleccionados utilizados en la construcción de las capas de terracería, sub-rasante, revestimiento, sub-base o de la base, para modificar las características físicas del material, mejorando el comportamiento mecánico e hidráulico de las capas.

Los tipos más comunes de estabilización son los siguientes:

- a Estabilización por compactación. Proceso mecánico que implica una reducción del volumen de vacíos entre las partículas sólidas de un material, aumentando su peso volumétrico y mejorando las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación.
- b Mezcla de dos o más suelos. Tratamiento encaminado a proporcionar estabilidad a los suelos naturales, mejorando sus propiedades resultantes, al incorporarle las características de calidad de otro.
- c Estabilización por drenaje. Se utilizan para acelerar los procesos de consolidación, buscando en primer término, el reducir al máximo posible la cantidad de agua que de una u otra forma llega a la zona por tratar, y en segundo término dar rápida salida al agua que llega a la misma. Lo anterior se logra mediante la construcción de obras tales como subdrenes, geodrenes, capas drenantes, geotextiles (membranas filtrantes), etc.
- d Estabilización por medios eléctricos. Generación del flujo del agua a través de los poros del suelo, bajo la acción de un gradiente potencial eléctrico. Los sistemas principalmente utilizados son la electrólisis y los pilotes electro-metálicos.
- e Estabilización por medio de calor y calcinación. Se aplica al suelo la llama directa en su superficie o la circulación de gas caliente comprimido a través de sus poros, con objeto de endurecerlo y reducir su potencial de expansión, principalmente en suelos arcillosos.
- f Estabilización por tratamientos químicos. Consiste en la adición de agentes estabilizadores específicos, como cemento, cal, materiales puzolánicos, asfalto, cloruro de sodio, cloruro de calcio, resinas y otros; los cuales producen reacciones químicas de aglutinación, solidificación e impermeabilización en el material.

### **G.2 MATERIALES**

El material por estabilizar, el producto estabilizador y, en su caso, el agua, se mezclarán con el proporcionamiento indicado en el proyecto para producir un material uniforme y homogéneo. La dosificación de los componentes deberá justificarse mediante el diseño resultante del estudio de mecánica de suelos, así como de las pruebas de laboratorio y de campo respectivas. El tipo de material estabilizador, el equipo y el procedimiento de ejecución, deberán ser aprobados por la Autoridad Correspondiente.

Los productos que se utilizarán como agentes estabilizadores, serán los materiales asfálticos (generalmente asfaltos rebajados y emulsiones asfálticas), cemento Portland, cal hidratada, cal viva, materiales puzolánicos, resina de anilina, cloruro de sodio, cloruro de calcio, acrilato de calcio y otros.

El cemento Portland, los materiales puzolánicos y el acrilato de calcio, según sea el caso, se mezclan en seco con el suelo, y posteriormente se añade el agua necesaria. El cloruro de sodio y el cloruro de calcio, se aplican en seco o en solución. Si se trata de cal hidratada

podrá incorporarse el material en lechada o estado seco; en el caso de que sea cal viva, sólo se adicionará en seco. El material asfáltico y la resina de anilina se aplican en estado líquido.

Previa autorización de la Autoridad Correspondiente, para casos especiales que se justifiquen técnicamente, un suelo natural puede ser tratado para proporcionarle estabilidad, mediante la adición de pequeñas cantidades de materiales de otra procedencia. Por ejemplo, suelos granulares con bajo valor cementante, se podrán estabilizar mezclándoles un cierto porcentaje de material arcilloso, y viceversa. Lo anterior se debe a que la arcilla posee bastante cohesión cuando su contenido de humedad se encuentra dentro de ciertos límites y por lo tanto, puede emplearse bajo ciertas condiciones, como aglutinante para mantener unidas la grava y la arena. Las proporciones de los materiales que se adicionarán para proporcionar estabilidad, deberán determinarse mediante el diseño correspondiente, resultante del estudio de mecánica de suelos, con las pruebas de laboratorio y de campo respectivas.

### G.3 REFERENCIAS

- ASTM D 560.- Punto de hielo y de deshielo para mezclas compactadas de suelo-cemento.
- ASTM D 698.- Relación de humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo-agregados usando pisón de 2.49 kg y caída de 305 mm.
- ASTM C 897.- Agregados para trabajos de mezclado de bases plásticas con cemento Portland.
- ASTM C 926.- Aplicación de cemento Portland en bases plásticas (especificaciones).
- ASTM C 977.- Cal viva y cal hidratada para estabilización de suelos.
- ASTM D 1183.- Comparativo de fuerza de California del laboratorio de compactación de suelos.
- ASTM D 1241.- Materiales para suelo-agregados en sub-base, base y superficies de tránsito.
- ASTM D 1557.- Relación de humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo-agregados usando pisón de 4.54 kg y caída de 457 mm.
- ASTM D 1632.- Elaboración y curado de especímenes de suelo-cemento en laboratorio.
- ASTM D 1633.- Fuerza de compresión para muestras cilíndricas de suelo-cemento.
- ASTM D 2216.- Determinación en laboratorio del contenido de humedad de suelos.
- ASTM D 2419.- Valor del equivalente de arena de suelos y agregados finos.
- ASTM D 2922.- Densidad de suelos y suelo-agregados en el lugar por métodos nucleares.
- ASTM D 3017.- Contenido de humedad de suelos y rocas en el lugar, métodos nucleares.
- ASTM D 4318.- Límite líquido, límite plástico e índice plástico de suelos.
- NMX-C-001.- Cemento Portland (1980-11-13).
- NMX-C-002.- Cemento Portland Puzolana (1986-11-14).
- NMX-C-003.- Cal hidratada para construcciones (1982-12-22).
- NMX-C-004.- Cal viva (1982-10-07).
- NMX-C-005.- Cal hidráulica hidratada (1982-12-22).
- NMX-C-062.- Método de prueba para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos (1969-01-27).
- NMX-C-130.- Muestreo de cementantes hidráulicos (1969-10-28).
- NMX-C-131.- Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos (1976-05-10).
- NMX-C-133.- Coadyuvantes de molienda empleados en la elaboración de cementos hidráulicos (1980-07-09).
- NMX-C-175.- Calidad para cemento Portland de escoria de altos hornos (1969-10-31).
- NMX-C-184.- Calidad para cemento de escoria clinker (1970-09-07).
- NMX-C-273.- Determinación de la actividad puzolánica (1978-12-28).
- NMX-C-026.- Determinación del contenido de bitumen en materiales bituminosos (1974-04-18).
- NMX-C-052.- Determinación de la penetración en materiales bituminosos mediante el empleo de una aguja (1974-04-18).

NMX-C-087.- Determinación de la viscosidad Saybolt-Furol de materiales bituminosos (1980-06-02).

NMX-C-096.- Determinación de la viscosidad en materiales bituminosos (1975-11-06).

NMX-C-135.- Determinación de la ductilidad de los materiales bituminosos (1975-12-09).

NMX-C-183.- Determinación de la temperatura de ablandamiento de materiales bituminosos (1974-08-09).

NMX-C-203.- Métodos de muestreo de materiales bituminosos utilizados en la construcción (1973-07-02).

NMX-C-246.- Determinación del peso específico de materiales bituminosos (1978-11-13).

NMX-C-287.- Emulsiones asfálticas aniónicas de fraguado lento. Determinación de la miscibilidad con cemento Portland (1979-08-28).

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.

Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

SSPWC 300.5.- Métodos de construcción, excavación para préstamo.

SSPWC 301.3.- Métodos de construcción, tratamiento de mezclas con cemento Portland.

SSPWC 301.4.- Métodos de construcción, estabilización bituminosa de la base.

SSPWC 301.5.- Métodos de construcción, tratamiento de suelos con cal.

#### **G.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

Las estabilizaciones se ejecutarán en los siguientes casos:

- a En materiales que formen las capas de terracería y sub-rasante, para su mejoramiento.
- b En materiales existentes en los pavimentos, para la construcción o reconstrucción de las capas de terracería, sub-rasante, revestimiento, sub-base o base.
- c En material procedente de uno o más bancos, para la construcción de las capas de terracería, sub-rasante, revestimiento, sub-base o base.

No se construirán capas estabilizadas cuando exista amenaza de lluvia, esté lloviendo y cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 grados Celsius, tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. Los trabajos se suspenderán en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas. Se tomarán en cuenta las recomendaciones que proporcione el fabricante del producto estabilizador.

Inmediatamente antes de iniciar la construcción de una capa estabilizada, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

Los acarrees de los materiales hasta el sitio de su utilización, se hará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra y que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la capa estabilizada, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

En términos generales, la secuencia de operaciones, **cuando el trabajo de mezclado se realice en el sitio del pavimento:**

- a Para el mejoramiento de las capas de terracería, sub-rasante o en materiales seleccionados existentes en el sitio del pavimento, para la reconstrucción de las capas de terracería, sub-rasante, revestimiento, sub-base y de la base: se escarificará la capa por tratar hasta la profundidad que fije el proyecto; el material obtenido de la escarificación se disgregará hasta el grado ordenado y se eliminarán las partículas mayores, posteriormente se acamellonará de tal manera que quede descubierta la mayor superficie posible de la capa subyacente, la que se conformará y compactará en el espesor y al grado fijados por el proyecto; se pasará el material acamellonado a la superficie que se compactó, para a su vez conformar y compactar la que ocupaba dicho material.
- b Para la construcción de la capa de sub-rasante, utilizando material de terracería existente en el sitio del pavimento, que se mezcle con material seleccionado procedente de uno o más bancos: Se procederá en forma semejante a la indicada en el inciso anterior y se agregará el material de banco en la cantidad fijada por el proyecto, habiéndolo disgregado previamente si esto lo indica el mismo y también se cribará para obtener la granulometría necesaria.
- c Para la construcción de revestimientos, sub-bases y bases, cuando se utilicen materiales procedentes de un banco: Se colocará sobre la terracería o sub-base compactada el material de banco en la cantidad que fije el proyecto y se disgregará y cribará previamente hasta obtener el tamaño adecuado que fije el mismo.
- d Para la construcción de revestimientos, sub-bases y bases, cuando se utilicen materiales procedentes de varios bancos: Se colocarán sobre la terracería o sub-base compactada los materiales procedentes de los diversos bancos, en la cantidad que para cada uno de ellos fije el proyecto y previamente deberán disgregarse y cribarse hasta obtener el tamaño adecuado que fije el mismo.
- e A continuación y para los cuatro casos anteriores: El material por estabilizar se tenderá en el lugar de la obra. En el caso de mezclas de dos o más materiales pétreos de procedencias diferentes, se tenderán y se mezclarán con las proporciones necesarias y el procedimiento adecuado para obtener un material por estabilizar uniforme, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

Se mezclará el material tendido con una máquina estabilizadora autopropulsada, incorporando y distribuyendo el producto estabilizador hasta obtener una mezcla uniforme y homogénea. Este equipo deberá contar con cámara o tolva de mezclado provista de tornillo sin fin o de rotor con aspas y espreas para añadir el agua necesaria y el producto estabilizador cuando éste sea líquido.

La estabilizadora deberá tener la capacidad para tratar todo el material tendido y para extender la mezcla con el espesor y ancho que fije el proyecto, utilizando para ello los dispositivos especiales para control de salida que deberá tener el equipo; la capa extendida se compactará de acuerdo a lo establecido en el proyecto. En caso necesario, el material, el producto estabilizador y, en su caso, el agua, se mezclarán y extenderán en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de mezclar y compactar al grado indicado en el proyecto o que apruebe la Autoridad Correspondiente.

La estabilización para formar la sub-rasante construida mejorando la última capa de la terracería, se iniciará escarificando ésta hasta la profundidad indicada en el proyecto. El

material obtenido se disgregará hasta el tamaño máximo fijado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente, y se eliminarán las partículas de tamaños mayores; se tenderá, se mezclará con el producto estabilizador y, en su caso, con el agua, utilizando el procedimiento indicado con la estabilizadora.



**Figura G.1** Equipo estacionario utilizado para la estabilización de materiales.



**Figura G.2** Equipo autopropulsado utilizado para la estabilización de materiales.



**Figura G.3** Estabilización de materiales pétreos para conformar la capa de base.

En caso de que el **mezclado se efectúe en planta estacionaria**, cuando se trate del tipo de tambor rotatorio, la dosificación de los materiales se hace por masa, en mezcladoras de tipo continuo, la dosificación de los materiales puede hacerse por masa o por volumen. En términos generales, la secuencia de las operaciones será la siguiente:

- a Mezclado en planta de los materiales por estabilizar seleccionados y del producto estabilizador, utilizando para ello equipo, constará de:
  - 1 Tolvas para almacenar el material por estabilizar, que deben protegerlo de la lluvia y del polvo.

- 2 Silos o tanques que permitan almacenar el producto estabilizador y el agua cuando se requiera, adecuadamente protegidos de la lluvia y del polvo.
  - 3 Dispositivos que permitan dosificar los materiales por estabilizar, el producto estabilizador y el agua, por masa o por volumen, con la aproximación requerida por el proyecto; éstos deberán permitir un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento.
  - 4 Cámara de mezclado, provista de rotor con aspas y con espreas, para añadir al material por estabilizar el agua necesaria o el producto estabilizador, si éste es líquido.
  - 5 Compuerta de descarga al equipo de transporte.
- b Una vez que se le hayan incorporado todos los componentes, la mezcla uniforme y homogénea deberá transportarse al sitio de colocación, en vehículos con caja metálica cubierta con una lona que la preserve del polvo y materias extrañas, de tal forma que no se altere, para que pueda ser extendida y compactada.
- c La mezcla deberá tenderse con una máquina extendedora autopropulsada especial para este trabajo, con dispositivos para ajustar el espesor y el ancho de la mezcla tendida, y dotada de un sistema que permita la repartición uniforme de la mezcla sin que se presente segregación por tamaños en la misma. La capa extendida se compactará de acuerdo a lo establecido en el proyecto.

Salvo que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, no se permitirá el uso de motoconformadora para el mezclado del material por estabilizar con el producto estabilizador y con el agua.

Si el material se encuentra confinado por las guarniciones, la compactación se hará longitudinalmente del centro hacia las orillas; y cuando el material no se encuentre confinado, la compactación se efectuará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada; con el fin de evitar desplazamiento del material estabilizado por la presión ejercida con el equipo de compactación.

A menos que la Autoridad Correspondiente apruebe lo contrario y salvo que la estabilización se realice con un material asfáltico, la capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas.

Las superficies estabilizadas deberán curarse y protegerse en la forma que fije el proyecto o indique la Autoridad Correspondiente y no deberán abrirse al tránsito hasta que ésta lo autorice. Cuando en la capa estabilizada aparecieran baches o ésta fuera deteriorada, por causas imputables al Constructor, su reparación será a cargo y por cuenta de éste.

Para la verificación del proporcionamiento de los materiales por estabilizar, cuando el trabajo se realice en el sitio del pavimento o en planta estacionaria, la Autoridad Correspondiente fijará el procedimiento a seguir, en cada caso.

La verificación de las cantidades de cemento Portland, cal hidratada, material puzolánico u otro producto estabilizador similar que se utilicen para estabilizaciones, se hará tomando en cuenta las que, en kilogramos, deban usarse de acuerdo con lo fijado en el proyecto y las modificaciones, en más o en menos, autorizadas por la Autoridad Correspondiente. La verificación

de las cantidades de los materiales asfálticos o los productos estabilizadores líquidos que se utilicen, se hará tomando en cuenta los litros que deban usarse según lo establecido.

El lugar y la forma de almacenamiento del cemento Portland, la cal hidratada, el material puzolánico u otro producto estabilizador similar, envasados en sacos, deberán ser previamente autorizados por la Autoridad Correspondiente. Cuando en las estabilizaciones se autorice el empleo de cemento Portland, de cal hidratada, de material puzolánico u otro producto estabilizador similar, a granel, las dimensiones y características de las tolvas de almacenamiento, así como las básculas y las características del equipo de transporte, deberán ser previamente autorizadas por la Autoridad Correspondiente. El lugar y la forma de almacenamiento de los materiales asfálticos o los productos estabilizadores líquidos por utilizar, así como el sistema de carga y equipo de transporte, deberán ser previamente aprobados por la Autoridad Correspondiente.

Los materiales, el equipo y el procedimiento de ejecución que se utilicen para la construcción de sistemas de drenaje, deberán cumplir con los lineamientos establecidos en el apartado "T Obras pluviales", de las presentes Normas Técnicas.

Para dar por terminada una estabilización, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto o lo indicado por la Autoridad Correspondiente y con las siguientes tolerancias aplicables sólo en puntos aislados, no constantes y que no afecten los escurrimientos superficiales:

CONCEPTO	TOLERANCIA
	Estabilización
Ancho de la sección, del eje a la orilla, para pavimentos.	+ 5.0 cm
Niveles de la superficie, para pavimentos.	± 1.0 cm
Profundidad de las depresiones, observadas colocando una regla metálica de 3 metros de longitud paralela y normalmente al eje, para pavimentos:	
1 Cuando se utilice en la estabilización un material asfáltico (máximo):	0.5 cm
2 Cuando se utilicen otros productos para la estabilización (máximo):	0.5 cm

**Tabla G-1** Tolerancias aplicables a los trabajos terminados de estabilización.

## G.5 UNIDAD DE MEDIDA

En estabilizaciones se utilizará como unidad de medida el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico de capa estabilizada compactada terminada en obra, según se establezca en el catálogo de conceptos correspondiente.

## **REVESTIMIENTOS**

## H. REVESTIMIENTOS

### H.1 DEFINICIÓN

Capas de materiales pétreos seleccionados con una composición granulométrica determinada, que se tienden sobre las terracerías de pavimentos, a fin de servir como superficies de rodamiento.

Los revestimientos se utilizarán principalmente en rutas de desvío, en accesos provisionales o temporales, caminos rurales, caminos de servicio y caminos de acceso.

### H.2 MATERIALES

Los materiales seleccionados que se empleen en revestimientos, deberán ser de los siguientes tipos:

- a Materiales que no requieren tratamiento.
- b Materiales que requieren ser disgregados.
- c Materiales que requieren ser cribados.
- d Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados.

Los materiales que no requieren tratamiento, son los poco o nada cohesivos, como limos, arenas y gravas, que al extraerlos quedan sueltos y que no contienen más del 5% de partículas mayores de 76 mm (3").

Los materiales que requieren ser disgregados, son los cohesivos, como los tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas muy alteradas, que al extraerlos resultan con terrones que pueden disgregarse por la acción del equipo de disgregación y que, una vez disgregados no contienen más del 5% de partículas mayores de 76 mm (3").

Los materiales que requieren ser cribados, son los poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y que contienen entre el 5% y el 25% de material mayor de 76 mm (3") y que requieren ser cribados por una malla para eliminar este material.

Los materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados, son los poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y contienen entre el 25% y el 75% de partículas mayores de 76 mm (3") y que deben ser triturados y cribados por la malla de 76 mm (3").

Los materiales que se empleen en revestimientos, deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

CONCEPTO	REVESTIMIENTO
Zona granulométrica	1 - 3
Granulometría. Tamaño máximo (mm).	76
% Finos (mat.<0.074 mm).	10 Mín. 20 Máx.
Límite Líquido LL (%).	40 Máx.
Índice Plástico IP (%).	15 Máx.
Compactación (%).	95 Mín. AASHTO Est.
V. R. S. (%).	30 Mín.

**Tabla H-1** Requisitos de calidad de los materiales que se empleen en revestimientos.

### H.3 REFERENCIAS

- ASTM C 99.- Módulos de ruptura de rocas.  
 ASTM C 119.- Dimensión de rocas.  
 ASTM D 448.- Tamaño de los agregados.  
 ASTM D 546.- Análisis de criba de materiales.  
 ASTM C 897.- Agregados para trabajos de mezclado de bases plásticas con cemento Portland.  
 ASTM C 926.- Aplicación de cemento Portland en bases plásticas (especificaciones).  
 ASTM D 1241.- Materiales para suelo-agregados en sub-base, base y superficies de tránsito.  
 ASTM D 1557.- Relación de humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo-agregados usando pisón de 4.54 kg y caída de 457 mm.  
 ASTM D 2216.- Determinación en laboratorio del contenido de humedad de suelos.  
 ASTM D 2247.- Prueba de la resistencia de revestimientos en 100% de humedad relativa, prueba del agua.  
 ASTM D 2419.- Valor del equivalente de arena de suelos y agregados finos.  
 ASTM D 2922.- Densidad de suelos y suelo-agregados en el lugar por métodos nucleares.  
 ASTM D 2940.- Granulometría de agregados.  
 ASTM D 3017.- Contenido de humedad de suelos y rocas en el lugar, métodos nucleares.  
 ASTM D 4318.- Límite líquido, límite plástico e índice plástico de suelos.  
 NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).  
 NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).  
 NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).  
 NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).  
 NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).  
 NMX-C-196.- Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Ángeles (1984-04-13).  
 NMX-C-270.- Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso (1985-08-08).  
 NMX-C-329.- Determinación de granulometría de la arena de sílice (1974-07-05).  
 NMX-C-330.- Arena de sílice (1964-07-11).  
 NMX-C-331.- Determinación del sílice en arena de sílice (1964-07-11).

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.

Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.

SSPWC 200.2.- Materiales para construcción de bases.

SSPWC 211.1.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, granulometría.

SSPWC 211.2.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, compactación.

SSPWC 211.3.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, equivalente de arena.

SSPWC 211.4.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, permeabilidad.

#### **H.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

La construcción de los revestimientos se iniciará cuando la superficie de las terracerías sobre la que se colocará, esté debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

Los acarrees de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra y que el tránsito sobre la superficie donde se construirá el revestimiento, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

Se descargará el material sobre las terracerías en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material.

Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán en seco, con las proporciones necesarias para obtener un material uniforme, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

Para el tendido y conformación del revestimiento se emplearán motoconformadoras y equipo adecuado, previamente aprobados por la Autoridad Correspondiente. Cuando no se empleen motoconformadoras, el equipo y el procedimiento de construcción por utilizar requerirán de aprobación previa.

El material por utilizar se preparará extendiéndolo parcialmente, incorporándole agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad de compactación que fije el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. A continuación se extenderá en capas sucesivas de materiales sin compactar, cuyo espesor no deberá ser mayor de quince centímetros.

Cada capa extendida se compactará con equipo mecánico hasta alcanzar el grado mínimo de compactación establecido, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor fijado en el proyecto u ordenado por la Autoridad Correspondiente. Los compactadores serán autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos.

A menos que la Autoridad Correspondiente apruebe lo contrario, la capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas.



**Figura H.1** Construcción de una capa formada por material de revestimiento.

Si el material se encuentra confinado por las guarniciones, la compactación se hará longitudinalmente del centro hacia las orillas; y cuando el material no se encuentre confinado, la compactación se efectuará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada; con el fin de evitar desplazamiento del material por la presión ejercida con el equipo de compactación.

Para dar por terminado un revestimiento, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto o lo indicado por la Autoridad Correspondiente y con las siguientes tolerancias aplicables sólo en puntos aislados, no constantes y que no afecten los escurrimientos superficiales:

CONCEPTO	TOLERANCIA
Ancho de la sección, del eje a la orilla, para pavimentos.	+ 5.0 cm
Niveles de la superficie, para pavimentos.	± 1.5 cm

**Tabla H-2** Tolerancias aplicables en los trabajos terminados de revestimientos.

**H.5 UNIDAD DE MEDIDA.** La unidad de medida será el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico de revestimiento terminado en obra.

## **SUB-BASES Y BASES PARA PAVIMENTOS**

## **I SUB-BASES Y BASES PARA PAVIMENTOS**

### **I.1 DEFINICIÓN**

Son las capas sucesivas de materiales pétreos seleccionados, se estabilicen o no, que se construyen sobre la terracería o sub-rasante; según sea el caso; y cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a las capas superiores, soportar las cargas que éstas les transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar las deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar, impedir el ascenso capilar del agua subterránea y prevenir la migración de finos.

### **I.2 MATERIALES**

Los materiales para bases y sub-bases se clasifican de la siguiente manera:

- a Materiales pétreos que no requieren ningún tratamiento de disgregado, cribado o triturado, como son los poco o nada cohesivos, como limos, arenas y gravas, que al extraerlos quedan sueltos y que no contengan más del 5% de partículas mayores de 51 milímetros (2").
- b Materiales pétreos que para su utilización, requieren tratamientos de disgregado, como los tezontles y los cohesivos como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas muy alteradas, que al extraerlos resultan con terrones y que una vez sometidos a la acción del equipo de disgregación no contengan más del 5% de partículas mayores de 51 milímetros (2").
- c Materiales que requieren ser cribados, como son los poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y con un contenido entre el 5% y el 25% de partículas mayores de 51 milímetros (2"). Estos materiales deberán ser cribados por la malla de 51 milímetros (2").
- d Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados son los siguientes:
  - 1 Materiales poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y contienen más del 25% de partículas mayores de 51 milímetros (2"). Estos materiales deberán ser triturados y cribados por la malla de 38 milímetros (1 1/2").
  - 2 Tezontles y materiales cohesivos, como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas alteradas, que al extraerlos resulten con terrones que pueden disgregarse por la acción del equipo mecánico y que posteriormente a dicho tratamiento contienen más del 5% de partículas de tamaño mayor de 51 milímetros (2"). Estos materiales deberán ser triturados y cribados por la malla de 38 milímetros (1 1/2"), sin que previamente deban disgregarse por la acción del equipo mecánico.
- e Materiales que requieren trituración total y cribado a través de la malla de 38 milímetros (1 1/2"), son los que provienen de piedra extraída de mantos de roca, piedra de pepena y piedra suelta de depósitos naturales o desperdicios.

Los materiales anteriores, o las mezclas de ellos pueden estabilizarse mezclándolos principalmente con un material asfáltico, con cemento Portland, con una mezcla de cemento

Portland y Puzolana, con cal hidratada, con una mezcla de cal hidratada y Puzolana o con una mezcla de cal hidratada y cemento Portland; con las proporciones indicadas en el diseño correspondiente, resultante del estudio de mecánica de suelos, con las pruebas de laboratorio y de campo respectivas. Una vez estabilizados, deberán reunir los requisitos establecidos en el proyecto y/o indicados por la Autoridad Correspondiente.

Únicamente se utilizarán materiales para base y sub-base de bancos cuya utilización será responsabilidad del Constructor. Para base, los materiales cuya gráfica de la curva de composición granulométrica se localice en la zona 1 y 2 y para sub-base todas las zonas de la gráfica, (ver Figura I.1); además deberán cumplir con las características de calidad indicadas en la Tabla I-1:

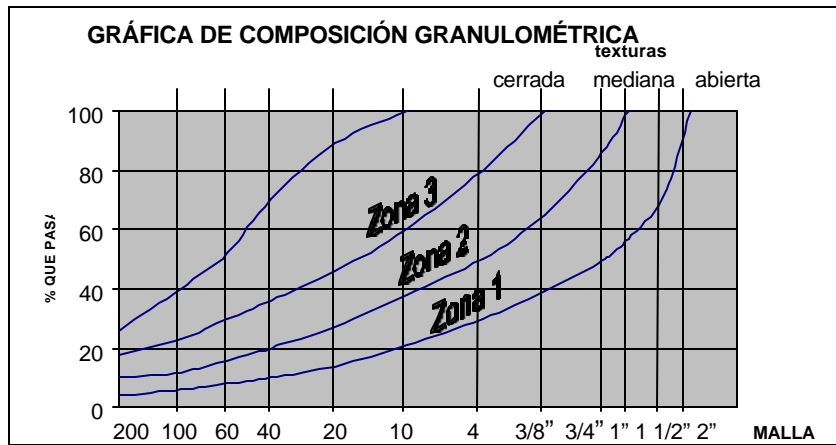


Figura I.1 Gráfica de composición granulométrica para bases y sub-bases.

CONCEPTO	BASE			SUB - BASE		
	ZONAS DE GRANULOMETRÍA					
	1	2	3	1	2	3
Granulometría Tamaño máximo, mm	38	38	38	51	51	51
Valor relativo de soporte, % ( $\Sigma L \leq 10^6$ )	80 mín.	80 mín.	80 mín.	50 mín.	50 mín.	50 mín.
Valor relativo de soporte, % ( $\Sigma L > 10^6$ )	100 mín.	100 mín.	100 mín.	50 mín.	50 mín.	50 mín.
Límite líquido, %	30 máx.	30 máx.	30 máx.	30 máx.	30 máx.	30 máx.
Índice plástico, %	6 máx.	6 máx.	6 máx.	10 máx.	10 máx.	10 máx.
Contracción lineal, %	4.5 máx.	3.5 máx.	2.0 máx.	6.0 máx.	4.5 máx.	3.5 máx.
Porcentaje de finos, % (material < 0.074 mm)	10 máx.	10 máx.	10 máx.	15 máx.	15 máx.	15 máx.
Equivalente de arena, %	40 mín.	40 mín.	40 mín.	30 mín.	30 mín.	30 mín.
Desgaste de los Ángeles, %	40 máx.	40 máx.	40 máx.	40 máx.	40 máx.	40 máx.
Valor cementante para mat. anguloso, kg/cm <sup>2</sup>	3.5 mín.	3.0 mín.	2.5 mín.	3.5 mín.	3.0 mín.	2.5 mín.
Valor cementante para mats. redondeados y lisos, kg/cm <sup>2</sup>	5.5 mín.	4.5 mín.	3.5 mín.	5.5 mín.	4.5 mín.	3.0 mín.
Compactación, %	100 mín. AASHTO Mod.	100 mín. AASHTO Mod.	100 mín. AASHTO Mod.	100 mín. AASHTO Mod.	100 mín. AASHTO Mod.	100 mín. AASHTO Mod.

$\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes de 8.2 Ton (ESAL), esperado durante la vida útil del pavimento.

**Tabla I-1** Características de calidad de los materiales para bases y sub-bases.

En la gráfica de composición granulométrica, el material se considerará dentro de la zona en que quede alojada la mayor parte de su curva. En caso de quedar comprendida en partes iguales dentro de dos zonas, se clasificará en la zona superior.

La curva granulométrica del material debe quedar comprendida dentro de las dos curvas externas que limitan las zonas de especificaciones. No debe presentar cambios bruscos de pendientes, su forma debe ser semejante a las curvas que limitan las zonas y por lo menos el 90% de la longitud de la curva debe tener la concavidad hacia afuera.

### I.3 REFERENCIAS

- ASTM C 99.- Módulos de ruptura de rocas.
- ASTM C 119.- Dimensión de rocas.
- ASTM D 448.- Tamaño de los agregados.
- ASTM D 546.- Análisis de criba de materiales.
- ASTM D 698.- Relaciones de humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo-agregados usando pisón de 2.49 kg y caída de 305 mm.
- ASTM C 897.- Agregados para trabajos de mezclado de bases plásticas con cemento Portland.
- ASTM C 926.- Aplicación de cemento Portland en bases plásticas (especificaciones).

- ASTM D 1140.- Cantidad de material en suelos más finos que la malla # 200.
- ASTM D 1241.- Materiales para suelo-agregados en sub-base, base y superficies de tránsito.
- ASTM D 1557.- Relaciones de humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo-agregados usando pisón de 4.54 kg y caída de 457 mm.
- ASTM D 2216.- Determinación en laboratorio del contenido de humedad de suelos, rocas y mezclas de suelo-agregados.
- ASTM D 2247.- Prueba de la resistencia de revestimientos en 100% de humedad relativa.
- ASTM D 2922.- Densidad de suelos y suelo-agregados en el lugar por métodos nucleares.
- ASTM D 2940.- Granulometría de agregados.
- ASTM D 4318.- Límite líquido, límite plástico e índice plástico de suelos.
- NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).
- NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).
- NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).
- NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).
- NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).
- NMX-C-196.- Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Ángeles (1984-04-13).
- NMX-C-270.- Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso (1985-08-08).
- Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.
- Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.
- SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.
- SSPWC 200.2.- Materiales para construcción de bases.
- SSPWC 211.1.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, análisis de mallas.
- SSPWC 211.2.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, compactación.
- SSPWC 211.3.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, equivalente de arena.
- SSPWC 211.4.- Materiales, pruebas para suelos y agregados, permeabilidad.
- SSPWC 301.1.- Métodos de construcción, preparación de la sub-base.
- SSPWC 301.2.- Métodos de construcción, base no tratada.
- SSPWC 301.4.- Métodos de construcción, estabilización bituminosa de la base.
- SSPWC 401.1.- Productos alternativos, pétreos.
- SSPWC 401.2.- Productos pétreos alternativos, base no tratada.

#### **I.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la sub-base o la base, la superficie sobre la que se colocarán estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles de proyecto, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

La granulometría y características de los materiales por utilizar, así como el equipo y los procedimientos de ejecución para la construcción de las sub-bases y bases, serán fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.

Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra y que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la sub-base o la base, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un material homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente, mediante uno de los siguientes procedimientos.

- Mezclado en planta. Plantas tipo de tambor rotatorio, en las cuales la dosificación de los materiales y el agua, se hace por masa; o en mezcladoras de tipo continuo, en donde la dosificación de los materiales y el agua, puede hacerse por masa o por volumen.

El material mezclado y homogeneizado en granulometría y humedad, preparado previamente en planta, se transportará al sitio de su colocación, de forma que no se altere para que pueda ser extendido y compactado.

- Mezclado en el lugar con motoconformadora. Si la mezcla de los materiales se hace en el lugar de su utilización, se descargará el material seleccionado para la construcción de la sub-base o de la base, sobre la superficie terminada según corresponda, en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Se mezclará en seco y posteriormente se incorporará el agua, siguiendo el procedimiento indicado.

Cuando se empleen motoconformadoras para la homogeneización, se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Inmediatamente después de preparado el material, se extenderá en todo el ancho de la corona de la vialidad y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.

Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previamente a su transporte al lugar de utilización y se descargará directamente en la tolva de la misma, la cual permanecerá llena durante la ejecución de los trabajos para evitar la segregación del material; si ésta ocurre, el Constructor lo remezclará por su cuenta y costo.

La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o el que apruebe la Autoridad Correspondiente. Si el material se encuentra confinado por las guarniciones, la compactación se hará longitudinalmente del centro hacia las orillas; y cuando el material no se encuentre confinado, la compactación se efectuará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada; con el fin de evitar desplazamiento del material por la presión ejercida con el equipo de compactación.

Si es necesario, el material se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente. A menos que se apruebe lo contrario, la capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas. Una vez compactada la última capa, se deberán tener la sección y los niveles establecidos en el proyecto.

Deberá evitarse la clasificación de los materiales pétreos (agrupamiento por tamaños), originada por deficiencias en los trabajos de mezclado, homogeneizado, maniobras de transporte, tendido, conformación, etc. En caso de presentarse esta situación, el Constructor deberá corregirla totalmente bajo su responsabilidad.

A juicio de la Autoridad Correspondiente, el afine de niveles de proyecto de la sub-base o de la base, en caso de requerirse, se efectuará con motoconformadora. Para obtener el acabado final con textura uniforme, se incorporará la aplicación de un riego ligero y rodillo neumático.



**Figura I.2** Tendido, homogeneizado, compactado y afine de niveles para la construcción de la capa de base hidráulica.



**Figura I.3** Planta de reciclado de materiales para su utilización en la capa de base.

Para dar por terminada la construcción de la sub-base y de la base, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo indicado por la Autoridad Correspondiente y con las siguientes tolerancias aplicables sólo en puntos aislados, no constantes y que no afecten los escurrimientos superficiales:

CONCEPTO	TOLERANCIA	
	Sub-base	Base
Ancho de la sección, del eje a la orilla, para pavimentos.	+ 5.0 cm	+ 5.0 cm
Nivel de la superficie, en sub-bases para losas de concreto hidráulico y en bases para carpetas asfálticas, para pavimentos.	± 1.0 cm	± 1.0 cm
Profundidad de las depresiones, observadas colocando una regla metálica de 3 metros de longitud paralela y normalmente al eje, para pavimentos (Máximo):	0.5 cm	0.5 cm

**Tabla I-2** Tolerancias aplicables en los trabajos terminados de construcción de sub-bases y bases.

### I.5 VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD

La verificación de la calidad del material que se empleará para base y sub-base, se deberá efectuar con una frecuencia mínima de un muestreo por cada 350 m<sup>3</sup> de movimiento de material. Para la verificación de la calidad en la compactación, se efectuará una cala como mínimo por cada 300 m<sup>2</sup> de capa compactada.

La Autoridad Correspondiente indicará los casos en los cuales se requiere aumentar la cantidad de muestras indicadas, de acuerdo con las condiciones existentes y la variación de las mismas para cada caso en particular.

### I.6 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida será el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico terminado en obra de sub-base o base según corresponda, de acuerdo al catálogo de conceptos establecido.

## **MATERIALES ASFÁLTICOS**

## **J MATERIALES ASFÁLTICOS**

### **J.1 DEFINICIÓN**

El Asfalto es un material bituminoso de color negro, sólido o semisólido, con propiedades cementantes a temperaturas ambientales normales y que al calentarse se ablanda gradualmente hasta alcanzar una consistencia líquida. Está constituido principalmente por asfaltenos, resinas y aceites, elementos que le dan sus características de consistencia, aglutinación y ductilidad.

Los materiales asfálticos se utilizan en la elaboración de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones.

### **J.2 MATERIALES**

Los materiales asfálticos se clasifican en cementos asfálticos, asfaltos rebajados, emulsiones asfálticas y asfaltos modificados.

- a Cementos asfálticos. Son los asfaltos obtenidos del proceso de destilación del petróleo, para eliminar solventes volátiles y parte de sus aceites. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes, las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, siendo excelentes ligantes, pues al ser calentados se licúan, lo que les permite cubrir totalmente las partículas del material pétreo; debido a lo anterior, el vehículo utilizado para su aplicación es el calor. Se utilizan en la elaboración en caliente de carpetas, morteros y estabilizaciones, así como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

Según su viscosidad dinámica a sesenta grados Celsius, los cementos asfálticos se clasifican como se indica en la Tabla J-1, donde se señalan los usos más comunes de cada uno

- b Asfaltos rebajados. El vehículo utilizado para su aplicación es un solvente. Se utilizan en la elaboración en frío de carpetas y para la impregnación de sub-bases y bases hidráulicas. Los asfaltos rebajados pueden clasificarse en los siguientes tipos:
- 1 Asfaltos rebajados de fraguado rápido. Son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente del tipo de la nafta o gasolina.
  - 2 Asfaltos rebajados de fraguado medio. Son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente del tipo del queroseno.
  - 3 Asfaltos rebajados de fraguado lento.- Son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente de baja volatilidad o aceite ligero.
- c Emulsiones asfálticas. Son los materiales asfálticos líquidos estables, constituidos por dos fases no miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua (vehículo utilizado para su aplicación) y la fase discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se denominan emulsiones asfálticas ANIÓNICAS, cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y emulsiones asfálticas CATIONICAS, cuando les

confiere polaridad electropositiva. Las emulsiones asfálticas pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- 1 De rompimiento rápido, que generalmente se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos, a excepción de la emulsión ECR-60, que no se debe utilizar en la elaboración de éstas últimas.
- 2 De rompimiento medio, que normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es menor o igual a dos por ciento, así como en trabajos de mantenimiento tales como bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.
- 3 De rompimiento lento, que comúnmente se utilizan para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.
- 4 Para impregnación, que particularmente se utilizan para impregnaciones de sub-bases y/o bases hidráulicas.
- 5 Superestables, que principalmente se emplean en estabilizaciones de materiales y en trabajos de recuperación de pavimentos.

Según su contenido de cemento asfáltico en masa, su tipo y polaridad, las emulsiones asfálticas se clasifican como se indica en la Tabla J-6.

- d Asfaltos modificados. Este tipo de materiales asfálticos se encuentra en etapa de prueba. Son el producto de la disolución o incorporación en el asfalto, de un polímero o de hule molido de neumáticos, que son sustancias estables en el tiempo y a cambios de temperatura, que se le añaden al material asfáltico para modificar sus propiedades físicas y reológicas, disminuyendo su susceptibilidad a la temperatura, a la humedad y a la oxidación. Estos modificadores por lo general se aplican directamente al material asfáltico, antes de mezclarlo con el material pétreo.

Los principales modificadores utilizados en los materiales asfálticos son los siguientes:

- 1 **Polímero Tipo I.** Es un modificador de asfaltos que mejora el comportamiento de mezclas asfálticas tanto a altas como a bajas temperaturas. Es fabricado con base en bloques de estireno, en polímeros elastoméricos radiales de tipo bibloque o tribloque, mediante configuraciones como Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) o Estireno-Butadieno (SB), entre otras. Se utiliza en mezclas asfálticas para carpetas delgadas y carpetas estructurales de pavimentos con elevados índices de tránsito y de vehículos pesados, en climas fríos y cálidos, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.
- 2 **Polímero Tipo II.** Es un modificador de asfaltos que mejora el comportamiento de mezclas asfálticas a bajas temperaturas. Es fabricado con base en polímeros elastoméricos lineales, mediante una configuración de caucho de Estireno, Butadieno-Látex o Neopreno-Látex. Se utiliza en todo tipo de mezclas asfálticas para pavimentos en los que se requiera mejorar su comportamiento de servicio, en climas fríos y templados, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.
- 3 **Polímero Tipo III.** Es un modificador de asfaltos que mejora la resistencia al ahuellamiento de las mezclas asfálticas, disminuye la susceptibilidad del cemento asfáltico

a la temperatura y mejora su comportamiento a altas temperaturas. Es fabricado con base en un polímero de tipo plastómero, mediante configuraciones como Etil-Vinil-Acetato (EVA) o polietileno de alta o baja densidad (HDPE, LDPE), entre otras. Se utiliza en climas calientes, en mezclas asfálticas para carpetas estructurales de pavimentos con elevados índices de tránsito, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

- 4 **Hule molido de neumáticos.** Es un modificador de asfaltos que mejora la flexibilidad y resistencia a la tensión de las mezclas asfálticas, reduciendo la aparición de grietas por fatiga o por cambios de temperatura. Es fabricado con base en el producto de la molienda de neumáticos. Se utiliza en carpetas delgadas de granulometría abierta y en tratamientos superficiales.

El proyecto o la Autoridad Correspondiente deberán indicar claramente el tipo de material asfáltico por utilizar en cada etapa del proceso constructivo del pavimento para su verificación.

El Constructor deberá presentar los reportes de laboratorio que certifiquen la calidad de los materiales asfálticos por utilizar, los cuales deben cumplir como mínimo con las indicaciones establecidas en las siguientes tablas, ya sean de fabricación nacional o de procedencia extranjera; además se regirán por las normas oficiales y lineamientos de calidad que establezca el proyecto o indique la Autoridad Correspondiente.



**Figura J.1** Comportamiento de un material asfáltico modificado con polímeros.

Clasificación	Viscosidad a 60°C Pa·s (P poises)	Usos más comunes
AC-5	50 ± 10 (500 ± 100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura J.2.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga y poreo con arena, así como en estabilizaciones.</li> </ul>
AC-10	100 ± 20 (1 000 ± 200)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura J.2.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura J.2.</li> </ul>
AC-20	200 ± 40 (2 000 ± 400)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 3 en la Figura J.2.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura J.2.</li> </ul>
AC-30	300 ± 60 (3 000 ± 600)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 4 en la Figura J.2.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zonas 3 y 4 en la Figura J.2.</li> <li>En la elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío, así como en riegos de impregnación.</li> </ul>

Tabla J-1 Clasificación de los cementos asfálticos según su viscosidad dinámica a 60° C. (Fuente S.C.T.).

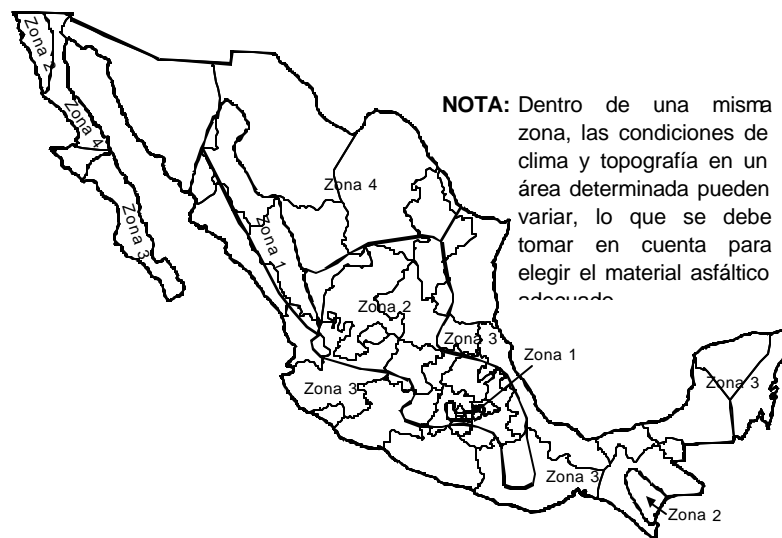


Figura J.2 Regiones geográficas para la utilización de asfaltos clasificados según su viscosidad dinámica a 60°C. (Fuente S.C.T.).

Características	CLASIFICACIÓN			
	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30
<b>Del cemento asfáltico original:</b>				
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P poises)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	200 ± 40 (2 000 ± 400)	300 ± 60 (3 000 ± 600)
Viscosidad cinemática a 135°C; mm <sup>2</sup> /s, mínimo (1 mm <sup>2</sup> /s = 1 centistoke)	175	250	300	350
Viscosidad Saybolt-Furol a 135 °C; s, mínimo	80	110	120	150
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm, mínimo	140	80	60	50
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	177	219	232	232
Solubilidad; %, mínimo	99	99	99	99
Punto de reblandecimiento; °C	37 - 43	45 - 52	48 - 56	50 - 58
<b>Del residuo de la prueba de la película delgada:</b>				
Pérdida por calentamiento; %, máximo	1	0.5	0.5	0.5
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P poises), máximo	200 (2 000)	400 (4 000)	800 (8 000)	1 200 (12 000)
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min; cm, mínimo	100	75	50	40
Penetración retenida a 25 °C; %, mínimo	46	50	54	58

**Tabla J-2** Requisitos de calidad para cemento asfáltico clasificado por viscosidad dinámica a 60° C. (Fuente S.C.T.).

CARACTERÍSTICAS	GRADO
	FR-3
<b>PRUEBAS AL MATERIAL ASFÁLTICO</b>	
Punto de inflamación (copa abierta de Tag.) °C, mínimo	27
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; Seg.	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 60°C; Seg.	250 – 500
Contenido de solvente por destilación a 360°C, en volumen; %	
Hasta 225°C, máximo	25 mín
Hasta 260°C	55 mín
Hasta 315°C	83 mín
Contenido de cemento asfáltico por destilación a 360°C, en volumen, %, mínimo	73
Contenido de agua por destilación a 360°C, en volumen, %, máximo	0.2
<b>PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN</b>	
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P poises), máximo	200 ± 40 (2 000 ± 400)
Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	80 – 120
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	100
Solubilidad; %, mínimo	99.5

**Tabla J-3** Asfaltos rebajados de fraguado rápido. (Fuente S.C.T.).

CARACTERÍSTICAS	G R A D O				
	FM-0	FM-1	FM-2	FM-3	FM-4
<b>PRUEBAS AL MATERIAL ASFÁLTICO</b>					
Punto de inflamación (copa abierta de Tag.) °C mínimo	38	38	66	66	68
Viscosidad Saybolt Furol:					
A 25 °C, Seg.	75 – 150				
A 50 °C, Seg.		75 – 150			
A 60 °C, Seg.			100 – 200	250 – 300	
A 82 °C, Seg.					125 – 250
Destilación, % del total destilado a 350 °C:					
Hasta 225 °C, máximo	25	20	10	5	0
Hasta 260 °C,	40 – 70	25 – 65	15 – 55	5 – 40	30 máx
Hasta 315 °C,	75 – 93	70 – 90	60 – 87	65 – 85	40 – 80
Residuo de la destilación a 350 °C, % del volumen total por diferencia, mínimo.	50	60	67	73	78
Agua por destilación, % máximo.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN</b>					
Penetración, grados.	120 – 300	120 – 300	120 – 300	120 – 300	120 – 300
Ductilidad en cm, mínimo	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, % mínimo.	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5

**Tabla J-4** Asfaltos rebajados de fraguado medio.

CARACTERÍSTICAS	G R A D O				
	FL-0	FL-1	FL-2	FL-3	FL-4
<b>PRUEBAS AL MATERIAL ASFÁLTICO</b>					
Punto de inflamación (copa abierta de Cleveland), °C mínimo	66	66	80	93	107
Viscosidad Saybolt Furol:					
A 25 °C, Seg.	75 – 150				
A 50 °C, Seg.		75 – 150			
A 60 °C, Seg.			100 – 200	250 – 500	
A 82 °C, Seg.					125 – 250
Destilación, destilado total a 300 °C, % volumen	15 – 40	10 – 30	5 – 25	2 – 15	10 máx
Agua por destilación, % máximo.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Residuo asfáltico de 100 grados de penetración, % mínimo.	40	50	60	70	75
<b>PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN</b>					
Flotación en el residuo de la destilación a 25 °C, seg.	15 – 100	20 – 100	25 – 100	50 – 125	60 – 150
Ductilidad del residuo metálico de 100 grados de penetración, 25 °C, cm, mínimo.	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, % mínimo.	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5

Tabla J-5 Asfaltos rebajados de fraguado lento.

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		
ECM-65	65	Rompimiento medio	
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECL-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

Tabla J-6 Clasificación de las emulsiones asfálticas.

Características	Clasificación						
	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
<b>De la emulsión:</b>							
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	55	60	60	65	55	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s, mínimo	5	---	---	---	20	20	5
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	---	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máximo	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	90	---
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	75	75	75	75	---
Miscibilidad con cemento Portland; %, máximo	---	---	---	---	2	2	---
Carga eléctrica de las partículas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Demulsibilidad; %	60 mín	50 mín	30 máx	30 máx	---	---	---
<b>Del residuo de la destilación</b>							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa· s (Ppoises)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)
Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	100–200	50 – 90	100–200	50 – 90	100–200	50 – 90	150–250
Solubilidad; %, mínimo	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	40

**Tabla J-7** Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas.

Características	Clasificación						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-45	ECS-60
<b>De la emulsión:</b>							
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
<b>Del residuo de la destilación</b>							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)	50 ± 10 (500 ± 100)
Penetración <sup>[2]</sup> a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> 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 x 10<sup>-1</sup> mm.

**Tabla J-8** Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas.

Material asfáltico	Temperatura para aplicación
Cementos asfálticos	De 120 °C a 160 °C
Asfaltos rebajados de fraguado lento	
FL-0	De 20 °C a 30 °C
FL-1	De 30 °C a 45 °C
FL-2	De 75 °C a 85 °C
FL-3	De 85 °C a 95 °C
FL-4	De 95 °C a 100 °C
Asfaltos rebajados de fraguado medio	
FM-0	De 20 °C a 40 °C
FM-1	De 30 °C a 60 °C
FM-2	De 70 °C a 85 °C
FM-3	De 80 °C a 95 °C
FM-4	De 90 °C a 100 °C
Asfaltos rebajados de fraguado rápido	
FR-0	De 20 °C a 40 °C
FR-1	De 30 °C a 50 °C
FR-2	De 40 °C a 60 °C
FR-3	De 60 °C a 80 °C
FR-4	De 80 °C a 100 °C
Emulsiones asfálticas. Por lo general no se les deberá aplicar calentamiento.	De 5 °C a 40 °C

**Tabla J-9** Temperaturas de los materiales asfálticos en el momento de su empleo.

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO (Tipo de modificador)				
	AC-5 (Tipo I ó II)	AC-20 (Tipo I)	AC-20 (Tipo II)	AC-20 (Tipo III)	AC-20 (Hule molido)
<b>Del cemento asfáltico modificado:</b>					
Viscosidad Saybolt-Furol a 135°C; s, máximo.	500	1000	1000	1000	----
Viscosidad rotacional Brookfield a 135°C; Pa s, máximo.	2	4	3	4	----
Viscosidad rotacional Brookfield (Tipo Haake) a 177°C; Pa s, máximo.	----	----	----	----	7
Penetración					
• a 25°C, 100 g, 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm, mínimo	80	40	40	30	30
• a 4°C, 200 g, 60 s; 10 <sup>-1</sup> mm, mínimo	40	25	25	20	15
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	220	230	230	230	230
Punto de reblandecimiento; °C, mínimo	45	55	55	53	57
Separación, diferencia anillo y esfera; °C, máximo	3	3	3	4	5
Recuperación elástica por torsión a 25 °C; %, mínimo	25	30	30	15	40
Resiliencia, a 25 °C; %, mínimo	20	20	20	25	30
<b>Del residuo de la prueba de la película delgada, (3.2 mm, 50 g):</b>					
Pérdida por calentamiento a 163°C ; %, máximo	1	1	1	1	1
Ductilidad a 4°C y 5 cm <sup>2</sup> /min; cm, mínimo	10	7	10	5	5
Penetración a 4 °C, 200 g, 60 s; 10 <sup>-1</sup> mm, mínimo	----	----	----	----	10
Penetración retenida a 4 °C, 200 g, 60 s; %, mínimo	65	65	65	55	75
Recuperación elástica en ductilómetro a 25 °C; %, mínimo	50	50	60	30	55
Incremento en temperatura anillo y esfera; °C, máximo	----	----	----	----	10
Módulo reológico de corte dinámico a 76°C (G <sup>*</sup> /sen δ); kPa, mínimo	----	2.2	2.2	2.2	2.2
Módulo reológico de corte dinámico a 64°C (G <sup>*</sup> /sen δ); kPa, mínimo	2.2	----	----	----	----
Ángulo fase (δ) [visco-elasticidad], a 76°C; ° (grados), máximo.	----	75	70	75	----
Ángulo fase (δ) [visco-elasticidad], a 64°C; ° (grados), máximo.	75	----	----	----	----

**Tabla J-10** Requisitos de calidad para cementos asfálticos AC-5 y AC-20 modificados. (Fuente S.C.T.).

Malla		Tamaño nominal		
Abertura mm	Designación	H 20 % que pasa	H 40 % que pasa	H 80 % que pasa
2.000	No. 10	100	----	----
1.180	No. 16	75 – 100	----	----
0.850	No. 20	59 – 90	100	----
0.600	No. 30	25 – 60	75 – 100	100
0.425	No. 40	10 – 40	55 – 90	80 – 100
0.300	No. 50	0 – 20	25 – 60	60 – 100
0.150	No. 100	0 – 10	0 – 30	4 – 70
0.075	No. 200	0 – 5	0 – 10	0 – 20
Contenido mínimo de hule en el asfalto en masa; %		17	15	12

**Tabla J-11** Requisitos de granulometría para hule molido. (Fuente S.C.T.).

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<b>De la emulsión:</b>	
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, máximo.	50 – 200
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo.	3
Retenido de peso en malla No. 20 en la prueba del tamiz; %, máximo.	0.1
Carga eléctrica de las partículas	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	3
Demulsibilidad; % mínimo	60
Índice de ruptura; %.	80 – 140
<b>Del residuo de la destilación:</b>	
Penetración a 25 °C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm,	100 – 200
Ductilidad a 4 °C, 5 mm/min; cm, mínimo	30
Recuperación elástica en ductilómetro a 25 °C, 20 cm, 5 min; %, mínimo	40
Recuperación elástica en ductilómetro a 10 °C, 20 cm, 5 min; %, mínimo	50

**Tabla J-12** Requisitos de calidad para emulsión asfáltica modificada. (Fuente S.C.T.).

### J.3 REFERENCIAS

- ASTM D 5.- Penetración de materiales bituminosos.  
 ASTM D 36.- Punto de ablandamiento del betún.  
 ASTM D 70.- Gravedad específica de materiales bituminosos.  
 ASTM D 113.- Ductilidad de materiales bituminosos.  
 ASTM D 140.- Muestreo de materiales bituminosos.  
 ASTM D 244.- Emulsiones asfálticas (métodos de prueba).  
 ASTM D 402.- Destilación para productos asfálticos de rompimiento.  
 ASTM D 466.- Prueba de películas depositadas de emulsiones bituminosas.  
 ASTM D 977.- Emulsiones asfálticas, (especificaciones).  
 ASTM D 1754.- Efecto del calor y aire sobre materiales asfálticos (método de prueba).  
 ASTM D 1856.- Recuperación de asfaltos de una solución por el Método de Abson.  
 ASTM D 2026.- Asfaltos de rompimiento bajo.  
 ASTM D 2027.- Asfaltos de rompimiento medio.  
 ASTM D 2028.- Asfaltos de rompimiento rápido.  
 ASTM D 2042.- Solubilidad de materiales asfálticos.  
 ASTM D 2170.- Viscosidad cinemática de asfaltos.  
 ASTM D 2171.- Viscosidad de los asfaltos  
 ASTM D 2397.- Emulsiones catiónicas de asfalto.  
 ASTM D 2872.- Efectos del calor y el aire sobre materiales asfálticos (especificaciones).  
 ASTM D 2939.- Emulsiones bituminosas usadas como cubiertas protectoras.  
 ASTM D 2995.- Determinación de comparativo para distribuidores de materiales bituminosos.  
 NMX-C-026.- Determinación del contenido de bitúmen en materiales bituminosos (1974-04-18).  
 NMX-C-052.- Determinación de la penetración en materiales bituminosos mediante el empleo de una aguja (1974-04-18).  
 NMX-C-087.- Determinación de la viscosidad Saybolt-Furol de materiales bituminosos (1980-06-02).  
 NMX-C-093.- Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos (1975-03-25).  
 NMX-C-096.- Determinación de la viscosidad en materiales bituminosos (1975-11-06).  
 NMX-C-097.- Determinación de la temperatura de inflamación de asfaltos rebajados FR y FM (1976-12-09).

- NMX-C-098.- Destilación de asfaltos rebajados (1978-07-20).  
NMX-C-099.- Determinación del contenido de agua por destilación de emulsiones asfálticas (1975-03-25).  
NMX-C-100.- Determinación del tiempo de flotación de materiales bituminosos (1980-06-02).  
NMX-C-101.- Determinación del residuo de 100 de penetración en asfaltos rebajados (1974-08-09).  
NMX-C-103.- Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas (1976-08-17).  
NMX-C-104.- Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas (1975-03-25).  
NMX-C-113.- Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas (1977-05-12).  
NMX-C-135.- Determinación de la ductilidad de los materiales bituminosos (1975-12-09).  
NMX-C-136.- Cemento plástico bituminoso (1971-08-18).  
NMX-C-183.- Determinación de la temperatura de ablandamiento de materiales bituminosos (1974-08-09).  
NMX-C-186.- Determinación de la carga eléctrica de la partícula de emulsiones asfálticas (1978-09-08).  
NMX-C-197.- Cementos asfálticos (1978-04-24).  
NMX-C-198.- Asfaltos rebajados de fraguado rápido FR (1978-11-15).  
NMX-C-203.- Métodos de muestreo de materiales bituminosos utilizados en la construcción (1973-07-02).  
NMX-C-246.- Determinación del peso específico de materiales bituminosos (1978-11-13).  
NMX-C-256.- Viscosidad de emulsiones asfálticas (1978-03-03).  
NMX-C-266.- Cubrimiento del material pétreo por emulsiones asfálticas (1978-12-28).  
NMX-C-268.- Asfaltos rebajados de fraguado medio FM (1979-01-02).  
NMX-C-269.- Emulsiones asfálticas catiónicas. Características de rompimiento (1979-01-02).  
NMX-C-276.- Determinación de pH de emulsiones asfálticas (1979-04-25).  
NMX-C-286.- Determinación de la desemulsibilidad de emulsiones asfálticas (1979-08-28).  
NMX-C-287.- Emulsiones asfálticas aniónicas de fraguado lento. Determinación de la miscibilidad con cemento Portland (1979-08-28).  
NMX-C-288.- Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN - 6.5M (1979-08-28).  
NMX-C-295.- Especificaciones de las emulsiones aniónicas (1980-05-07).  
Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.  
Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.  
Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.  
SSPWC 203.1.- Materiales para construcción, bituminosos, pavimento asfáltico.  
SSPWC 203.2.- Materiales para construcción. bituminosos, asfalto líquido.  
SSPWC 203.3.- Materiales para construcción, bituminosos, emulsiones asfálticas.  
SSPWC 203.4.- Materiales para construcción, bituminosos, asfalto refinado con aire.  
SSPWC 600.1.- Asfaltos modificados, requisitos y procesos.

#### J.4 TRANSPORTE Y ALMACENAJE

Antes de su utilización en la obra, los materiales asfálticos deben transportarse y almacenarse adecuadamente, para evitar que se alteren sus propiedades. Se transportarán desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, utilizando pipas, carros-tanque o el equipo de transporte apropiado, que cuenten con los equipos que permitan calentar el producto cuando así se requiera. Los tanques serán herméticos, y tendrán tapas adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. El transporte se hará observando las Normas Oficiales Mexicanas

aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Antes de cargar el material asfáltico, los tanques han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando residuos de productos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar.

Los materiales asfálticos se almacenarán en depósitos adecuadamente ubicados, con la capacidad suficiente para recibir cada entrega, que reúnan los requisitos necesarios para evitar la contaminación de los productos que contengan, que estén protegidos contra incendios, fugas y pérdida excesiva de disolventes o emulsivos y que cuenten con los equipos adecuados para calentar el producto cuando así se requiera, así como con los elementos necesarios para su carga, descarga y limpieza.

Antes de utilizar los depósitos, estos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando natas o residuos de otros productos, materiales extraños o materiales asfálticos de tipo diferente al que se va almacenar. Esta operación se repetirá cada vez que sea necesario para evitar la contaminación del producto.

En el caso de emulsiones asfálticas, se utilizarán tanques verticales equipados con dispositivos para la recirculación del material, para evitar lo más posible el asentamiento y la formación de natas. Con el propósito de que no se contaminen con la nata que pudiera haberse formado sobre la superficie del material previamente almacenado, el llenado de los depósitos de almacenamiento ha de efectuarse desde el fondo de éstos, evitando que el producto caiga sobre la superficie del material ya almacenado, rompiendo dicha nata.

Cada depósito de almacenamiento se identificará, indicando en un lugar visible, su capacidad, el tipo de material asfáltico que contiene y, cuando se trate de recipientes, origen del material y fecha de producción. Asimismo, para cada depósito, se llevará un registro en el que se indiquen las fechas y volúmenes de los suministros recibidos y de las salidas del material.

Tratándose de emulsiones de rompimiento rápido, es importante que la temperatura de almacenamiento no sea mayor de ochenta grados Celsius en el punto de contacto.



**Figura J.3** Tanques típicos para el almacenamiento de materiales asfálticos.

## J.5 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA APLICACIÓN DE MATERIALES ASFÁLTICOS

Los materiales asfálticos se emplean en la elaboración de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones, ya sea para aglutinar los materiales pétreos utilizados, para ligar o unir diferentes capas del pavimento, para estabilizar sub-bases y bases; o bien para el mantenimiento de pavimentos en tratamientos superficiales. También se utilizan para construir, fabricar o impermeabilizar otras estructuras, tales como algunas obras complementarias de drenaje, entre otras.

Los trabajos en los cuales se requiera de la aplicación de un material asfáltico o de una mezcla asfáltica, serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas; considerando que no se aplicarán en las siguientes condiciones:

- Sobre superficies con agua libre o encharcadas.
- Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
- Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados sea baja.
- Cuando la temperatura ambiente sea baja, tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

En cada capítulo correspondiente de las presentes Normas Técnicas, se indican las temperaturas ambientales y de la superficie de trabajo, que limitan la aplicación de un material asfáltico o de una mezcla asfáltica, según sea la etapa de construcción de la estructura del pavimento.

Previamente a la ejecución de trabajos que requieran la aplicación de un material asfáltico o de una mezcla asfáltica, las estructuras de la vialidad o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, hidrantes, mobiliario urbano, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán adecuadamente, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

Deberán evitarse los traslapes con riegos asfálticos dados con anterioridad en tramos contiguos.

Cuando se utilice planta móvil para la elaboración de la mezcla asfáltica, ésta deberá contar con los aditamentos adecuados para la dosificación correcta de los elementos componentes, incorporando al material pétreo o suelo por estabilizar, la cantidad de material asfáltico fijada en el proyecto u ordenada por la Autoridad Correspondiente.

Cuando se utilice planta estacionaria para la elaboración del concreto asfáltico, una vez calentado el cemento asfáltico a la temperatura fijada en el proyecto u ordenada por la

Autoridad Correspondiente, se añadirá al material pétreo en la propia planta, dosificándolo por peso, procediéndose a su mezclado hasta obtener un producto homogéneo y a la temperatura fijada. La cantidad de cemento asfáltico podrá variar en relación con la de proyecto en  $\pm 5\%$  en peso, pero con tendencia a su homologación.

Los materiales, el procedimiento de ejecución y el equipo adecuado por utilizar, para la construcción de carpetas asfálticas, aplicación de riegos asfálticos, trabajos de estabilización y de mantenimiento, deberán ser aprobados por la Autoridad Correspondiente. Se deberá verificar previamente el correcto funcionamiento del equipo indicado. Por ejemplo, revisará que el equipo utilizado para la aplicación del material asfáltico en el riego de impregnación o riego de liga, se encuentre en óptimas condiciones de operación, que cuente con sistema de calentamiento y de medición (volumen y temperatura), bomba de presión, tacómetro, velocímetro, barra para riego con espreas regulables (aspersores) y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Cuando lo fije el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente, se agregará a los materiales asfálticos algún aditivo del tipo y en la proporción fijados, para mejorar las condiciones de adherencia con los materiales pétreos. El aditivo deberá agregarse en la petrolizadora o en los tanques de almacenamiento de la planta mezcladora, según sea el caso, cuando los materiales asfálticos se encuentren a la temperatura requerida. Se tomarán las precauciones necesarias para asegurar que el aditivo se mezcle adecuadamente con el material asfáltico.

## **J.6 UNIDAD DE MEDIDA**

La unidad de medida será el kilogramo o el litro, según se establezca con anterioridad en el catálogo de conceptos correspondiente.

## **RIEGO DE IMPREGNACIÓN**

## **K RIEGO DE IMPREGNACIÓN**

### **K.1 DEFINICIÓN**

Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre la superficie de una capa de material pétreo terminada como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y estabilizarla, para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica.

### **K.2 MATERIALES**

Los materiales que deberán emplearse para el riego de impregnación serán los asfaltos rebajados o las emulsiones, del tipo y en la proporción que fije el proyecto o indique la Autoridad Correspondiente.

Los materiales asfálticos utilizados para el riego de impregnación deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el apartado "J Materiales asfálticos", de las presentes Normas Técnicas.

Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Autoridad Correspondiente, se empleará un aditivo del tipo y en la proporción que se indique.

### **K.3 REFERENCIAS**

- ASTM D 5.- Penetración de materiales bituminosos.
- ASTM D 36.- Punto de ablandamiento del betún.
- ASTM D 70.- Gravedad específica de materiales bituminosos.
- ASTM D 113.- Ductilidad de materiales bituminosos.
- ASTM D 140.- Muestreo de materiales bituminosos.
- ASTM D 244.- Emulsiones asfálticas (métodos de prueba).
- ASTM D 402.- Destilación para productos asfálticos de rompimiento.
- ASTM D 466.- Prueba de películas depositadas de emulsiones bituminosas.
- ASTM D 977.- Emulsiones asfálticas, (especificaciones).
- ASTM D 1754.- Efecto del calor y aire sobre materiales asfálticos (método de prueba).
- ASTM D 2026.- Asfaltos de rompimiento bajo.
- ASTM D 2027.- Asfaltos de rompimiento medio.
- ASTM D 2028.- Asfaltos de rompimiento rápido.
- ASTM D 2042.- Solubilidad de materiales asfálticos.
- ASTM D 2170.- Viscosidad cinemática de asfaltos.
- ASTM D 2171.- Viscosidad de los asfaltos.
- ASTM D 2397.- Emulsiones catiónicas de asfalto.
- ASTM D 2939.- Emulsiones bituminosas usadas como cubiertas protectoras.
- ASTM D 2995.- Determinación de comparativo para distribuidores de materiales bituminosos.
- ASTM D 4561.- Sistemas de control de calidad para agencias de inspección y prueba.
- NMX-C-097.- Determinación de la temperatura de inflamación de asfaltos rebajados FR y FM (1976-12-09).
- NMX-C-098.- Destilación de asfaltos rebajados (1978-07-20).
- NMX-C-101.- Determinación del residuo de 100 de penetración en asfaltos rebajados (1974-08-09).

- NMX-C-103.- Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas (1976-08-17).
- NMX-C-104.- Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-113.- Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas (1977-05-12).
- NMX-C-256.- Viscosidad de emulsiones asfálticas (1978-03-03).
- NMX-C 266.- Cubrimiento del material pétreo por emulsiones asfálticas (1978-12-28).
- NMX-C-268.- Asfaltos rebajados de fraguado medio FM (1979-01-02).
- NMX-C-269.- Emulsiones asfálticas catiónicas. Características de rompimiento (1979-01-02).
- NMX-C-276.- Determinación de pH de emulsiones asfálticas (1979-04-25).
- NMX-C-286.- Determinación de la desemulsibilidad de emulsiones asfálticas (1979-08-28).
- NMX-C-287.- Emulsiones asfálticas aniónicas de fraguado lento. Determinación de la miscibilidad con cemento Portland (1979-08-28).
- NMX-C-288.- Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN - 6.5M (1979-08-28).
- NMX-C-295.- Especificaciones de las emulsiones aniónicas (1980-05-07).
- Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.
- Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.
- SSPWC 203.2.- Materiales para construcción, asfaltos líquidos.
- SSPWC 203.3.- Materiales para construcción, emulsiones asfálticas.
- SSPWC 302.1.- Métodos de construcción, superficies de rodamiento, caminos asfaltados.

#### **K.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

Por ningún motivo deberán aplicarse los materiales asfálticos cuando la temperatura ambiental esté por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. Asimismo, no deberán aplicarse cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince grados Celsius, cuando la superficie se encuentre con agua libre o encharcada, cuando haya amenaza de lluvia o cuando la velocidad del viento impida que la aplicación con petrolizadora o con el equipo indicado sea uniforme.

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de impregnación, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente.

Si la base se ha deteriorado o destruido por no haber sido impregnada a su debido tiempo, deberá reacondicionarse para dejarla de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente. Todas las operaciones y los materiales necesarios para dicho fin, serán por cuenta y costo del Constructor, si el deterioro o la destrucción de la base fue por causas imputables al mismo.

Las estructuras de la vialidad o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, hidrantes, mobiliario urbano, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre

otras, se protegerán adecuadamente, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

Cuando a pesar del barrido, se presente una superficie de textura muy cerrada y muy seca, puede darse un riego ligero de agua para desalojar el aire retenido principalmente por las partículas más finas y que impide que la aplicación del riego de material asfáltico sea satisfactoria; se dejará evaporar este riego de agua según lo indicado y cuando la superficie se encuentre en las condiciones adecuadas, se realizará el riego de impregnación.

En caso de que se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos. Si se utilizan asfaltos rebajados, éstos no podrán aplicarse cuando la capa por cubrir esté húmeda.

La Autoridad Correspondiente verificará el correcto funcionamiento de la petrolizadora o equipo adecuado que se utilizará para el riego de impregnación, revisará que se encuentre en óptimas condiciones de operación, que cuente con sistema de calentamiento y de medición (volumen y temperatura), bomba de presión, tacómetro, velocímetro, barra para riego con espreas regulables (aspersores) y todo lo necesario para su correcta aplicación.

Para las zonas de difícil acceso o cuando las condiciones particulares lo requieran, la Autoridad Correspondiente autorizará la utilización de equipo manual adecuado previa revisión de las condiciones del mismo, por ejemplo el bacheador manual.

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, deberá ser aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir y de preferencia en las horas más calurosas del día; generalmente la cantidad que se aplica por metro cuadrado, estará dentro de un rango de 0.9 y 1.5 lts/m<sup>2</sup>. Las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se cubrirán con un material adecuado para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha protección y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico. Asimismo, se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras partes de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento triple). La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio o dos tercios del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, según se trate de cubrimiento doble o triple, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto.

La longitud máxima de base impregnada sin cubrir con la carpeta asfáltica será fijada en cada caso por el proyecto y/o por la Autoridad Correspondiente.

La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar firmemente adherido. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo ordene la Autoridad Correspondiente, la penetración del riego de impregnación deberá ser como mínimo de siete milímetros.

En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido, utilizando para ello arena y barredora mecánica rotatoria autopropulsada o el material y equipo adecuados que se indiquen. Las deficiencias que por esta causa se presenten, deben ser corregidas por cuenta y costo del Constructor.

La superficie impregnada permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito durante las 24 horas siguientes a su terminación o durante el tiempo que determine la Autoridad Correspondiente, una vez que se haya producido la penetración establecida en el proyecto u ordenada por la Autoridad Correspondiente. No se iniciará la construcción de la siguiente capa sino hasta que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre y el agua o solvente, según sea el caso, se haya eliminado.

Cualquier deterioro que se origine en la capa impregnada por la apertura anticipada al tránsito u otras causas imputables al Constructor, como por ejemplo, atrasos en el programa ejecutivo de obra, tendrá que ser reparado por su cuenta y costo, así como la reposición de la misma, en caso de ser necesario. Cuando por causas de fuerza mayor y previa autorización de la Autoridad Correspondiente, sea necesario abrir al tránsito una superficie impregnada antes de que ocurran las condiciones establecidas, la superficie cubierta con el riego de impregnación se cubrirá con arena u otro material de esas características, en la cantidad y con el procedimiento que apruebe la Autoridad Correspondiente. Inmediatamente antes de la etapa siguiente, deberá efectuarse limpieza de la superficie con barredora mecánica rotatoria autopropulsada o el equipo adecuado que se indique.



**Figura K.1** Petrolizadoras típicas para aplicar el riego de impregnación.



**Figura K.2** Bacheadoras utilizadas para la aplicación del riego de impregnación en zonas de acceso difícil.

Una vez que se ha producido la penetración establecida del material asfáltico en la base impregnada y la superficie terminada ha sido aceptada por la Autoridad Correspondiente, se procederá a la renivelación de pozos de visita, coladeras pluviales y registros para válvulas, de acuerdo con el procedimiento y los detalles fijados en el proyecto u ordenados por la Autoridad Correspondiente.

## K.5 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida para el riego de impregnación será el metro cuadrado terminado en obra y el volumen de material asfáltico utilizado se verificará en la petrolizadora.

## **RIEGO DE LIGA**

## **L RIEGO DE LIGA**

### **L.1 DEFINICIÓN**

Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Se utiliza para ligar o unir entre sí las capas de sub-base o base hidráulica con la carpeta asfáltica, para riegos de sello o para unir sobrecarpetas.

### **L.2 MATERIALES**

Los materiales que deberán emplearse en el riego de liga, serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones, del tipo fijado en el proyecto u ordenado por la Autoridad Correspondiente. Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Autoridad Correspondiente, se empleará un aditivo del tipo y en la proporción que se indique.

Los materiales asfálticos utilizados para el riego de liga deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el apartado “J Materiales asfálticos”, de las presentes Normas Técnicas.

### **L.3 REFERENCIAS**

- ASTM D 5.- Penetración de materiales bituminosos.
- ASTM D 36.- Punto de ablandamiento del betún.
- ASTM D 70.- Gravedad específica de materiales bituminosos.
- ASTM D 113.- Ductilidad de materiales bituminosos.
- ASTM D 140.- Muestreo de materiales bituminosos.
- ASTM D 244.- Emulsiones asfálticas (métodos de prueba).
- ASTM D 402.- Destilación para productos asfálticos de rompimiento.
- ASTM D 466.- Prueba de películas depositadas de emulsiones bituminosas.
- ASTM D 946.- Grado de penetración del cemento asfáltico.
- ASTM D 977.- Emulsiones asfálticas (especificaciones).
- ASTM D 1754.- Efecto del calor y aire sobre materiales asfálticos (método de prueba).
- ASTM D 2026.- Asfaltos de rompimiento bajo.
- ASTM D 2027.- Asfaltos de rompimiento medio.
- ASTM D 2028.- Asfaltos de rompimiento rápido.
- ASTM D 2042.- Solubilidad de materiales asfálticos.
- ASTM D 2170.- Viscosidad cinemática de asfaltos.
- ASTM D 2171.- Viscosidad de los asfaltos.
- ASTM D 2397.- Emulsiones catiónicas de asfalto.
- ASTM D 2939.- Emulsiones bituminosas usadas como cubiertas protectoras.
- ASTM D 2995.- Determinación de comparativo para distribuidores de materiales bituminosos.
- ASTM D 4561.- Sistemas de control de calidad para agencias de inspección y prueba.
- NMX-C-093.- Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos (1975-03-25).
- NMX-C-097.- Determinación de la temperatura de inflamación de asfaltos rebajados FR y FM (1976-12-09).
- NMX-C-098.- Destilación de asfaltos rebajados (1978-07-20).

- NMX-C-099.- Determinación del contenido de agua por destilación de emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-101.- Determinación del residuo de 100 de penetración en asfaltos rebajados (1974-08-09).
- NMX-C-103.- Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas (1976-08-17).
- NMX-C-104.- Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-113.- Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas (1977-05-12).
- NMX-C-186.- Determinación de la carga eléctrica de la partícula de emulsiones asfálticas (1978-09-08).
- NMX-C-197.- Cementos asfálticos (1978-04-24).
- NMX-C-198.- Asfaltos rebajados de fraguado rápido FR (1978-11-15).
- NMX-C-256.- Viscosidad de emulsiones asfálticas (1978-03-03).
- NMX-C-266.- Cubrimiento del material pétreo por emulsiones asfálticas (1978-12-28).
- NMX-C-269.- Emulsiones asfálticas catiónicas. Características de rompimiento (1979-01-02).
- NMX-C-276.- Determinación de pH de emulsiones asfálticas (1979-04-25).
- NMX-C-286.- Determinación de la desemulsibilidad de emulsiones asfálticas (1979-08-28).
- NMX-C-287.- Emulsiones asfálticas aniónicas de fraguado lento. Determinación de la miscibilidad con cemento Portland (1979-08-28).
- NMX-C-288.- Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN - 6.5M (1979-08-28).
- NMX-C-295.- Especificaciones de las emulsiones aniónicas (1980-05-07).
- Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.
- Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.
- SSPWC 203.2.- Materiales para construcción, asfalto líquido.
- SSPWC 203.3.- Materiales para construcción, emulsiones asfálticas.
- SSPWC 203.4.- Materiales para construcción, asfalto refinado con aire.

#### L.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Por ningún motivo deberán aplicarse los materiales asfálticos cuando la temperatura ambiental esté por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. Asimismo, no deberán aplicarse cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince grados Celsius, cuando la superficie se encuentre con agua libre o encharcada, cuando haya amenaza de lluvia o cuando la velocidad del viento impida que la aplicación con petrolizadora o con el equipo indicado sea uniforme.

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de liga, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente.

Si la base impregnada se ha deteriorado o destruido por causas imputables al Constructor, éste deberá reacondicionarla para dejarla de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo

ordenado por la Autoridad Correspondiente. Todas las operaciones y los materiales necesarios para dicho fin, serán por su cuenta y costo.

Las estructuras de la vialidad o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, hidrantes, mobiliario urbano, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán adecuadamente, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

En caso de que se utilicen emulsiones asfálticas y para retrasar su rompimiento, ocasionalmente es necesario un riego ligero de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos. Si se utilizan cementos asfálticos o asfaltos rebajados, éstos no podrán aplicarse cuando la capa por cubrir esté húmeda.

La Autoridad Correspondiente verificará el correcto funcionamiento de la petrolizadora o equipo adecuado que se utilizará para el riego de liga, revisará que se encuentre en óptimas condiciones de operación, que cuente con sistema de calentamiento y de medición (volumen y temperatura), bomba de presión, tacómetro, velocímetro, barra para riego con espreas regulables (aspersores) y todo lo necesario para su correcta aplicación.

Para las zonas de difícil acceso o cuando las condiciones particulares lo requieran, la Autoridad Correspondiente autorizará la utilización de equipo manual adecuado previa revisión de las condiciones del mismo, por ejemplo el bacheador manual.

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, deberá ser aplicado uniformemente sobre la superficie que quedará cubierta con la carpeta en el mismo día y de preferencia en las horas con las temperaturas más altas; generalmente la cantidad que se aplica por metro cuadrado, estará dentro de un rango de 0.4 y 0.5 lts/m<sup>2</sup>. Las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se cubrirán con un material adecuado para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha protección y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico. Asimismo, se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras partes de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento triple). La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio o dos tercios del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, según se trate de cubrimiento doble o triple, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto. Este riego deberá darse inmediatamente antes de iniciar el tendido de la mezcla asfáltica, dejando transcurrir, entre ambas operaciones, el tiempo necesario para que el material asfáltico regado adquiera la viscosidad adecuada, con el fin de asegurar su adherencia en la superficie impregnada. En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido.

La superficie cubierta por el riego de liga permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que sea construida la carpeta asfáltica. Cualquier deterioro que se origine en el riego

aplicado, por el tránsito de vehículos u otras causas imputables al Constructor, será reparado por su cuenta y costo.

El Constructor deberá recabar la aprobación de la Autoridad Correspondiente, con respecto a la mezcla asfáltica, procedimiento constructivo y equipo por utilizar, antes de dar inicio con los trabajos de construcción de la carpeta asfáltica.

#### **L.5 UNIDAD DE MEDIDA**

La unidad de medida para el riego de liga será el metro cuadrado terminado en obra y el volumen de material asfáltico utilizado se verificará en la petrolizadora.

## **RIEGO DE SELLO**

## M RIEGO DE SELLO

### M.1 DEFINICIÓN

Es la aplicación de un riego de material asfáltico, que se cubre con una capa de material pétreo triturado de una composición granulométrica determinada, para impermeabilizar la carpeta, protegerla contra el desgaste y proporcionar una superficie de aspecto uniforme y resistente al derrapamiento.

### M.2 MATERIALES

Los materiales pétreos que se empleen en la construcción de riego de sello, serán los números 3-A o 3-E (T.M.A. 3/8"), así como el 3-B (T.M.A. 1/4"), de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente. Deberán estar secos y limpios (libres de humedad, polvo y materias extrañas). De ser necesario, se aplicará un tratamiento de lavado para eliminar o reducir el polvo que lo cubre y mejorar sus características de adherencia.

Los materiales asfálticos que se utilizarán serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones, los cuales deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el apartado "J Materiales asfálticos", de las presentes Normas Técnicas. Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Autoridad Correspondiente, se empleará un aditivo del tipo y en la proporción que se indique.

Para cada caso y tomando en cuenta las condiciones de la carpeta por sellar y las características del material pétreo que se empleará en el riego, la Autoridad Correspondiente determinará mediante pruebas sobre la superficie por cubrir, las cantidades que, tanto de los materiales pétreos como de asfalto, deban utilizarse para el riego de sello. En términos generales, las cantidades de materiales que deban aplicarse, en litros por metro cuadrado, estarán comprendidas dentro de los límites que se indican en la siguiente tabla:

Materiales	Tamaño del material pétreo	
	3-A	3-E
Cemento asfáltico (lt/m <sup>2</sup> )	0.7 a 1.0	0.8 a 1.0
Material pétreo (lt/m <sup>2</sup> )	8 a 10	9 a 11

- 1 El cemento asfáltico considerado en esta tabla se refiere al que existe en los materiales asfálticos que se empleen.
- 2 Para calcular la cantidad de material asfáltico por aplicar, deberá dividirse el valor anotado en esta tabla, entre el contenido de cemento que presente el material asfáltico utilizado, ambos expresados en litros.
- 3 El contenido de finos en porcentaje del material pétreo deberá ser menor del 5%.

**Tabla M-1** Dosificación de materiales para el riego de sello 3-A y 3-E.

### M.3 REFERENCIAS

- ASTM D 5.- Penetración de materiales bituminosos.  
 ASTM D 36.- Punto de ablandamiento del betún.  
 ASTM D 70.- Gravedad específica de materiales bituminosos.

- ASTM D 113.- Ductilidad de materiales bituminosos.
- ASTM D 140.- Muestreo de materiales bituminosos.
- ASTM D 242.- Relleno mineral para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 244.- Emulsiones asfálticas (métodos de prueba).
- ASTM D 290.- Inspección de plantas de mezclas bituminosas.
- ASTM D 402.- Destilación para productos asfálticos de rompimiento.
- ASTM D 448.- Tamaño de agregados para la construcción de caminos y puentes.
- ASTM D 466.- Prueba de películas depositadas de emulsiones bituminosas.
- ASTM D 490.- Sello asfáltico en carreteras.
- ASTM D 546.- Análisis de criba de rellenos minerales para pavimentos.
- ASTM D 633.- Corrección de volumen para sello de carreteras.
- ASTM D 692.- Agregados ordinarios para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 946.- Grado de penetración del cemento asfáltico.
- ASTM D 977.- Emulsiones asfálticas, (especificaciones).
- ASTM D 979.- Muestreo de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 995.- Plantas de mezclado en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 1073.- Agregados finos para mezclas bituminosas para pavimentos.
- ASTM D 1188.- Volumen específico y densidad de impacto en mezclas bituminosas.
- ASTM D 1559.- Resistencia para fluidos plásticos de mezclas bituminosas, Aparato Marshall.
- ASTM D 1754.- Efecto del calor y aire sobre materiales asfálticos (método de prueba).
- ASTM D 1856.- Recuperación de asfalto de una solución por el método de Abson.
- ASTM D 2026.- Asfaltos de rompimiento bajo.
- ASTM D 2027.- Asfaltos de rompimiento medio.
- ASTM D 2028.- Asfaltos de rompimiento rápido.
- ASTM D 2041.- Gravedad específica y densidad de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 2042.- Solubilidad de materiales asfálticos.
- ASTM D 2170.- Viscosidad cinemática de asfaltos.
- ASTM D 2171.- Viscosidad de los asfaltos.
- ASTM D 2172.- Extracción cuantitativa de betún de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 2397.- Emulsiones catiónicas de asfalto.
- ASTM D 2939.- Emulsiones bituminosas usadas como cubiertas protectoras.
- ASTM D 2995.- Determinación de comparativo para distribuidores de materiales bituminosos.
- ASTM D 3381.- Grado de viscosidad del cemento asfáltico.
- ASTM D 3515.- Mezclado y tendido en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 3910.- Diseño, prueba y construcción de sellos de mezcla pastosa (slurry).
- ASTM D 4561.- Sistemas de control de calidad para agencias de inspección y prueba.
- NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).
- NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).
- NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).
- NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).
- NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).
- NMX-C-329.- Determinación de granulometría de la arena de sílice (1974-07-05).
- NMX-C-330.- Arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-331.- Determinación del sílice en arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-348.- Determinación del manchado de los agregados en el concreto (1987-10-30).
- NMX-C-093.- Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos (1975-03-25).

- NMX-C-097.- Determinación de la temperatura de inflamación de asfaltos rebajados FR y FM (1976-12-09).
- NMX-C-098.- Destilación de asfaltos rebajados (1978-07-20).
- NMX-C-099.- Determinación del contenido de agua por destilación de emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-101.- Determinación del residuo de 100 de penetración en asfaltos rebajados (1974-08-09).
- NMX-C-103.- Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas (1976-08-17).
- NMX-C-104.- Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-113.- Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas (1977-05-12).
- NMX-C-186.- Determinación de la carga eléctrica de la partícula de emulsiones asfálticas (1978-09-08).
- NMX-C-197.- Cementos asfálticos (1978-04-24).
- NMX-C-198.- Asfaltos rebajados de fraguado rápido FR (1978-11-15).
- NMX-C-256.- Viscosidad de emulsiones asfálticas (1978-03-03).
- NMX-C-266.- Cubrimiento del material pétreo por emulsiones asfálticas (1978-12-28).
- NMX-C-269.- Emulsiones asfálticas catiónicas. Características de rompimiento (1979-01-02).
- NMX-C-276.- Determinación de pH de emulsiones asfálticas (1979-04-25).
- NMX-C-286.- Determinación de la desemulsibilidad de emulsiones asfálticas (1979-08-28).
- NMX-C-287.- Emulsiones asfálticas aniónicas de fraguado lento. Determinación de la miscibilidad con cemento Portland (1979-08-28).
- NMX-C-288.- Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN - 6.5M (1979-08-28).
- NMX-C-295.- Especificaciones de las emulsiones aniónicas (1980-05-07).
- Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.
- Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.
- SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.
- SSPWC 203.5.- Materiales para construcción, emulsión-agregado (slurry).
- SSPWC 211.1.- Pruebas para suelos y agregados, análisis de mallas.
- SSPWC 211.4.- Pruebas para suelos y agregados, permeabilidad.
- SSPWC 302.2.- Métodos de construcción, sello asfáltico.
- SSPWC 302.3.- Métodos de construcción, sello ahulado.
- SSPWC 302.4.- Métodos de construcción, emulsión-agregado (slurry).

#### **M.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

Por ningún motivo deberá aplicarse el riego de sello, cuando la temperatura ambiental esté por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. Asimismo, no deberán aplicarse cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince grados Celsius, cuando la superficie se encuentre con agua libre o encharcada, cuando haya amenaza de lluvia o cuando la velocidad del viento impida que la aplicación con petrolizadora o con el equipo indicado, sea uniforme.

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de sello, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente.

Si la superficie sobre la que se efectuará el riego de sello se ha deteriorado o destruido por causas imputables al Constructor, éste deberá reacondicionarla para dejarla de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente. Todas las operaciones y los materiales necesarios para dicho fin, serán por su cuenta y costo.

Las estructuras de la vialidad o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, hidrantes, mobiliario urbano, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán adecuadamente, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

En caso de que se utilicen emulsiones asfálticas y para retrasar su rompimiento, ocasionalmente es necesario un riego ligero de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos. Si se utilizan cementos asfálticos o asfaltos rebajados, éstos no podrán aplicarse cuando la capa por cubrir esté húmeda.

En todos los casos de riego de sello, el Constructor deberá recabar previamente la aprobación de la Autoridad Correspondiente para los materiales, el procedimiento constructivo y el equipo que pretenda usar.

La Autoridad Correspondiente verificará el correcto funcionamiento de la petrolizadora o equipo adecuado que se utilizará para el riego del material asfáltico, revisará que se encuentre en óptimas condiciones de operación, que cuente con sistema de calentamiento y de medición (volumen y temperatura), bomba de presión, tacómetro, velocímetro, barra para riego con espreas regulables (aspersores) y todo lo necesario para su correcta aplicación. Asimismo deberá revisar que el equipo de esparcidores mecánicos se encuentre en óptimas condiciones y el material pétreo adecuado y suficiente para cubrir de inmediato, la superficie cubierta con el riego de material asfáltico, para evitar daños y contaminación del mismo. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias, el Constructor estará obligado a corregirlas o a retirar las máquinas defectuosas, reemplazándolas por otras en buenas condiciones.

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, deberá ser aplicado uniformemente sobre la superficie que quedará cubierta con material pétreo en el mismo día y de preferencia en las horas con las temperaturas más altas. Las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se cubrirán con un material adecuado para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha protección y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico. Asimismo, se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras partes de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento triple). La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio o dos tercios del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, según se trate de

cubrimiento doble o triple, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto. En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido.

Para las zonas de difícil acceso o cuando las condiciones particulares lo requieran, la Autoridad Correspondiente autorizará la utilización de equipo manual adecuado previa revisión de las condiciones del mismo, por ejemplo el bacheador manual.

No deberá aplicarse material asfáltico, si el material pétreo con que se cubrirá el riego contiene una humedad superior a la de absorción o tiene agua superficial, aun cuando se usen aditivos; excepto cuando se empleen emulsiones; en cuyo caso la Autoridad Correspondiente fijará la humedad aceptable.

Inmediatamente después de aplicado adecuadamente el material asfáltico sobre la superficie, se tenderá mecánicamente el material pétreo, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material o retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada. En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos, previa autorización de la Autoridad Correspondiente, se hará el tendido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones. Posteriormente se efectuará el planchado de la superficie con el equipo ligero adecuado autorizado por la Autoridad Correspondiente, únicamente para acomodar las partículas del material, teniendo especial cuidado para no fracturarlas por exceso de planchado.

A continuación se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 Ton a 7.3 Ton. Los compactadores de llantas neumáticas se pasarán alternativamente, el número de veces que sea necesario para asegurar que el máximo del material pétreo se adhiera al material asfáltico. La superficie terminada permanecerá cerrada a todo tipo de tránsito el tiempo que la Autoridad Correspondiente determine que el material asfáltico tiene la consistencia adecuada que evite el desprendimiento del material pétreo. Todo el material pétreo excedente que no se haya adherido, se recolectará mediante la utilización de una barredora mecánica rotatoria autopropulsada o el equipo adecuado indicado, dejando la superficie libre de material suelto. El material excedente no deberá ser reutilizado y será retirado del sitio de la obra.

El riego de sello puede ser premezclado, en cuyo caso, el riego de material asfáltico se hará con una dosificación igual a la mitad de la establecida en el proyecto y la otra mitad será premezclada con el material pétreo, según el procedimiento indicado.

Cuando se trate de dos o más aplicaciones de riego de sello, se dejará transcurrir el tiempo fijado en el proyecto o indicado por la Autoridad Correspondiente, el cual no será menor de 24 horas, entre la aplicación del último riego de material asfáltico y la terminación de la capa correspondiente al material pétreo del riego precedente.

## **M.5 UNIDAD DE MEDIDA**

La unidad de medida para el riego de sello será el metro cuadrado terminado en obra. El volumen del material asfáltico utilizado se verificará en la petrolizadora y el volumen del material pétreo empleado se verificará en los vehículos de transporte, previamente a la aplicación de los mismos.



*Figura M.1 Etapas durante la aplicación del riego de sello.*

## **MORTEROS ASFÁLTICOS**

## N MORTEROS ASFÁLTICOS

### N.1 DEFINICIÓN

Son mezclas que se elaboran generalmente en frío, con emulsión asfáltica, materiales pétreos de granulometría fina y agua, para ser aplicadas sobre una carpeta asfáltica, con el objeto de restablecer o mejorar las características de resistencia al derrapamiento y la seguridad, impermeabilizarlas, corregir desprendimientos menores y protegerlas del desgaste. En caso de que se indique y bajo las condiciones fijadas, debido a que no tiene función estructural, se podrá aplicar sobre una base impregnada, para proporcionar al usuario una superficie de rodamiento uniforme.

### N.2 MATERIALES

Cuando se requiera un material fino para dar al material pétreo la granulometría especificada, se podrá utilizar cemento Portland o cal hidratada. Los materiales asfálticos que se empleen en la elaboración de mortero asfáltico serán emulsiones aniónicas o catiónicas. Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Autoridad Correspondiente, se empleará un aditivo del tipo y en la proporción que se indique.

De acuerdo con el espesor, este tipo de sello se clasifica en:

- a Tipo I Espesor hasta 2.38 mm (Pasa por Malla No. 8)
- b Tipo II Espesor hasta 6.35 mm (Pasa por Malla No. 1/4")
- c Tipo III Espesor hasta 9.53 mm (Pasa por Malla No. 3/8")

Salvo indicación en contrario, los agregados que se utilicen para la elaboración de un mortero asfáltico, deberán cumplir con las características establecidas en la siguiente tabla:

Malla	Graduación de % que pasa					
	Tipo I		Tipo II		Tipo III	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
3/8"	-----	-----	-----	100	-----	100
No. 4	-----	100	94	100	70	90
No. 8	90	100	65	90	45	70
No. 16	60	90	40	70	28	50
No. 30	40	65	25	50	19	34
No.200	10	20	5	15	5	15
<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>					
Equivalente de arena %	45 mínimo		55 mínimo		60 mínimo	

**Tabla N-1** Granulometría y equivalente de arena de los agregados para la elaboración de un mortero asfáltico.

El tipo de emulsión asfáltica deberá cumplir con las características indicadas en el proyecto y con los requisitos de calidad establecidos en el apartado "J Materiales asfálticos", de las presentes Normas Técnicas.

Los materiales pétreos, el material fino para complementar la granulometría de proyecto, los materiales asfálticos, el agua y los aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas

de mortero asfáltico, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un mortero asfáltico homogéneo, con las características establecidas en el proyecto. El proporcionamiento se determinará mediante el diseño correspondiente de la mezcla, el cual será responsabilidad del Constructor. En términos generales los porcentajes de asfalto y del agua, estarán comprendidos dentro de los límites que se indican en la siguiente tabla:

Componentes	Proporciones en por ciento con respecto al peso seco del material pétreo
Emulsión asfáltica	18 – 25
Agua para dar la consistencia necesaria a la mezcla	10 – 15

**Tabla N-2** Proporciones en por ciento de la emulsión asfáltica y de agua con respecto al peso seco del material pétreo.

Para la verificación del contenido del residuo asfáltico en los morteros de acuerdo a la superficie específica por cubrir se tomarán los siguientes valores:

RESÍDUO ASFÁLTICO EN LOS MORTEROS DE ACUERDO A LA SUPERFICIE ESPECÍFICA POR CUBRIR		
Tipo de sello (Granulometría)	% de Asfalto (Respecto al peso del agregado seco)	
	Mínimo	Máximo
I	10.0	12.0
II	8.0	11.0
III	7.0	12.0

**Tabla N-3** Valores para la verificación del contenido del residuo asfáltico en los morteros.

### N.3 REFERENCIAS

- ASTM D 5.- Penetración de materiales bituminosos.
- ASTM D 36.- Punto de ablandamiento del betún.
- ASTM D 70.- Gravedad específica de materiales bituminosos.
- ASTM D 113.- Ductilidad de materiales bituminosos.
- ASTM D 140.- Muestreo de materiales bituminosos.
- ASTM D 242.- Relleno mineral para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 244.- Emulsiones asfálticas (métodos de prueba).
- ASTM D 290.- Inspección de plantas de mezclas bituminosas.
- ASTM D 402.- Destilación para productos asfálticos de rompimiento.
- ASTM D 448.- Tamaño de agregados para la construcción de caminos y puentes.
- ASTM D 466.- Prueba de películas depositadas de emulsiones bituminosas.
- ASTM D 490.- Sello asfáltico en carreteras.
- ASTM D 546.- Análisis de criba de rellenos minerales para pavimentos.
- ASTM D 633.- Corrección de volumen para sello de carreteras.
- ASTM D 692.- Agregados ordinarios para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 946.- Grado de penetración del cemento asfáltico.
- ASTM D 977.- Emulsiones asfálticas, (especificaciones).
- ASTM D 979.- Muestreo de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 995.- Plantas de mezclado en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 1073.- Agregados finos para mezclas bituminosas para pavimentos.
- ASTM D 1188.- Volumen específico y densidad de impacto en mezclas bituminosas.

ASTM D 1559.- Resistencia para fluidos plásticos de mezclas bituminosas, Aparato Marshall.  
ASTM D 1754.- Efecto del calor y aire sobre materiales asfálticos (método de prueba).  
ASTM D 1856.- Recuperación de asfalto de una solución por el método de Abson.  
ASTM D 2026.- Asfaltos de rompimiento bajo.  
ASTM D 2027.- Asfaltos de rompimiento medio.  
ASTM D 2028.- Asfaltos de rompimiento rápido.  
ASTM D 2041.- Gravedad específica y densidad de mezclas de pavimentos bituminosos.  
ASTM D 2042.- Solubilidad de materiales asfálticos.  
ASTM D 2170.- Viscosidad cinemática de asfaltos.  
ASTM D 2171.- Viscosidad de los asfaltos.  
ASTM D 2172.- Extracción cuantitativa de betún de mezclas de pavimentos bituminosos.  
ASTM D 2397.- Emulsiones catiónicas de asfalto.  
ASTM D 2939.- Emulsiones bituminosas usadas como cubiertas protectoras.  
ASTM D 2995.- Determinación de comparativo para distribuidores de materiales bituminosos.  
ASTM D 3381.- Grado de viscosidad del cemento asfáltico.  
ASTM D 3515.- Mezclado y tendido en caliente de pavimentos bituminosos.  
ASTM D 3910.- Diseño, prueba y construcción de sellos de mezcla pastosa (slurry).  
ASTM D 4561.- Sistemas de control de calidad para agencias de inspección y prueba.  
NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).  
NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).  
NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).  
NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).  
NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).  
NMX-C-329.- Determinación de granulometría de la arena de sílice (1974-07-05).  
NMX-C-330.- Arena de sílice (1964-07-11).  
NMX-C-331.- Determinación del sílice en arena de sílice (1964-07-11).  
NMX-C-099.- Determinación del contenido de agua por destilación de emulsiones asfálticas (1975-03-25).  
NMX-C-103.- Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas (1976-08-17).  
NMX-C-104.- Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas (1975-03-25).  
NMX-C-113.- Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas (1977-05-12).  
NMX-C-186.- Determinación de la carga eléctrica de la partícula de emulsiones asfálticas (1978-09-08).  
NMX-C-256.- Viscosidad de emulsiones asfálticas (1978-03-03).  
NMX-C-266.- Cubrimiento del material pétreo por emulsiones asfálticas (1978-12-28).  
NMX-C-269.- Emulsiones asfálticas catiónicas. Características de rompimiento (1979-01-02).  
NMX-C-276.- Determinación de pH de emulsiones asfálticas (1979-04-25).  
NMX-C-286.- Determinación de la desemulsibilidad de emulsiones asfálticas (1979-08-28).  
NMX-C-287.- Emulsiones asfálticas aniónicas de fraguado lento. Determinación de la miscibilidad con cemento Portland (1979-08-28).  
NMX-C-288.- Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN - 6.5M (1979-08-28).  
NMX-C-295.- Especificaciones de las emulsiones aniónicas (1980-05-07).  
Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.  
Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.

Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.  
SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.  
SSPWC 203.5.- Materiales para construcción, emulsión-agregado slurry.  
SSPWC 211.1.- Pruebas para suelos y agregados, análisis de mallas.  
SSPWC 211.4.- Pruebas para suelos y agregados, permeabilidad.  
SSPWC 302.2.- Métodos de construcción, sello asfáltico.  
SSPWC 302.3.- Métodos de construcción, sello ahulado.  
SSPWC 302.4.- Métodos de construcción, emulsión-agregado (slurry).

#### **N.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

El mortero asfáltico se elaborará con equipo especial del tipo mezcladora-extendedora móvil, que deberá constar, en términos generales de:

- a Tolva de capacidad adecuada para los materiales pétreos y estará equipada para recibirlos directamente de los camiones o equipo de transporte adecuado.
- b Depósitos especiales para el material fino que complemente la granulometría de proyecto, para el material asfáltico, para los aditivos y para el agua.
- c Dispositivos para la dosificación de los materiales. La bomba de presión, así como los dispositivos de medición del material pétreo y del material asfáltico, estarán calibrados adecuadamente y serán revisados periódicamente para que el mortero se elabore con la dosificación adecuada y producción continua.
- d Cámara mezcladora que asegure la correcta incorporación de los materiales para producir un mortero uniforme, que cuente con una compuerta para el control de la descarga. El mecanismo de mezclado será examinado diariamente para detectar desgastes excesivos o un funcionamiento defectuoso.
- e Barra rociadora para humedecer la superficie por cubrir.
- f Distribuidor que asegure un flujo continuo y un extendido uniforme en todo el ancho de aplicación.

Las características de la mezcla deberán ser tales, que permitan en general que se establezca una vez tendida, en un período comprendido entre una y cinco horas.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas. No se cubrirán carpetas con mortero asfáltico sobre superficies con agua libre o encharcada, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo, cuando la velocidad del viento impida su correcta aplicación, cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los cuatro grados Celsius o cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los cuatro grados Celsius. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

Inmediatamente antes de iniciar la aplicación del mortero asfáltico, la superficie de trabajo deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. En caso de requerirse, la superficie por cubrir deberá ser lavada con agua, se limpiarán las grietas en la forma que indique la Autoridad Correspondiente en cada caso, se rellenarán éstas y las depresiones que existan. Cuando así lo indique el proyecto, previo a la construcción de la carpeta de mortero asfáltico, se deberá hacer un fresado de toda la superficie por cubrir, para eliminar los defectos superficiales de la carpeta original. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Autoridad Correspondiente, antes de iniciar el tendido de la carpeta, se aplicará un riego ligero de agua previo en toda la superficie por cubrir, pero no se tenderá sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

Inmediatamente después de elaborado el mortero asfáltico, se extenderá y se conformará con una mezcladora-extendedora autopropulsada, de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme, ajustando la compuerta de salida del mezclador y la altura del distribuidor. Sin embargo, en áreas irregulares y previa autorización de la Autoridad Correspondiente, el mortero asfáltico puede tenderse y terminarse a mano. El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la mezcladora-extendedora. Por ningún motivo se permitirá el tendido de mortero que no haya sido elaborado en la mezcladora-extendedora y a menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, el tendido se hará en una sola capa.

Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias, el Constructor estará obligado a corregirlas o a retirar las máquinas defectuosas y reemplazarlas por otras en buenas condiciones. El proyecto y/o la Autoridad Correspondiente fijarán al Constructor los tramos donde deba aplicarse el mortero asfáltico; asimismo, fijará cuando deba hacerse el trabajo y la longitud de cada etapa de aplicación.

Se tendrá especial cuidado para que el enrasador del equipo traslape las juntas de tres a cinco centímetros y que el control del espesor sea ajustado de tal manera que el material quede al mismo nivel de la capa previamente tendida, para que el pavimento quede con los niveles de proyecto. El tendido del mortero asfáltico se hará cubriendo como mínimo el ancho total del carril. Al inicio del tendido y durante la ejecución de los trabajos, las tolvas de la mezcladora-extendedora estarán completamente llenas, para evitar la segregación de los materiales de la mezcla. No se permitirá el tendido del mortero si existe segregación. Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la mezcladora-extendedora que presenten residuos de mortero. Una vez extendido el mortero asfáltico, se evitará el tránsito vehicular sobre la superficie tratada, hasta que haya fraguado suficientemente, para evitar que la carpeta sea desprendida. El tiempo de fraguado se determinará en campo, de acuerdo con las condiciones climáticas, el tipo de emulsión asfáltica utilizada, las proporciones de los ingredientes y el propio comportamiento del mortero. La superficie de la carpeta terminada, quedará limpia, presentará una textura y acabado uniformes y quedará libre de obstrucciones que interfieran con los escurrimientos.

En la Figura N.1 se muestra un esquema del equipo tipo mezcladora-extendedora para mortero asfáltico y los elementos principales que lo componen. Cuando el proyecto y/o la Autoridad Correspondiente indiquen que debe procederse por capas, se dejará transcurrir entre una y otra el tiempo necesario para la estabilización de cada capa.

## **N.5 UNIDAD DE MEDIDA**

Se tomará como unidad de medida para el mortero asfáltico, el metro cuadrado de superficie terminado en obra, de acuerdo con lo establecido en el catálogo de conceptos correspondiente.

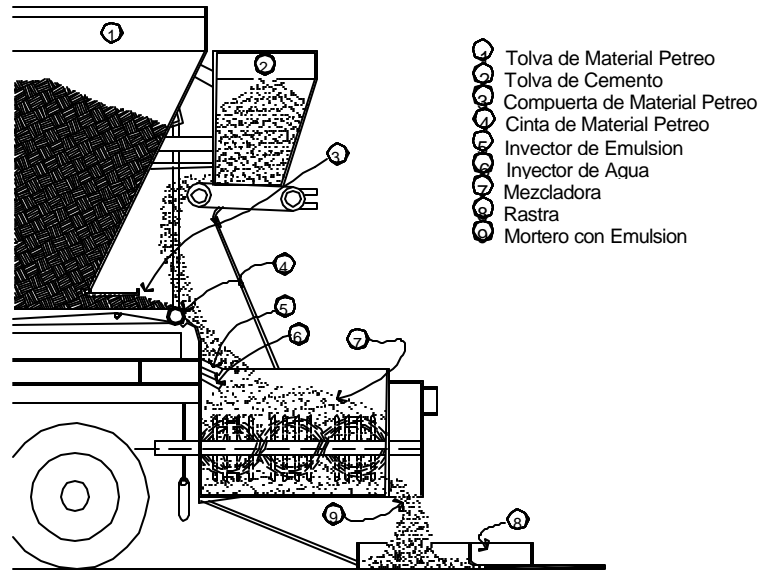


Figura N.1 Esquema del equipo típico para la mezcla y aplicación del mortero asfáltico.



Figura N.2 Aplicación de mortero asfáltico.

## **SUPERFICIES DE RODAMIENTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

## **O SUPERFICIES DE RODAMIENTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

### **O.1 CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA ELABORADA EN CALIENTE**

#### **a Definición y clasificación**

Son las carpetas asfálticas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla homogénea de materiales pétreos seleccionados y cemento asfáltico, modificado o no, elaborada en una planta estacionaria, con las proporciones adecuadas y utilizando calor como vehículo de incorporación; para proporcionar al usuario una superficie de rodamiento uniforme, cómoda, segura, bien drenada y con características de resistencia al derrapamiento y al intemperismo.

Según la granulometría del material pétreo que se utilice, pueden ser de granulometría densa, semiabierta o abierta.

Las carpetas de granulometría densa, cuando se construyen de un espesor mayor o igual que cuatro centímetros, tienen la función estructural de soportar y distribuir las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

Las carpetas de granulometría semiabierta o abierta se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla elaborada generalmente en caliente, de cemento asfáltico, modificado o no y materiales pétreos de granulometría uniforme, con bajo contenido de finos y alto porcentaje de vacíos. No tienen función estructural y generalmente se construyen sobre la superficie de una carpeta asfáltica de granulometría densa, con la finalidad principal de permitir que el agua proveniente de la 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 rodamiento, 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, restableciendo o mejorando las características de comodidad y seguridad de la superficie de rodamiento.

#### **b Materiales**

En la elaboración de estas carpetas asfálticas se emplearán exclusivamente cementos asfálticos, modificados o no y materiales pétreos seleccionados. Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales pétreos, del material asfáltico o de la interacción entre ambos utilizando aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Autoridad Correspondiente; en ambos casos deberá justificarse técnicamente la necesidad del mismo.

Únicamente se utilizarán materiales alternativos para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla elaborada en caliente; como emulsiones asfálticas o asfaltos modificados, cuando sean fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente, tomando como base la justificación respectiva de su utilización, mediante la comprobación de su funcionalidad y factibilidad con análisis y estudios de laboratorio, de acuerdo con las condiciones físicas, geográficas, geológicas y climáticas de la localidad donde se pretenda construir la obra.

**1 Materiales pétreos.** Materiales pétreos seleccionados por sus características físicas, que aglutinados con un material asfáltico, se emplean en la construcción de carpetas y mezclas asfálticas.

Los materiales pétreos seleccionados que se empleen, requieran o no lavado, deberán ser de los tipos que se indican a continuación:

- Materiales que requieren ser cribados. Son los materiales poco o nada cohesivos, que al extraerlos quedan sueltos y que deben ser cribados según una de las condiciones siguientes:
  - Por una malla, para eliminar el desperdicio de los tamaños mayores de: 25 mm (1"), 19 mm (3/4"), 13 mm (1/2") o 6 mm (1/4").
  - Por dos mallas, para eliminar el desperdicio de los tamaños mayores de: 25 mm (1"), 19 mm (3/4"); y los tamaños menores que en cada caso se especifiquen.
  - Por tres mallas, para eliminar el desperdicio de los tamaños mayores de: 25 mm (1"), 19 mm (3/4"); y obtener además, en cada caso, materiales separados con tamaños máximos de 13 mm (1/2") y 6 mm (1/4").
  - Por varias mallas, para producir los materiales pétreos necesarios para la construcción de carpetas por el sistema de riegos o sea: uno de los materiales 3-A, 3-B, o 3-E, con dos mallas; materiales 2 y 3-B, con tres mallas; y materiales 1, 2, y 3-B, con cuatro mallas.
- Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados. Son los materiales poco o nada cohesivos, o bien, materiales cohesivos que al extraerlos resultan terrones que pueden disgregarse y que según su composición granulométrica, contienen en cada caso, partículas mayores que la dimensión requerida. Estos materiales deberán ser triturados y cribados según una de las condiciones establecidas en el primer punto anterior.
- Materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados. Estos materiales pueden provenir de piedra extraída de mantos de roca, de piedra de pepena o de piedra suelta de depósitos naturales o desperdicios. Estos materiales deberán ser triturados y cribados según una de las condiciones establecidas en el primer punto anterior.

El proyecto y/o la Autoridad Correspondiente, fijarán los materiales que deberán ser lavados y el procedimiento requerido, para eliminar arcilla, materia orgánica y otros materiales extraños al pétreo.

Los materiales que requieren ser cribados deberán ser extraídos del banco y cribados por las mallas fijadas, utilizando medios mecánicos que aseguren la separación y eliminación del desperdicio y la separación, en su caso, en los tamaños especificados.

Los materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados deberán ser extraídos del banco, triturados y cribados a través de las mallas fijadas, utilizando medios mecánicos que aseguren la trituración y separación, en su caso, en los tamaños especificados. El material deberá hacerse pasar totalmente por el equipo adecuado, aunque sólo una parte de él se triture, determinando previamente el porcentaje por triturar.

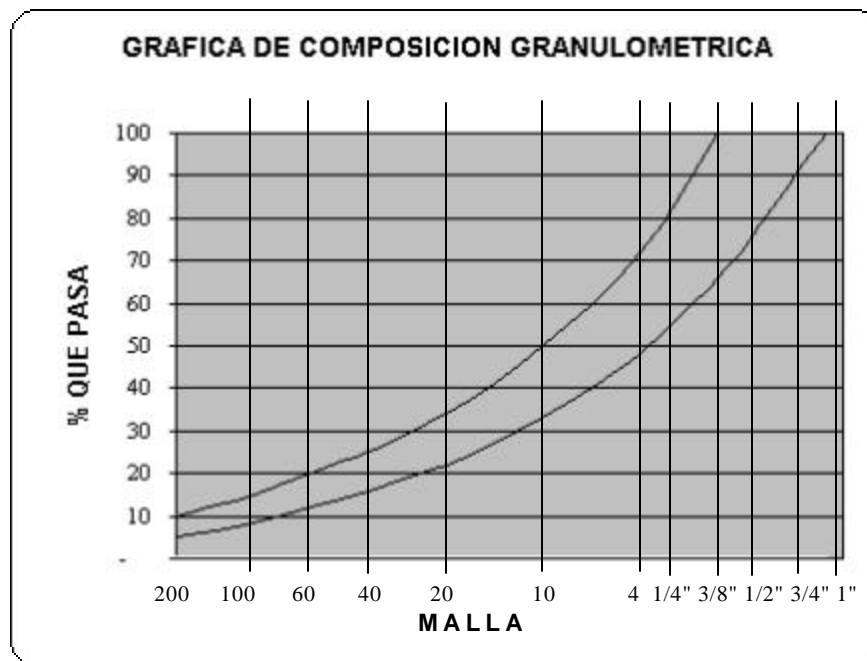
Los materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados deberán ser extraídos, pepenados u obtenidos del depósito natural o desperdicio, triturados y cribados por las

mallas fijadas, con equipo mecánico adecuado para satisfacer la composición granulométrica requerida o la separación, en su caso, en los tamaños estipulados.

Los materiales necesarios para la construcción de carpetas por el sistema de riegos en todos sus tipos, deberán tratarse para eliminar el polvo superficial adherido al material, utilizando para ello un procedimiento que previamente deberá someterse a la aprobación de la Autoridad Correspondiente.

Los materiales aprovechables para la construcción de carpetas y mezclas asfálticas, después de extraídos y de haberles aplicado el(los) tratamiento(s) que requieran, se transportarán al lugar de su utilización o se almacenarán en los sitios que indique la Autoridad Correspondiente.

Únicamente se utilizarán para la construcción de carpetas y mezclas asfálticas, los materiales pétreos verificados por la Autoridad Correspondiente. La gráfica de la curva de composición granulométrica del material se localizará dentro de la zona delimitada por la grafica de calidad establecida en el diseño correspondiente:



**Figura O.1** Gráfica composición granulométrica del material pétreo para carpeta asfáltica.

El material pétreo para ser utilizado en la elaboración de la mezcla asfáltica, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

<b>Material pétreo para elaborar concreto asfáltico</b>	
Tamaño máximo (mm)	38
% Finos (mat.<0.074 mm).	4% máximo
Desgaste de "Los Ángeles" (%)	30% máximo
Forma de las partículas alargadas o laja	35% máximo
Afinidad con el asfalto:	
Desprendimiento por fricción	25% máximo
Equivalente de arena	55% mínimo
Contracción lineal	2% máximo

**Tabla O-1** Requisitos de calidad que deberá cumplir el material pétreo para la elaboración de la mezcla asfáltica.

- 2 Materiales asfálticos.** Materiales bituminosos aglutinantes, modificados o no, que mezclados con materiales pétreos seleccionados, se emplean en la construcción de carpetas y mezclas asfálticas.

El cemento asfáltico modificado o no, utilizado para construcción de carpetas y mezclas asfálticas, deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el apartado "J Materiales asfálticos", de las presentes Normas Técnicas.

El Constructor deberá presentar los reportes de laboratorio que certifiquen la calidad de los materiales asfálticos, los cuales deben cumplir con las indicaciones establecidas en el proyecto o por la Autoridad Correspondiente.

Cuando lo fije el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente, se agregará a los materiales asfálticos algún aditivo del tipo y en la proporción fijados, para mejorar las condiciones de adherencia con los materiales pétreos. La necesidad del aditivo deberá justificarse técnicamente con los estudios respectivos.

### **3 Mezcla asfáltica**

Los materiales pétreos, asfálticos y en su caso aditivos, que se empleen en la elaboración de las carpetas, se mezclarán con el proporcionamiento adecuado para producir una mezcla asfáltica uniforme y homogénea. El proporcionamiento se determinará mediante un diseño para mezclas de granulometría densa, semiabierta o abierta, según se trate, para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente. Este diseño será responsabilidad del Constructor y lo proporcionará con anticipación a la elaboración de la mezcla por utilizar.

El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla es responsabilidad del Constructor, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente.

Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Autoridad Correspondiente, con las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos

utilizados en la elaboración de la carpeta asfáltica, no se obtiene una mezcla con las características de calidad establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Constructor las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de mezcla a otro, hasta que la planta haya sido vaciada completamente y los depósitos de alimentación del material pétreo sean cargados con el nuevo material. El equipo que se utilice será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o aprobada por la Autoridad Correspondiente, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Constructor su selección.

La carpeta asfáltica con mezcla asfáltica elaborada en caliente deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

<b>Carpeta asfáltica elaborada en caliente</b>	
Estabilidad Marshall: $\Sigma L \leq 10^6$ $\Sigma L > 10^6$	700 kg mínimo 1000 kg mínimo
Flujo en milímetros	2 – 4
Porcentaje en vacíos	3 – 5
V.A.M. (V.A.M. = Porcentaje de vacíos del agregado mineral)	14% mínimo
Compactación	95% del P.V.M. de la prueba de diseño Marshall.
(P.V.M. = Peso volumétrico máximo)	
Permeabilidad	10.0% máximo

$\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes de 8.2 Ton (ESAL), esperado durante la vida útil del pavimento.

**Tabla O-2** Requisitos de calidad que deberá cumplir la carpeta asfáltica con mezcla elaborada en caliente.

### c Referencias

- ASTM D 113.- Ductilidad de materiales bituminosos.
- ASTM D 242.- Relleno mineral para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 244.- Emulsiones asfálticas (métodos de prueba).
- ASTM D 290.- Inspección de plantas de mezclas bituminosas.
- ASTM D 402.- Destilación para productos asfálticos de rompimiento.
- ASTM D 448.- Tamaño de agregados para la construcción de caminos y puentes.
- ASTM D 546.- Análisis de criba de rellenos minerales para pavimentos.
- ASTM D 692.- Agregados ordinarios para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 946.- Grado de penetración del cemento asfáltico.
- ASTM D 977.- Emulsiones asfálticas, (especificaciones).
- ASTM D 979.- Muestreo de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 995.- Plantas de mezclado en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 1073.- Agregados finos para mezclas bituminosas para pavimentos.
- ASTM D 1188.- Volumen específico y densidad de impacto en mezclas bituminosas.

- ASTM D 1559.- Resistencia para fluidos plásticos de mezclas bituminosas, Aparato Marshall.
- ASTM D 1754.- Efecto del calor y aire sobre materiales asfálticos (método de prueba).
- ASTM D 1856.- Recuperación de asfalto de una solución por el método de Abson.
- ASTM D 2026.- Asfaltos de rompimiento lento.
- ASTM D 2027.- Asfaltos de rompimiento medio.
- ASTM D 2028.- Asfaltos de rompimiento rápido.
- ASTM D 2041.- Gravedad específica y densidad de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 2171.- Viscosidad de los asfaltos.
- ASTM D 2172.- Extracción cuantitativa de betún de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 2397.- Emulsiones catiónicas de asfalto.
- ASTM D 2950.- Densidad de concretos bituminosos en el lugar por métodos nucleares.
- ASTM D 3381.- Grado de viscosidad del cemento asfáltico.
- ASTM D 3407.- Sellado de juntas vertidas en caliente para concreto y pavimentos asfálticos.
- ASTM D 3515.- Mezclado y tendido en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 4561.- Sistemas de control de calidad para agencias de inspección y prueba.
- ASTM D 5249.- Proveedores de materiales para usarse en frío y en caliente en la aplicación de sellado de juntas de concreto de cemento Portland y juntas de asfalto.
- NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).
- NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).
- NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).
- NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).
- NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).
- NMX-C-196.- Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Ángeles (1984-04-13).
- NMX-C-270.- Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso (1985-08-08).
- NMX-C-329.- Determinación de granulometría de la arena de sílice (1974-07-05).
- NMX-C-330.- Arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-331.- Determinación del sílice en arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-093.- Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos (1975-03-25).
- NMX-C-097.- Determinación de la temperatura de inflamación de asfaltos rebajados FR y FM (1976-12-09).
- NMX-C-098.- Destilación de asfaltos rebajados (1978-07-20).
- NMX-C-099.- Determinación del contenido de agua por destilación de emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-101.- Determinación del residuo de 100 de penetración en asfaltos rebajados (1974-08-09).
- NMX-C-103.- Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas (1976-08-17).
- NMX-C-104.- Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-113.- Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas (1977-05-12).
- NMX-C-136.- Cemento plástico bituminoso (1971-08-18).
- NMX-C-186.- Determinación de la carga eléctrica de la partícula de emulsiones asfálticas (1978-09-08).
- NMX-C-197.- Cementos asfálticos (1978-04-24).
- NMX-C-198.- Asfaltos rebajados de fraguado rápido FR (1978-11-15).
- NMX-C-246.- Determinación del peso específico de materiales bituminosos (1978-11-13).

- NMX-C-256.- Viscosidad de emulsiones asfálticas (1978-03-03).
- NMX-C-266.- Cubrimiento del material pétreo por emulsiones asfálticas (1978-12-28).
- NMX-C-268.- Asfaltos rebajados de fraguado medio FM (1979-01-02).
- NMX-C-269.- Emulsiones asfálticas catiónicas. Características de rompimiento (1979-01-02).
- NMX-C-276.- Determinación de pH de emulsiones asfálticas (1979-04-25).
- NMX-C-286.- Determinación de la desemulsibilidad de emulsiones asfálticas (1979-08-28).
- NMX-C-288.- Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN - 6.5M (1979-08-28).
- NMX-C-295.- Especificaciones de las emulsiones aniónicas (1980-05-07).
- Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.
- Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.
- SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.
- SSPWC 203.1.- Materiales para construcción, pavimento asfáltico.
- SSPWC 203.2.- Materiales para construcción, asfalto líquido.
- SSPWC 203.3.- Materiales para construcción, emulsiones asfálticas.
- SSPWC 203.6.- Materiales para construcción, concreto asfáltico.
- SSPWC 203.7.- Materiales para construcción, concreto asfáltico reciclado.
- SSPWC 203.8.- Materiales para construcción, pintura asfáltica.
- SSPWC 203.9.- Materiales para construcción, selladores asfálticos.
- SSPWC 210.1.- Materiales para construcción, pintura para tráfico.
- SSPWC 211.1.- Pruebas de suelos y agregados, análisis de mallas.
- SSPWC 211.2.- Pruebas de suelos y agregados, compactación.
- SSPWC 211.3.- Pruebas de suelos y agregados, equivalente de arena.
- SSPWC 211.4.- Pruebas de suelos y agregados, permeabilidad.
- SSPWC 213.1.- Materiales para construcción, fábricas de pavimentos.
- SSPWC 214.0.- Materiales para construcción, marcadores y adhesivos para pavimentos.
- SSPWC 302.5.- Métodos de construcción, pavimentos de concreto asfáltico.
- SSPWC 302.7.- Métodos de construcción, fábricas de pavimentos.
- SSPWC 310.5.- Métodos de construcción, señalamiento y pintura para tráfico.
- SSPWC 400.4.- Productos pétreos alternativos, concreto asfáltico.
- SSPWC 600.0.- Asfaltos modificados, requisitos y procesos.

#### **d Procedimiento de Ejecución**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas asfálticas con mezcla en caliente sobre superficies con agua libre o encharcada, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo, cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los quince grados Celsius, o cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, las carpetas de granulometría densa pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

Antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla elaborada en caliente, el Constructor debe instalar las señales y los dispositivos de seguridad y para protección de obra, establecidos en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente. La base deberá estar debidamente terminada, impregnada y preparada, dentro de las líneas y niveles,

exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

La Autoridad Correspondiente fijará en cada caso, el lapso que debe transcurrir entre la impregnación de la base y la iniciación de la construcción de la carpeta, el cual no será menor de 24 horas. Posteriormente, se dará un riego de liga con petrolizadora o con el equipo adecuado, en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, protegiendo adecuadamente las estructuras de la vialidad o contiguas que pudieran mancharse.

Cuando así lo indique el proyecto, previo a la construcción de la carpeta de granulometría semiabierta o abierta, se deberá hacer un fresado de toda la superficie por cubrir, para eliminar los defectos superficiales de la carpeta original.

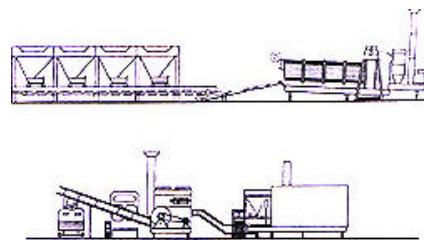
Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta de granulometría semiabierta o abierta, la superficie de la carpeta sobre la que se colocará deberá tener las condiciones adecuadas de drenaje transversal y longitudinal, estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades o depresiones y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente.

En todos los casos de carpetas asfálticas construidas con mezcla elaborada en caliente, el Constructor deberá recabar previamente la aprobación de la Autoridad Correspondiente, tanto del procedimiento de construcción como del equipo que pretenda usar.

El Constructor deberá presentar a la Autoridad Correspondiente los reportes de laboratorio, con los resultados del muestreo y de los ensayos que certifiquen la calidad de los materiales que se pretendan usar para la elaboración de la mezcla asfáltica; además deberá presentar el diseño de la mezcla por elaborar, los cuales deberán ser autorizados previamente por la Autoridad Correspondiente.

El material pétreo deberá ser calentado y secado para que la humedad que contenga sea inferior a 1%, antes de introducirlo a la mezcladora. La temperatura del material pétreo deberá estar comprendida entre 120 °C y 160 °C en el momento de agregarle el cemento asfáltico y la temperatura de la mezcla deberá estar comprendida entre 120 °C y 150 °C al salir de la planta de elaboración. Estas temperaturas podrán variar de acuerdo con los materiales utilizados y el diseño particular de la mezcla correspondiente.

La mezcla asfáltica elaborada en caliente deberá transportarse en vehículos con caja metálica, cubierto con una lona que lo preserve del polvo, materias extrañas y de la pérdida del calor durante el trayecto. La superficie interior de la caja deberá estar siempre libre de residuos de mezcla asfáltica, para evitar que se adhieran a la misma.



**Figura O.2** Planta móvil para la elaboración de mezcla asfáltica.



**Figura O.3** Planta central para la elaboración de mezcla asfáltica en caliente.

La mezcla asfáltica deberá tenderse con el equipo adecuado para este trabajo, del tipo pavimentadora-extendedora autopropulsada, capaz de esparcir y precompactar la capa de carpeta que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse en el sentido transversal, con calefactor para ser calentado en caso necesario y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador y sensores de control de niveles. En áreas irregulares o de difícil acceso, la mezcla asfáltica puede extenderse y terminarse a mano, previa autorización de la Autoridad Correspondiente.

Es recomendable utilizar un equipo especial para verter la mezcla asfáltica a la máquina pavimentadora, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta y evitando la segregación del material pétreo.

La mezcla deberá vaciarse dentro de la caja receptora de la máquina pavimentadora y ser inmediatamente tendida por ésta en el espesor y ancho fijados en el proyecto u ordenados por la Autoridad Correspondiente. La velocidad de operación debe regularse de manera que el tendido siempre sea uniforme en espesor y acabado. El tendido de la mezcla se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la máquina pavimentadora.



**Figura O.4** Tendido de la mezcla asfáltica.

En los pavimentos de granulometría densa, las juntas de construcción longitudinales, en caso de que el tendido se haga en dos o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franja y franja, deberán recortarse aproximadamente a 90° y ligarse con cemento asfáltico o con una emulsión asfáltica de fraguado rápido, antes de proceder al tendido de la siguiente franja. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando máquinas pavimentadoras en batería. La cara expuesta de las juntas transversales deberá recortarse aproximadamente a 45° antes de iniciar el siguiente tendido y también deberán ligarse con cemento asfáltico o con una emulsión asfáltica de fraguado rápido, antes de proceder al tendido del siguiente tramo.

Cuando se trate de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, se pueden evitar las juntas longitudinales utilizando máquinas pavimentadoras en batería. Cuando esto no sea posible, no se utilizarán productos asfálticos para ligar las juntas de dos franjas sucesivas o en la continuación de una franja con otra, debido a la obstrucción que pueden producir al drenaje dentro de la carpeta. Es importante que, por ningún motivo, se obstruya el drenaje interior en cualquier tramo. La cara expuesta de las juntas transversales deberán recortarse aproximadamente a 45° antes de iniciar el extendido del siguiente tramo. No se utilizarán productos asfálticos para ligar los tramos.

En cualquier caso, las juntas longitudinales se dejará una franja de 10 a 15 cm sin compactar, para traslape y compactación con la siguiente franja. La última franja se compactará en todo el ancho. Se tendrá especial cuidado para que el enrasador traslape las juntas y el control del espesor deberá ser ajustado de tal manera que al ser compactado, el pavimento quede con los niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente.

En el caso de carpetas de granulometría densa, de ser necesario, la mezcla se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar. El tendido de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, se hará en una sola capa.

Con la frecuencia necesaria deberán limpiarse perfectamente todas aquellas partes de la máquina pavimentadora en que hayan podido quedar residuos de mezcla. La Autoridad Correspondiente fijará al Constructor la longitud máxima de los tramos en que podrá tenderse la mezcla asfáltica, de acuerdo con el equipo de compactación de que se disponga y de la temperatura ambiente durante las horas laborables.

La mezcla asfáltica para carpetas de granulometría densa deberá tenderse a una temperatura mínima de 110 °C. Después de tendida, inmediatamente deberá plancharse uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora tipo tándem adecuada para dar un acomodo inicial a la mezcla; este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda; con peso de 8 a 10 Ton, una velocidad de 6 a 7 km/h y con tres pasadas como mínimo del rodillo metálico liso. A continuación se ejecutará la compactación final utilizando compactadores neumáticos adecuados; con un peso de 8 a 10 Ton y velocidad de 5 a 7 km/h; para alcanzar un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo de la prueba de Diseño Marshall que fije el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente. La temperatura de la mezcla asfáltica, al iniciarse el acomodo por compactación con el rodillo metálico liso, deberá ser de 100 °C a 110 °C, la compactación final mediante la aplicación de compactadores neumáticos se iniciará como mínimo a los 85 °C y en general, la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura mínima de 65 °C.



**Figura O.5** Trabajos de compactación de la mezcla asfáltica.

En el caso de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, inmediatamente después de extendida la mezcla asfáltica, será compactada, mediante dos pasadas con compactadores de rodillo liso metálico estático, con una masa mínima de diez toneladas. Podrá reducirse a una pasada, si se detecta un posible fracturamiento del material pétreo.

Las temperaturas para el manejo y el trabajo de la mezcla asfáltica elaborada en caliente, así como los pesos y velocidades del equipo de compactación, podrán variar de acuerdo con los materiales utilizados y el diseño particular de la mezcla correspondiente. El Constructor determinará, mediante la curva *Viscosidad-Temperatura* del material asfáltico utilizado, las temperaturas mínimas convenientes para el extendido y compactación de la mezcla. Durante la compactación, el planchado se hará observando lo siguiente: el rodillo liso tipo tándem o el compactador neumático deberá moverse paralelamente al eje, realizando el recorrido de las orillas de la carpeta hacia el centro, en las tangentes; y del lado interior hacia el exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

El uso de compactadores vibratorios sólo se permitirá, previa aprobación de la Autoridad Correspondiente, para la compactación de capas mayores de cuatro centímetros de espesor, en carpetas de granulometría densa. Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por períodos prolongados, sobre la carpeta recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.

En el caso de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, una vez concluida la compactación en todo el ancho de la corona, se verificará que no se haya obstruido el drenaje lateral en ningún tramo. En el caso de que existan obstrucciones, el Constructor las eliminará y ejecutará las correcciones por su cuenta y costo.



**Figura O.6** Laboratorio y equipo para verificación de la calidad de materiales, mezclas y pavimentos flexibles.

Para dar por terminada la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla elaborada en caliente, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo indicado por la Autoridad Correspondiente y con las siguientes tolerancias aplicables sólo en puntos aislados, no constantes y que no afecten los escurrimientos superficiales:

CONCEPTO	TOLERANCIA
	Carpeta
Ancho de la carpeta, del eje a la orilla, para pavimentos.	+ 2.0 cm
Profundidad de las depresiones, observadas colocando una regla metálica de 3 metros de longitud para pavimentos, paralela y normalmente al eje:	0.5 cm

**Tabla O-3** Tolerancias aplicables en los trabajos terminados de construcción de carpeta asfáltica con mezcla elaborada en caliente.

Adicionalmente a lo anterior, se verificará que el índice de perfil de la última capa de la carpeta asfáltica de granulometría densa compactada y construida en un día de trabajo, en un tramo de doscientos metros de longitud o más, sea de catorce centímetros por kilómetro como máximo, a menos que el proyecto o la Autoridad Correspondiente indiquen otro valor. La verificación se hará dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la terminación de la compactación.

La obtención del índice de perfil, en cada carril de circulación, se iniciará a partir de los primeros cinco metros de la carpeta asfáltica construida en un día de trabajo y será medido a lo largo de la línea imaginaria ubicada a noventa más menos veinte centímetros de la orilla exterior del carril por evaluar. Las mediciones serán divididas en secciones consecutivas de doscientos metros, con el propósito de establecer subtramos para evaluación y ejecución de acciones pertinentes.

Cuando la longitud del tramo construido en un día de trabajo, no alcance los doscientos metros, será agrupado con el tramo inmediato que se construya el día siguiente. En este caso, la medición del índice de perfil deberá hacerse tan pronto como sea práctico y posible, pero no después de cuarenta y ocho horas de terminado el último tramo.

Cada día de trabajo se determinará el índice de perfil promedio diario, obteniendo el promedio aritmético de todos los índices de perfil determinados ese día. Si el índice de perfil promedio diario, resulta mayor de catorce centímetros por kilómetro, se suspenderá de inmediato la construcción de la carpeta asfáltica, hasta que el Constructor corrija la carpeta defectuosa utilizando el procedimiento que indique la Autoridad Correspondiente para obtener el índice de perfil adecuado. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

Después de obtenido el índice de perfil de cada subtramo de doscientos metros, todas aquellas áreas en las que el índice de perfil presente una desviación igual o mayor de un centímetro en siete punto cinco metros o menos, serán corregidas utilizando el procedimiento que indique la Autoridad Correspondiente. Concluida la corrección, se obtendrá nuevamente el índice de perfil para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Cualquier subtramo de doscientos metros que presente un índice de perfil mayor de catorce centímetros por kilómetro, será corregido utilizando el procedimiento que indique la Autoridad

Correspondiente. Concluida la corrección se determinará nuevamente el índice de perfil del subtramo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Es responsabilidad del Constructor la conservación de las carpetas asfálticas con mezcla elaborada en caliente, hasta que hayan sido recibidas por la Autoridad Correspondiente, junto con todo el tramo de vialidad.

**e Unidad de Medida**

La carpeta asfáltica con mezcla elaborada en caliente, se medirá tomando como unidad el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico de carpeta asfáltica terminado en obra, según se establezca en el catálogo de conceptos correspondiente, considerando el volumen que indique el proyecto y verificándolo de acuerdo con la sección en su forma, espesor, anchura, acabado y el grado de compactación fijados.

**O.2 CARPETAS ASFALTICAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS**

**a Definición**

Son las carpetas asfálticas que se construyen mediante la aplicación de uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos, cubiertos sucesivamente con una, dos o tres capas de material pétreo triturado de composición granulométrica determinada, con el objeto de constituir una superficie de rodamiento resistente al derrapamiento. Debido a lo anterior, se clasifican en carpetas de uno, de dos y de tres riegos. Las carpetas de un riego o la última capa de las carpetas de dos o tres riegos, pueden ser premezcladas o no.

**b Materiales**

Los materiales pétreos que se emplean en la construcción de carpetas asfálticas por el sistema de riegos son de los siguientes tipos de acuerdo con su tamaño máximo admisible: 1 (1"), 2 (1/2"), 3-A (3/8"), 3-B (1/4") y 3-E (3/8"). Los materiales asfálticos que se emplean en la construcción de carpetas por el sistema de riegos, serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones. Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Autoridad Correspondiente, se empleará un aditivo del tipo y en la proporción que se indique.

Los materiales pétreos que se empleen en la construcción de carpetas asfálticas por el sistema de riegos, se denominarán como se indica en la tabla siguiente:

Denominación del material pétreo	Que pasa por malla de		Y se retenga en la malla de	
1	25.4 mm	(1")	12.7 mm	(1/2")
2	12.7 mm	(1/2")	6.3 mm	(1/4")
3-A	9.5 mm	(3/8")	2.38 mm	Número 8
3-B	6.3 mm	(1/4")	2.38 mm	Número 8
3-E	9.5 mm	(3/8")	4.76 mm	Número 4

**Tabla O-4** Denominación del material pétreo para las carpetas asfálticas por el sistema de riegos.

La granulometría de los materiales pétreos a que se refiere el punto anterior, salvo indicación en contrario, será la indicada en la siguiente tabla:

Mallas	Condiciones	Denominación del material pétreo				
		1	2	3-A	3-B	3-E
De 31.8 mm (1 ¼")	Debe pasar	100 %				
De 25.4 mm (1")	Debe pasar	95% mínimo				
De 19.1 mm (¾")	Debe pasar		100 %			
De 12.7 mm (½")	Debe pasar		95% mínimo	100 %		100 %
	Debe retenerse	95% mínimo				
De 9.5 mm (3/8")	Debe pasar			95% mínimo	100 %	95% mínimo
De 6.3 mm (¼")	Debe pasar				95% mínimo	
	Debe retenerse		95% mínimo			
Número 4	Debe retenerse					95% mínimo
Número 8	Debe retenerse		100 %	95% mínimo	95% mínimo	100 %
Número 40	Debe retenerse			100 %	100 %	

**Tabla O-5** Granulometría del material pétreo para las carpetas asfálticas por el sistema de riegos.

Así mismo, deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Desgaste de "Los Ángeles" (%)	40 % máximo
% Finos (mat.<0.074 mm)	5 % máximo
Partículas de forma laminar (%)	20 % máximo

**Tabla O-6** Requisitos de calidad del material pétreo para las carpetas asfálticas por el sistema de riegos.

En la construcción de carpetas asfálticas por el sistema de riegos, las cantidades de los distintos tamaños de material pétreo que se empleen, así como las de cemento asfáltico, serán fijadas por el proyecto y/o indicadas por la Autoridad Correspondiente, en cada caso. En términos generales esas cantidades dadas en litros por metro cuadrado, estarán comprendidas dentro de los límites que se indican en la siguiente tabla:

Materiales (Litros/m²)	Tipo de carpeta		
	Tres riegos	Dos riegos	Un riego
Cemento asfáltico	0.6 – 1.1		
Material pétreo Núm. 1	20 – 25		
Cemento asfáltico	1.0 – 1.4	0.6 – 1.1	
Material pétreo Núm. 2	8 – 12	8 – 12	
Cemento asfáltico			0.7 – 1.0
Material pétreo Núm. 3-A			8 – 10
Cemento asfáltico	0.7 – 1.0	0.8 – 1.1	
Material pétreo Núm. 3-B	6 – 8	6 – 8	
Cemento asfáltico			0.8 – 1.0
Material pétreo Núm. 3-E			9 – 11

- 1 El cemento asfáltico considerado en esta tabla se refiere al que existe en los materiales asfálticos que se empleen.
- 2 Para calcular la cantidad de material asfáltico por aplicar, deberá dividirse el valor anotado en esta tabla, entre el contenido de cemento que presente el material asfáltico utilizado, ambos expresados en litros.

**Tabla O-7** Dosificaciones de cemento asfáltico y del material pétreo para las carpetas asfálticas por el sistema de riegos.

**Ejemplos de aplicación de materiales asfálticos para un riego:**

C O N C E P T O	Denominación del material pétreo	
	3 - A	3 - E
<b>a Material pétreo</b>		
1 Granulometría		
• Que pase por la malla de	9.5 mm (3/8")	9.5 mm (3/8")
• Y se retenga en la malla de	No. 8	No. 4
2 Dosificación en lt/m <sup>2</sup>	8 a 10	9 a 11
<b>b Material asfáltico</b>		
1 Cemento asfáltico, temperatura de aplicación 130 °C a 160 °C.	0.7 a 1.0	0.8 a 1.0
2 FR-3 (75% de cemento asfáltico), temperatura de aplicación 60 °C a 80 °C.	0.9 a 1.3	1.0 a 1.3
3 FR-4 (80% de cemento asfáltico), temperatura de aplicación 80 °C a 100 °C.	0.9 a 1.3	1.0 a 1.3
4 Emulsión catiónica (60% de cemento asfáltico), temperatura de aplicación 5 °C a 40 °C.	1.2 a 1.7	1.3 a 1.7
5 Emulsión aniónica (55% de cemento asfáltico), Temperatura de aplicación 5 °C a 40 °C.	1.3 a 1.8	1.4 a 1.8

Las tolerancias admitidas en la granulometría del material pétreo son las siguientes:

- a En el material **3-A**, puede aceptarse hasta 5% de material retenido en la malla de 9.5 mm (3/8"), siempre que no sean partículas mayores de 12.7 mm (1/2"). Del material que pase por la malla #8, podrá aceptarse hasta 5%, siempre que éste se retenga totalmente en la malla #40.
- b En el material **3-E**, puede aceptarse hasta 5% de material retenido en la malla de 9.5 mm (3/8"), siempre que no sean partículas mayores de 12.7 mm (1/2"). Del material que pase por la malla #4, podrá aceptarse hasta 5%, siempre que éste se retenga totalmente en la malla #8.

**Tabla O-8** Ejemplos de dosificaciones de materiales que se empleen en carpetas asfálticas de un riego.

**c Referencias**

- ASTM D 113.- Ductilidad de materiales bituminosos.
- ASTM D 242.- Relleno mineral para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 244.- Emulsiones asfálticas (métodos de prueba).
- ASTM D 290.- Inspección de plantas de mezclas bituminosas.
- ASTM D 402.- Destilación para productos asfálticos de rompimiento.
- ASTM D 448.- Tamaño de agregados para la construcción de caminos y puentes.
- ASTM D 546.- Análisis de criba de rellenos minerales para pavimentos.
- ASTM D 692.- Agregados ordinarios para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 946.- Grado de penetración del cemento asfáltico.
- ASTM D 977.- Emulsiones asfálticas, (especificaciones).
- ASTM D 979.- Muestreo de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 995.- Plantas de mezclado en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 1073.- Agregados finos para mezclas bituminosas para pavimentos.
- ASTM D 1188.- Volumen específico y densidad de impacto en mezclas bituminosas.
- ASTM D 1559.- Resistencia para fluidos plásticos de mezclas bituminosas, Aparato Marshall.
- ASTM D 1754.- Efecto del calor y aire sobre materiales asfálticos (método de prueba).
- ASTM D 1856.- Recuperación de asfalto de una solución por el método de Abson.
- ASTM D 2026.- Asfaltos de rompimiento bajo.
- ASTM D 2027.- Asfaltos de rompimiento medio.
- ASTM D 2028.- Asfaltos de rompimiento rápido.
- ASTM D 2041.- Gravedad específica y densidad de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 2171.- Viscosidad de los asfaltos.

- ASTM D 2172.- Extracción cuantitativa de betún de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 2397.- Emulsiones catiónicas de asfalto.
- ASTM D 2950.- Densidad de concretos bituminosos en el lugar por métodos nucleares.
- ASTM D 3381.- Grado de viscosidad del cemento asfáltico.
- ASTM D 3407.- Sellado de juntas vertidas en caliente para concreto y pavimentos asfálticos.
- ASTM D 3515.- Mezclado y tendido en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 4561.- Sistemas de control de calidad para agencias de inspección y prueba.
- ASTM D 5249.- Proveedores de materiales para usarse en frío y en caliente en la aplicación de sellado de juntas de concreto de cemento Portland y juntas de asfalto.
- NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).
- NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).
- NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).
- NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).
- NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).
- NMX-C-196.- Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Ángeles (1984-04-13).
- NMX-C-270.- Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso (1985-08-08).
- NMX-C-329.- Determinación de granulometría de la arena de sílice (1974-07-05).
- NMX-C-330.- Arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-331.- Determinación del sílice en arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-093.- Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos (1975-03-25).
- NMX-C-097.- Determinación de la temperatura de inflamación de asfaltos rebajados FR y FM (1976-12-09).
- NMX-C-098.- Destilación de asfaltos rebajados (1978-07-20).
- NMX-C-099.- Determinación del contenido de agua por destilación de emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-101.- Determinación del residuo de 100 de penetración en asfaltos rebajados (1974-08-09).
- NMX-C-103.- Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas (1976-08-17).
- NMX-C-104.- Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-113.- Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas (1977-05-12).
- NMX-C-136.- Cemento plástico bituminoso (1971-08-18).
- NMX-C-186.- Determinación de la carga eléctrica de la partícula de emulsiones asfálticas (1978-09-08).
- NMX-C-197.- Cementos asfálticos (1978-04-24).
- NMX-C-198.- Asfaltos rebajados de fraguado rápido FR (1978-11-15).
- NMX-C-246.- Determinación del peso específico de materiales bituminosos (1978-11-13).
- NMX-C-256.- Viscosidad de emulsiones asfálticas (1978-03-03).
- NMX-C-266.- Cubrimiento del material pétreo por emulsiones asfálticas (1978-12-28).
- NMX-C-268.- Asfaltos rebajados de fraguado medio FM (1979-01-02).
- NMX-C-269.- Emulsiones asfálticas catiónicas. Características de rompimiento (1979-01-02).
- NMX-C-276.- Determinación de pH de emulsiones asfálticas (1979-04-25).
- NMX-C-286.- Determinación de la desemulsibilidad de emulsiones asfálticas (1979-08-28).
- NMX-C-288.- Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN - 6.5M (1979-08-28).

NMX-C-295.- Especificaciones de las emulsiones aniónicas (1980-05-07).  
Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.  
Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.  
Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.  
SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.  
SSPWC 203.1.- Materiales para construcción, pavimento asfáltico.  
SSPWC 203.2.- Materiales para construcción, asfalto líquido.  
SSPWC 203.3.- Materiales para construcción, emulsiones asfálticas.  
SSPWC 203.6.- Materiales para construcción, concreto asfáltico.  
SSPWC 203.7.- Materiales para construcción, concreto asfáltico reciclado.  
SSPWC 203.8.- Materiales para construcción, pintura asfáltica.  
SSPWC 203.9.- Materiales para construcción, selladores asfálticos.  
SSPWC 210.1.- Materiales para construcción, pintura para tráfico.  
SSPWC 211.1.- Pruebas de suelos y agregados, análisis de mallas.  
SSPWC 211.2.- Pruebas de suelos y agregados, compactación.  
SSPWC 211.3.- Pruebas de suelos y agregados, equivalente de arena.  
SSPWC 211.4.- Pruebas de suelos y agregados, permeabilidad.  
SSPWC 213.1.- Materiales para construcción, fábricas de pavimentos.  
SSPWC 214.0.- Materiales para construcción, marcadores y adhesivos para pavimentos.  
SSPWC 302.5.- Métodos de construcción, pavimentos de concreto asfáltico.  
SSPWC 302.7.- Métodos de construcción, fábricas de pavimentos.  
SSPWC 310.5.- Métodos de construcción, señalamiento y pintura para tráfico.  
SSPWC 400.4.- Productos pétreos alternativos, concreto asfáltico.  
SSPWC 600.0.- Asfaltos modificados, requisitos y procesos.

#### **d Procedimiento de Ejecución**

Antes de proceder a la construcción de la carpeta por el sistema de riegos, la base deberá ser debidamente preparada e impregnada. La Autoridad Correspondiente fijará, en cada caso, el lapso que debe transcurrir entre la impregnación de la base y la iniciación de la construcción de la carpeta, el cual no será menor de 24 horas.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas por el sistema de riegos sobre superficies con agua libre o encharcadas, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo, cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme, cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los quince grados Celsius, o cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

En la construcción de carpetas por el sistema de riegos, no deberá aplicarse material asfáltico en tramos mayores de los que puedan ser cubiertos de inmediato con material pétreo. La Autoridad Correspondiente autorizará al Constructor la longitud de dichos tramos.

Antes de aplicar el riego de material asfáltico sobre la base impregnada, ésta deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente. No deberá

regarse material asfáltico, si el material pétreo con que se cubrirá el riego, contiene una humedad superior a la de absorción o tiene agua superficial, aún cuando se usen aditivos, excepto cuando se empleen emulsiones, en cuyo caso, la Autoridad Correspondiente fijará la humedad aceptable.

Si la superficie sobre la que se va a construir la carpeta se ha deteriorado o destruido por causas imputables al Constructor, éste deberá reacondicionarla para dejarla de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente. Todas las operaciones y los materiales necesarios para dicho fin, serán por su cuenta y costo.

Las estructuras de la vialidad o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, hidrantes, mobiliario urbano, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán adecuadamente, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

En todos los casos de carpetas que se construyan por el sistema de riegos, el Constructor deberá recabar previamente la aprobación de la Autoridad Correspondiente para el equipo que pretenda usar. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias, el Constructor estará obligado a corregirlas o a retirar las máquinas defectuosas, reemplazándolas por otras en buenas condiciones.

La Autoridad Correspondiente verificará el correcto funcionamiento de la petrolizadora o equipo adecuado que se utilizará para los riegos del material asfáltico, revisará que se encuentre en óptimas condiciones de operación, que cuente con sistema de calentamiento y de medición (volumen y temperatura), bomba de presión, tacómetro, velocímetro, barra para riego con espreas regulables (aspersores) y todo lo necesario para su correcta aplicación. Asimismo deberá revisar que el equipo de esparcidores mecánicos se encuentre en óptimas condiciones y el material pétreo adecuado y suficiente para cubrir de inmediato, la superficie cubierta con el riego de material asfáltico recién aplicado, para evitar daños y contaminación del mismo.

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, deberá ser aplicado uniformemente sobre la superficie que quedará cubierta con material pétreo en el mismo día y de preferencia en las horas con las más altas temperaturas. Las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se cubrirán con un material adecuado para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha protección y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico. Asimismo, se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras partes de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento triple). La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio o dos tercios del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, según se trate de cubrimiento doble o triple, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto. En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido.

Para las zonas de difícil acceso o cuando las condiciones particulares lo requieran, la Autoridad Correspondiente autorizará la utilización de equipo manual adecuado, previa revisión

de las condiciones del mismo, por ejemplo el bacheador manual para aplicación del material asfáltico y tendido manual de pétreos.

Para la construcción de **carpetas de un riego**, en términos generales y si el proyecto no indica lo contrario, se procederá de acuerdo con las etapas siguientes:

- 1 Se barrerá la superficie impregnada.
- 2 Sobre la base superficialmente seca, se dará un riego de material asfáltico del tipo y en la cantidad fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.
- 3 Se cubrirá el riego de material asfáltico con una capa de material pétreo 3-A o 3-E en la cantidad que fije el proyecto o indique la Autoridad Correspondiente.
- 4 Se rastreará y planchará (rodillo liso y neumático) el material pétreo.
- 5 Transcurrido un tiempo, no menor de 24 horas, se recolectará mediante barrido y se removerá el material pétreo excedente que no se adhiera al material asfáltico, retirándolo del sitio de la obra y el cual no se volverá a utilizar, considerándolo como material de desperdicio.

Para la construcción de **carpetas de dos riegos**, en términos generales y si el proyecto no indica lo contrario, se procederá de acuerdo con las etapas siguientes:

- 1 Se barrerá la base impregnada.
- 2 Sobre la base superficialmente seca, se dará un riego de material asfáltico, del tipo y en la cantidad fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.
- 3 Se cubrirá el riego del material asfáltico, con una capa de material pétreo número 2, en la cantidad fijada en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente.
- 4 Se rastreará y planchará (rodillo liso y neumático) el material pétreo.
- 5 Se dará sobre el material pétreo, un segundo riego de material asfáltico del tipo y en la cantidad fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.
- 6 Se cubrirá el segundo riego de material asfáltico con una capa de material pétreo 3-B en la cantidad fijada en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente.
- 7 Se rastreará y planchará (rodillo liso y neumático) el material pétreo.
- 8 Transcurrido un tiempo, no menor de 24 horas, se recolectará y se removerá el material pétreo 3-B excedente que no se adhiera al material asfáltico del segundo riego, retirándolo del sitio de la obra y el cual no se volverá a utilizar, considerándolo como material de desperdicio.

Para la construcción de **carpetas de tres riegos**, en términos generales y si el proyecto no indica lo contrario, se procederá de acuerdo con las etapas siguientes:

- 1 Se barrerá la base impregnada.
- 2 Sobre la base superficialmente seca, se dará un riego de material asfáltico, del tipo y en la cantidad fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.
- 3 Se cubrirá el riego de material asfáltico con una capa de material pétreo número 1, en la cantidad fijada en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente.
- 4 Se rastreará y planchará (rodillo liso y neumático) el material pétreo.
- 5 Se dará sobre el material pétreo, un segundo riego de material asfáltico, del tipo y en la cantidad fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.
- 6 Se cubrirá el segundo riego de material asfáltico, con una capa de material pétreo número 2, en la cantidad fijada en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente.
- 7 Se rastreará y planchará (rodillo liso y neumático) el material pétreo.
- 8 Se dará sobre el material pétreo, un tercer riego de material asfáltico, del tipo y en la cantidad fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente.
- 9 Se cubrirá el tercer riego de material asfáltico, con una capa de material pétreo 3-B, en la cantidad fijada en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente.
- 10 Se rastreará y planchará (rodillo liso y neumático) el material pétreo.

11 Transcurrido un tiempo, no menor de 24 horas, se recolectará y removerá el material pétreo excedente que no se adhiera al material asfáltico del tercer riego, retirándolo del sitio de la obra y el cual no se volverá a utilizar, considerándolo como material de desperdicio.

Cuando se trate de una carpeta de un riego o de la última capa de las carpetas de dos o tres riegos, que sean premezcladas, el riego de material asfáltico se hará con una dosificación igual a la mitad de la establecida en el proyecto y la otra mitad será premezclada con el material pétreo.

En el proceso de trabajo de las carpetas por el sistema de riegos, la aplicación del material pétreo deberá hacerse inmediatamente después de aplicado el material asfáltico. Entre la terminación de la capa correspondiente al material pétreo número 2 y el siguiente riego de material asfáltico, deberá transcurrir el lapso que, en cada caso, indique la Autoridad Correspondiente y en general, éste no será menor de 24 horas. El tendido de los materiales pétreos se hará con esparcidores mecánicos autopropulsados. Inmediatamente después de tendido el material pétreo, para tener una mejor distribución del mismo, se le pasará una rastra ligera con cepillos de fibra o raíz, dejando así la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones.

Los materiales pétreos, tendidos y rastreados, se plancharán inmediatamente con rodillo liso ligero (4.5 a 7.3 Ton), únicamente para acomodar las partículas del material, teniendo especial cuidado en el planchado del material pétreo número 3, para no fracturar las partículas del material pétreo por exceso de planchado.

El material pétreo número 3, acomodado con rodillo liso, se planchará inmediatamente con compactador de llantas neumáticas, pasando una rastra con cepillos de fibra o raíz las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones. Los compactadores de llantas neumáticas deberán tener un peso de 4.5 a 7.3 Ton y se pasarán alternativamente con la rastra, el número de veces que sea necesario para asegurar que el máximo del material pétreo se ha adherido al material asfáltico; después de que la Autoridad Correspondiente autorice que se abra al tránsito el tramo, se continuará rastreando para evitar que se formen ondulaciones con el material pétreo excedente. Cuando se observe que ya no se adhiere más material pétreo y no antes de 24 horas, se recolectará todo el sobrante utilizando barredora mecánica rotatoria autopropulsada o el equipo adecuado, dejando la superficie libre de material suelto. Este excedente no se volverá a utilizar, considerándolo como material de desperdicio, debiendo ser retirado del sitio de la obra.

Todos los planchados, cualquiera que sea el tipo de rodillo o compactador usado, se harán en las tangentes, de las orillas de la carpeta hacia el centro; y en las curvas, del lado interior hacia el lado exterior.

Durante la construcción de carpetas asfálticas por el sistema de riegos, no deberá permitirse el tránsito de vehículos sobre ellas. Asimismo, esta suspensión deberá continuar por un período no menor de 24 horas, después del tendido y planchado del material número 3. Cualquier desperfecto, imputable al constructor, que se origine por el incumplimiento de la suspensión anterior será reparado por su cuenta.

Es responsabilidad del Constructor la conservación de las carpetas asfálticas por el sistema de riegos, hasta que hayan sido recibidas por la Autoridad Correspondiente, junto con todo el tramo de vialidad.

Para dar por terminada la construcción de la carpeta asfáltica por el sistema de riegos, se verificarán el alineamiento, perfil, sección en su forma, compactación, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto o lo indicado por la Autoridad Correspondiente y con las siguientes tolerancias aplicables sólo en puntos aislados, no constantes y que no afecten los escurrimientos superficiales:

CONCEPTO	TOLERANCIA
	Carpeta
Ancho de la carpeta, del eje a la orilla, para pavimentos.	+ 5.0 cm
Profundidad de las depresiones, observadas colocando una regla metálica de 3 metros de longitud para pavimentos, paralela y normalmente al eje:	1.0 cm

**Tabla O-9** Tolerancias aplicables en los trabajos terminados de construcción de carpetas asfálticas por el sistema de riegos.

Adicionalmente a lo anterior, se verificará que el índice de perfil de la carpeta asfáltica por el sistema de riegos en estructuras nuevas, compactada y construida en un día de trabajo, en un tramo de doscientos metros de longitud o más, sea de catorce centímetros por kilómetro como máximo, a menos que el proyecto o la Autoridad Correspondiente indiquen otro valor. La verificación se hará dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la terminación de la compactación. Para la obtención del índice de perfil se tomarán en cuenta las indicaciones establecidas anteriormente para la carpeta asfáltica con mezcla elaborada en caliente.

El acabado final de la superficie de rodamiento no debe presentar deformaciones, afloramiento del material asfáltico, pérdida sensible de material pétreo o cualquier defecto que afecte la calidad y/o buen comportamiento de las carpetas construidas por este método.

#### e Unidad de Medida

Las carpetas por el sistema de riegos, se medirán tomando como unidad el metro cuadrado o el metro cúbico de carpeta asfáltica terminado en obra, según se establezca en el catálogo de conceptos correspondiente, considerando el volumen que indique el proyecto y verificándolo de acuerdo con la sección en su forma, espesor, anchura, acabado y el grado de compactación fijados.

Las dosificaciones establecidas deberán ser verificadas durante todo el procedimiento de ejecución. Los volúmenes de los materiales pétreos utilizados en la construcción de las carpetas, se medirán utilizando como unidad el metro cúbico, determinando el volumen de cada uno de los materiales en los vehículos de transporte inmediatamente antes de su descarga, verificándolos a partir de la cantidad en litros por metro cuadrado que deban tenderse de acuerdo al proyecto o lo ordenado por la Autoridad Correspondiente. El material asfáltico utilizado se medirá en la petrolizadora inmediatamente antes de la aplicación del riego respectivo, verificándolo a partir de la cantidad en litros por metro cuadrado que indique el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente.

### O.3 CARPETAS ASFÁLTICAS POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN FRÍO

#### a Definición

Son las carpetas asfálticas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla elaborada en frío, de materiales pétreos y un material asfáltico, modificado o no, que

puede ser rebajado con solventes o en emulsión, para proporcionar al usuario una superficie de rodamiento uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Cuando son de un espesor mayor o igual que cuatro centímetros, tienen la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

## **b Materiales**

Los materiales asfálticos que deberán emplearse serán rebajados de fraguado rápido o medio y emulsiones de rompimiento medio o lento. En los riegos de liga, se emplearán cementos asfálticos, asfaltos rebajados o emulsiones de rompimiento rápido, del tipo fijado en el proyecto u ordenado por la Autoridad Correspondiente. Cuando se requiera un aditivo para los materiales asfálticos, será fijado en el proyecto u ordenado por la Autoridad Correspondiente; en ambos casos deberá justificarse técnicamente la necesidad del mismo.

## **c Referencias**

- ASTM D 113.- Ductilidad de materiales bituminosos.
- ASTM D 242.- Relleno mineral para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 244.- Emulsiones asfálticas (métodos de prueba).
- ASTM D 290.- Inspección de plantas de mezclas bituminosas.
- ASTM D 402.- Destilación para productos asfálticos de rompimiento.
- ASTM D 448.- Tamaño de agregados para la construcción de caminos y puentes.
- ASTM D 546.- Análisis de criba de rellenos minerales para pavimentos.
- ASTM D 692.- Agregados ordinarios para mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 946.- Grado de penetración del cemento asfáltico.
- ASTM D 977.- Emulsiones asfálticas, (especificaciones).
- ASTM D 979.- Muestreo de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 995.- Plantas de mezclado en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 1073.- Agregados finos para mezclas bituminosas para pavimentos.
- ASTM D 1188.- Volumen específico y densidad de impacto en mezclas bituminosas.
- ASTM D 1559.- Resistencia para fluidos plásticos de mezclas bituminosas, Aparato Marshall.
- ASTM D 1754.- Efecto del calor y aire sobre materiales asfálticos (método de prueba).
- ASTM D 1856.- Recuperación de asfalto de una solución por el método de Abson.
- ASTM D 2026.- Asfaltos de rompimiento bajo.
- ASTM D 2027.- Asfaltos de rompimiento medio.
- ASTM D 2028.- Asfaltos de rompimiento rápido.
- ASTM D 2041.- Gravedad específica y densidad de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 2171.- Viscosidad de los asfaltos.
- ASTM D 2172.- Extracción cuantitativa de betún de mezclas de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 2397.- Emulsiones catiónicas de asfalto.
- ASTM D 2950.- Densidad de concretos bituminosos en el lugar por métodos nucleares.
- ASTM D 3381.- Grado de viscosidad del cemento asfáltico.
- ASTM D 3407.- Sellado de juntas vertidas en caliente para concreto y pavimentos asfálticos.
- ASTM D 3515.- Mezclado y tendido en caliente de pavimentos bituminosos.
- ASTM D 4561.- Sistemas de control de calidad para agencias de inspección y prueba.
- ASTM D 5249.- Proveedores de materiales para usarse en frío y en caliente en la aplicación de sellado de juntas de concreto de cemento Portland y juntas de asfalto.
- NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).
- NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).

- NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).
- NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).
- NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).
- NMX-C-196.- Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Ángeles (1984-04-13).
- NMX-C-270.- Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso (1985-08-08).
- NMX-C-329.- Determinación de granulometría de la arena de sílice (1974-07-05).
- NMX-C-330.- Arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-331.- Determinación del sílice en arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-093.- Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos (1975-03-25).
- NMX-C-097.- Determinación de la temperatura de inflamación de asfaltos rebajados FR y FM (1976-12-09).
- NMX-C-098.- Destilación de asfaltos rebajados (1978-07-20).
- NMX-C-099.- Determinación del contenido de agua por destilación de emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-101.- Determinación del residuo de 100 de penetración en asfaltos rebajados (1974-08-09).
- NMX-C-103.- Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas (1976-08-17).
- NMX-C-104.- Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas (1975-03-25).
- NMX-C-113.- Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas (1977-05-12).
- NMX-C-136.- Cemento plástico bituminoso (1971-08-18).
- NMX-C-186.- Determinación de la carga eléctrica de la partícula de emulsiones asfálticas (1978-09-08).
- NMX-C-197.- Cementos asfálticos (1978-04-24).
- NMX-C-198.- Asfaltos rebajados de fraguado rápido FR (1978-11-15).
- NMX-C-246.- Determinación del peso específico de materiales bituminosos (1978-11-13).
- NMX-C-256.- Viscosidad de emulsiones asfálticas (1978-03-03).
- NMX-C-266.- Cubrimiento del material pétreo por emulsiones asfálticas (1978-12-28).
- NMX-C-268.- Asfaltos rebajados de fraguado medio FM (1979-01-02).
- NMX-C-269.- Emulsiones asfálticas catiónicas. Características de rompimiento (1979-01-02).
- NMX-C-276.- Determinación de pH de emulsiones asfálticas (1979-04-25).
- NMX-C-286.- Determinación de la desemulsibilidad de emulsiones asfálticas (1979-08-28).
- NMX-C-288.- Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN - 6.5M (1979-08-28).
- NMX-C-295.- Especificaciones de las emulsiones aniónicas (1980-05-07).
- Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.
- Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.
- SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.
- SSPWC 203.1.- Materiales para construcción, pavimento asfáltico.
- SSPWC 203.2.- Materiales para construcción, asfalto líquido.
- SSPWC 203.3.- Materiales para construcción, emulsiones asfálticas.
- SSPWC 203.6.- Materiales para construcción, concreto asfáltico.
- SSPWC 203.7.- Materiales para construcción, concreto asfáltico reciclado.
- SSPWC 203.8.- Materiales para construcción, pintura asfáltica.

- SSPWC 203.9.- Materiales para construcción, selladores asfálticos.
- SSPWC 210.1.- Materiales para construcción, pintura para tráfico.
- SSPWC 211.1.- Pruebas de suelos y agregados, análisis de mallas.
- SSPWC 211.2.- Pruebas de suelos y agregados, compactación.
- SSPWC 211.3.- Pruebas de suelos y agregados, equivalente de arena.
- SSPWC 211.4.- Pruebas de suelos y agregados, permeabilidad.
- SSPWC 213.1.- Materiales para construcción, fábricas de pavimentos.
- SSPWC 214.0.- Materiales para construcción, marcadores y adhesivos para pavimentos.
- SSPWC 302.5.- Métodos de construcción, pavimentos de concreto asfáltico.
- SSPWC 302.7.- Métodos de construcción, fábricas de pavimentos.
- SSPWC 310.5.- Métodos de construcción, señalamiento y pintura para tráfico.
- SSPWC 400.4.- Productos pétreos alternativos, concreto asfáltico.
- SSPWC 600.0.- Asfaltos modificados, requisitos y procesos.

#### **d Procedimiento de Ejecución**

Antes de proceder a la construcción de la carpeta por el sistema de mezcla en el lugar, la base deberá estar debidamente preparada e impregnada. La Autoridad Correspondiente fijará, en cada caso, el lapso que debe transcurrir entre la impregnación de la base y la iniciación de la construcción de la carpeta, el cual no será menor de 24 horas.

El Constructor deberá recabar previamente, la aprobación de la Autoridad Correspondiente tanto del equipo como del procedimiento constructivo que pretenda usar. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias, el Constructor estará obligado a corregirlas o a retirar las máquinas defectuosas reemplazándolas por otras en buenas condiciones.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas asfálticas con mezcla en el lugar sobre superficies con agua libre o encharcada, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo, cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los cuatro grados Celsius, o cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los cuatro grados Celsius. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

Antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en frío, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

Posteriormente, se dará el riego de liga, con petrolizadora o equipo adecuado, en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, utilizando un material asfáltico del tipo y en la cantidad que fije el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente. Este riego deberá darse inmediatamente antes de iniciar el extendido de la mezcla asfáltica, dejando transcurrir entre ambas operaciones, el tiempo necesario para que el material asfáltico regado adquiera la viscosidad adecuada.

El proporcionamiento de los materiales se determinará mediante el correspondiente diseño de mezclas asfálticas en frío, para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente. Este diseño será responsabilidad del Constructor.

La mezcla asfáltica se elaborará en plantas mezcladoras que cuenten como mínimo con:

- Cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en tres tamaños, con capacidad suficiente para mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla.
- Tolvas para almacenar el material pétreo, protegidas de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos durante quince minutos sin ser alimentadas y divididas en compartimentos para almacenar los materiales pétreos por tamaños.
- Dispositivos que permitan dosificar los materiales pétreos por masa y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, por volumen. Los dispositivos permitirán un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.
- Dispositivos que permitan dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de más menos dos por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento de la mezcla.
- Mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.
- Recolector de polvo.
- Dispositivo para agregar finos.

Los acarreos de la mezcla hasta el sitio de su utilización, se harán de forma tal que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro. No se permitirá que los camiones que transportan la mezcla asfáltica, hagan maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillas de una capa recién tendida. En el caso de que por algún motivo esta situación llegue a suceder, el Constructor reparará inmediatamente los daños causados por su cuenta y costo.

El tendido de la mezcla asfáltica se ejecutará utilizando máquinas del tipo pavimentadora-extendidora autopropulsada, capaz de esparcir y precompactar de manera uniforme la capa de carpeta que se extienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado extendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador y sensores de control de niveles. En áreas irregulares, la mezcla puede extenderse y terminarse a manualmente, con el procedimiento y equipo que apruebe la Autoridad Correspondiente.

El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la máquina pavimentadora. Cuando el tendido se haga en dos o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franjas, éstas deberán recortarse aproximadamente a 90 grados y se ligarán con emulsión de fraguado rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando máquinas pavimentadoras en batería.

En las juntas transversales de carpetas de mezcla asfáltica, la cara expuesta se recortará aproximadamente a cuarenta y cinco grados antes de iniciar el siguiente tendido, ligando las juntas con emulsión de fraguado rápido.

En las juntas longitudinales se dejará una franja de 10 a 15 cm sin compactar, para traslape y compactación con la siguiente franja. La última franja se compactará en todo el ancho. Se tendrá especial cuidado para que el enrasador traslape las juntas y el control del espesor deberá ser ajustado de tal manera que al ser compactado, el pavimento quede con los niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente.

En caso necesario, la mezcla se tenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar, hasta que se obtengan la sección y el espesor establecidos en el proyecto. Cada capa de mezcla se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.

Durante el tendido de la mezcla, la tolva de descarga de la máquina pavimentadora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permitirá el tendido de la mezcla si existe segregación o recubrimiento asfáltico deficiente.

Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la máquina pavimentadora que presenten residuos de mezcla. No se tenderán tramos mayores de los que puedan ser compactados de inmediato.

Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, o bien cuando la emulsión haya comenzado a romper, será compactada. La capa tendida se compactará lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

La compactación se hará longitudinalmente a la vialidad, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada. Estos trabajos se ejecutarán utilizando un rodillo liso tipo tándem, adecuado para dar un acomodo inicial a la mezcla; a continuación se utilizarán compactadores de llantas neumáticas adecuados para alcanzar un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo de diseño correspondiente. Para obtener un mejor acomodo de las partículas que forman la carpeta, se procurará realizar el planchado, a las horas en que la temperatura ambiente o la acción de los rayos solares propicien esta operación.

El uso de compactadores vibratorios sólo se permitirá para la compactación de capas mayores de cuatro centímetros de espesor. Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por períodos prolongados, sobre la carpeta recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.

Cuando el proyecto indique o la Autoridad Correspondiente autorice el empleo de motoconformadoras para efectuar la mezcla de los materiales pétreo y asfáltico en el lugar o sitio de la obra, deberá aplicarse éste último por medio de petrolizadora o el equipo adecuado y en el número de riegos requeridos, sobre el material pétreo parcialmente tendido. Después de cada riego se procederá a revolverlos, con objeto de facilitar la incorporación del material asfáltico al pétreo. Una vez que se haya aplicado toda la cantidad de material asfáltico fijada, se efectuará un mezclado final hasta obtener un producto homogéneo y con las características establecidas en el diseño de la mezcla.

Cuando se autorice el empleo de mezcladoras ambulantes, para efectuar la mezcla de los materiales pétreo y asfáltico, el procedimiento de ejecución será fijado por la Autoridad

Correspondiente, de acuerdo con el tipo de equipo que haya sido autorizado. Al final del mezclado, el producto deberá ser homogéneo.

En la construcción de carpetas por el sistema de mezcla en el lugar o sitio de la obra con motoconformadoras o mezcladoras ambulantes, no deberá regarse material asfáltico si el pétreo contiene una humedad superior a la de absorción, o tiene agua superficial, aun cuando se empleen aditivos, excepto cuando se usen emulsiones, en cuyo caso la Autoridad Correspondiente fijará la humedad aceptable. Cuando el material pétreo contenga una humedad excesiva, deberá procederse a su secado, extendiéndolo utilizando el equipo adecuado que autorice la Autoridad Correspondiente, hasta lograr que el material tenga una humedad que no perjudique su adherencia con el asfalto. La mezcla asfáltica elaborada con asfaltos rebajados se curará mediante su tendido y exposición sucesivos, para lo cual se revolverá con el equipo adecuado que autorice la Autoridad Correspondiente, el tiempo suficiente para que se volatilice una parte del disolvente y se obtenga así la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla, fijada en el proyecto o indicada por la Autoridad Correspondiente. Cuando se elaboren las mezclas asfálticas con emulsiones de rompimiento medio o lento, se aplicará, si se ordena, un riego previo de agua para dar la humedad fijada. Una vez curada la mezcla asfáltica a satisfacción de la Autoridad Correspondiente, se extenderá en el ancho y espesor fijados en el proyecto. Después de extendida la mezcla asfáltica y antes de iniciar la compactación, se verificará que la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla sea la fijada en el proyecto. La compactación se llevará a cabo siguiendo el procedimiento indicado para las mezclas tendidas con pavimentadora-extendidora.

Es responsabilidad del Constructor la conservación de las carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en frío, hasta que hayan sido recibidas por la Autoridad Correspondiente, junto con todo el tramo de vialidad.

Para dar por terminada la construcción de la carpeta asfáltica por el sistema de mezcla en el lugar, se verificarán el alineamiento, perfil, sección en su forma, compactación, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto o lo indicado por la Autoridad Correspondiente y con las siguientes tolerancias aplicables sólo en puntos aislados, no constantes y que no afecten los escurrimientos superficiales:

CONCEPTO	TOLERANCIA
	Carpeta
Ancho de la carpeta, del eje a la orilla, para pavimentos.	+ 5.0 cm
Profundidad de las depresiones, observadas colocando una regla metálica de 3 metros de longitud para pavimentos, paralela y normalmente al eje:	1.0 cm

**Tabla O-10** Tolerancias aplicables en los trabajos terminados de construcción de carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en el lugar.

Adicionalmente a lo anterior, se verificará que el índice de perfil de la última capa de la carpeta asfáltica compactada y construida en un día de trabajo, en un tramo de doscientos metros de longitud o más, sea de catorce centímetros por kilómetro como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor. La verificación se hará dentro de las cuarenta y ocho horas

siguientes a la terminación de la compactación. La obtención del índice de perfil, en cada carril de circulación, se iniciará a partir de los primeros cinco metros de la carpeta de mezcla asfáltica construida en un día de trabajo y será medido a lo largo de la línea imaginaria ubicada a noventa más menos veinte centímetros de la orilla exterior del carril por evaluar. Las mediciones serán divididas en secciones consecutivas de doscientos metros, con el propósito de establecer subtramos para evaluación y ejecución de acciones pertinentes.

Cuando la longitud del tramo construido en un día de trabajo, no alcance los doscientos metros, será agrupado con el tramo inmediato que se construya el día siguiente. En este caso, la medición del índice de perfil deberá hacerse tan pronto como sea práctico y posible, pero no después de cuarenta y ocho horas de terminado el último tramo. Cada día de trabajo se determinará el índice de perfil promedio diario, obteniendo el promedio aritmético de todos los índices de perfil determinados ese día. Si el índice de perfil promedio diario, resulta mayor de catorce centímetros por kilómetro, se suspenderá de inmediato la construcción de la carpeta asfáltica, hasta que el Constructor corrija la carpeta defectuosa utilizando el procedimiento que indique la Autoridad Correspondiente para obtener el índice de perfil adecuado. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

Después de obtenido el índice de perfil de cada subtramo de doscientos metros, todas aquellas áreas en las que el índice de perfil presente una desviación igual o mayor de un centímetro en siete punto cinco metros o menos, serán corregidas utilizando el procedimiento que indique la Autoridad Correspondiente. Concluida la corrección, se obtendrá nuevamente el índice de perfil para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Cualquier subtramo de doscientos metros que presente un índice de perfil mayor de catorce centímetros por kilómetro, será corregido utilizando el procedimiento que indique la Autoridad Correspondiente. Concluida la corrección se determinará nuevamente el índice de perfil del subtramo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

#### **e Unidad de Medida**

Las carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en frío, se medirán tomando como unidad el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico de carpeta asfáltica terminado en obra, según se establezca en el catálogo de conceptos correspondiente, considerando el volumen que indique el proyecto y verificándolo de acuerdo con la sección en su forma, espesor, anchura, acabado y el grado de compactación fijados.

## **ADITIVOS PARA ASFALTOS**

## P ADITIVOS PARA ASFALTOS

### P.1 DEFINICIÓN

Los aditivos son sustancias que se añaden al material asfáltico para mejorar sus características o impartirle propiedades adicionales.

Producen una actividad superficial iónica, por la cual tienden a incrementar la adherencia en la interfase entre el agregado pétreo y el material asfáltico, conservándola aún en presencia del agua.

### P.2 MATERIALES

Los aditivos por lo general, se aplican directamente al material asfáltico, antes de mezclar éste con el agregado pétreo. Otro tipo de aditivo, es el que se mezcla al material pétreo diluido en agua, para mejorar sus condiciones de superficie.

El empleo de los aditivos está condicionado a los resultados obtenidos en las pruebas de afinidad del agregado pétreo con los materiales asfálticos del diseño respectivo de la mezcla.

La utilización de un aditivo para la elaboración de la mezcla asfáltica, así como su tipo, dosificación y procedimiento de aplicación, deberán ser fijados en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente; debiendo justificarse técnicamente en el diseño de la mezcla en estudio, considerando las características y condiciones de los materiales por utilizar.

### P.3 REFERENCIAS

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California. Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

### P.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

En los **asfaltos rebajados**, para incorporar el aditivo en la cantidad necesaria, es indispensable que se caliente a la temperatura mínima a la que se puede licuar y agitar, con objeto de homogeneizarlo; esta temperatura oscila generalmente entre 40 y 50 °C. La incorporación del aditivo al asfalto es conveniente que se efectúe en la petrolizadora, haciendo circular el asfalto mediante la bomba de ésta, calentándolo previamente a la temperatura de aplicación; y para asegurar su mejor incorporación, es conveniente que se utilice, además, una propela accionada con un motor. El aditivo se agregará al asfalto en el momento de llenar la petrolizadora, bien sea solo o incorporándolo previamente a una cantidad de producto asfáltico caliente, cuyo volumen sea 5 a 10 veces mayor que el del aditivo.

En el caso de los **cementos asfálticos**, se emplean aditivos que son fabricados especialmente para soportar altas temperaturas por tiempo prolongado y se les denomina "resistentes al calor", porque pueden calentarse hasta 200°C durante varios días y su efectividad no varía. Su incorporación deberá efectuarse de la siguiente forma: se vaciará el

cemento asfáltico a su temperatura de almacenamiento, del depósito principal al de utilización, empleando una bomba apropiada. El volumen que se prepare con el aditivo deberá ser el que pueda consumirse cuando más en dos días de trabajo, a fin de evitar tener por varios días, asfalto preparado, cuya calidad por diferentes razones pueda afectarse. Para su aplicación, el aditivo recomendado se calentará en la succión de la bomba, para que ésta lo mezcle correctamente, agregándolo a una velocidad tal, que el volumen de aditivo requerido se termine de vaciar simultáneamente con el llenado del depósito de utilización; concluida esta operación, se hará circular el asfalto en el mismo depósito, durante 15 minutos como mínimo, para asegurar la distribución homogénea del aditivo, para lo cual también es recomendable el uso de una propela. Durante la elaboración de la mezcla, el asfalto se tomará únicamente del depósito en que está hecha la preparación con el aditivo y, en el caso de contar sólo con un depósito, las operaciones descritas se harán durante el vaciado al contenedor.

En el caso de las **emulsiones asfálticas**, no es común agregar algún aditivo, ya que generalmente presentan buenas características de adherencia. Durante la ejecución del trabajo, es necesario comprobar la dosificación y aplicación correcta del aditivo, para lo cual se verificará si el aditivo recibido es el especificado.

La efectividad del aditivo incorporado al asfalto, deberá verificarse muestreando la mezcla, así como el material pétreo de la obra, para efectuar las pruebas de afinidad correspondientes. En el caso de concretos asfálticos se debe muestrear la mezcla elaborada en la obra, con el fin de comprobar que los resultados obtenidos concuerdan con lo previsto en el estudio original que se hizo para formular el proyecto respectivo. Cuando el aditivo se agregue directamente al material pétreo, una vez que queden ambos debidamente incorporados, se muestreará por una parte dicha mezcla; y por otra, el producto asfáltico.

## **P.5 UNIDAD DE MEDIDA**

La unidad de medida será el litro, el cual será verificado al efectuarse la mezcla correspondiente en el tanque de utilización, en la petrolizadora, o en el equipo adecuado para su aplicación, comparándose con el volumen de mezcla realmente utilizado en obra.

## **SUPERFICIES DE RODAMIENTO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS Y SEMI-RÍGIDOS**

## **Q SUPERFICIES DE RODAMIENTO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS Y SEMI-RÍGIDOS**

### **Q.1 SUPERFICIES DE RODAMIENTO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS**

#### **a Definición y clasificación**

Son las carpetas que se construyen mediante la colocación de una mezcla de agregados pétreos de granulometría definida, cemento Portland y agua, con o sin acero, cuya función es soportar y transmitir las cargas que actúen sobre ellas hacia las capas inferiores del pavimento, para proporcionar una superficie de rodamiento cómoda y segura, bien drenada y resistente al derrapamiento.

Las carpetas de concreto hidráulico pueden construirse a base de:

- 1 Losas de concreto hidráulico con juntas. Son aquellas que se construyen mediante el colado de concreto hidráulico con juntas longitudinales y transversales, con o sin pasajuntas, para formar elementos rectangulares.
- 2 Losas de concreto hidráulico con refuerzo continuo. Son aquellas que se construyen mediante el colado de concreto hidráulico sin juntas transversales y con acero de refuerzo colocado longitudinalmente en forma continua con el objeto de resistir los esfuerzos a tensión, y asegurar que las grietas que se produzcan queden totalmente cerradas.
- 3 Losas de concreto hidráulico presforzado. Son aquellas que se construyen con secciones de concreto hidráulico sujetas a compresión, mediante un sistema de presfuerzo, con relativamente pocas juntas transversales.

#### **b Materiales**

Los materiales que se utilicen en la construcción de las superficies de rodamiento para pavimentos rígidos, deberán cumplir con lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Autoridad Correspondiente. Estos materiales podrán ser: Cemento Portland Ordinario, agregado fino (arena), agregado grueso (grava), agua, aditivos para concreto hidráulico, acero, fibras, productos para el curado del concreto, así como elementos para el sellado de las juntas (selladores líquidos o preformados y cintillas de respaldo).

La utilización de cemento Portland puzolánico, cemento Portland con escoria, cemento con escoria, aditivos, fibras u otros en el concreto hidráulico, deberá indicarse en el proyecto con la justificación técnica del diseño respectivo de la mezcla. Los elementos para la construcción y el sellado de las juntas deberán ser fijados en el proyecto y cumplirán con lo establecido en las Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Si en la ejecución de los trabajos y a juicio de la Autoridad Correspondiente, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas, se suspenderán inmediatamente los trabajos en tanto que el Constructor los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

Los agregados pétreos de granulometría definida, el cemento Portland, el agua y, en su caso, los aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas de concreto hidráulico, se mezclarán con el proporcionamiento del diseño de la mezcla respectiva determinado en el laboratorio, para producir un concreto hidráulico homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente. El diseño de la mezcla será responsabilidad del Constructor.

### **c Transporte de materiales**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales, son responsabilidad exclusiva del Constructor y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra o del medio ambiente.

El transporte, almacenamiento y disposición de los materiales y residuos se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. El banco para la disposición de materiales excedentes, desperdicios y residuos, se establecerá en el proyecto y deberá ser aprobado por la Autoridad Correspondiente.

Los desperdicios, residuos y excedentes producto de la construcción de las superficies de rodamiento para pavimentos rígidos, se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que apruebe la Autoridad Correspondiente, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

### **d Equipo**

En todos los casos de construcción de pavimentos de concreto hidráulico, el Constructor deberá recabar previamente la aprobación de la Autoridad Correspondiente para el equipo que pretenda usar. El equipo que se utilice para la construcción de las superficies de rodamiento para pavimentos rígidos, 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, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Constructor su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Autoridad Correspondiente, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Constructor corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

**1 Planta de mezclado.** El concreto hidráulico se elaborará en plantas mezcladoras que cuenten como mínimo con:

- Tolvas y/o silos para almacenar los agregados pétreos y el cemento Portland, protegidos de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos quince minutos sin ser alimentadas, y divididas en compartimentos para almacenar los agregados pétreos por tamaños.
- Dispositivos que permitan dosificar los agregados pétreos por masa, con una aproximación de más menos uno por ciento de la masa acumulada, o en más menos

dos por ciento de la masa individual de cada fracción, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, por volumen. Los dispositivos permitirán un fácil ajuste de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.

- Dispositivos que permitan dosificar el cemento Portland por masa, con una aproximación de más menos uno por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento.
- Dispositivos que permitan dosificar el agua, con una aproximación de más menos uno por ciento de la cantidad requerida, y los aditivos con una aproximación de más menos tres por ciento de la cantidad necesaria según el proporcionamiento. En el caso del agua y los aditivos líquidos, éstos pueden medirse por volumen con una precisión aceptable.
- Cámara mezcladora equipada con dispositivo para el control del tiempo de mezclado.
- Un dispositivo de suma acumulada, sin restitución, para contar correctamente el número de bachas producidas durante su operación.

2 **Extendedora de concreto.** Para la construcción de carpetas de concreto hidráulico, se utilizarán extendedoras autopropulsadas con la suficiente potencia y tracción para esparcir uniformemente en espesor y pendiente el concreto hidráulico sin desplazarlo, ya sea mediante una cuchilla oscilante o bien un transportador de banda o tornillo.

3 **Pavimentadora.** El concreto hidráulico será colocado con una pavimentadora autopropulsada de cimbra deslizante, diseñada para extender, vibrar, enrasar y terminar el concreto hidráulico colocado en una sola pasada, sin la necesidad de acabado manual, de tal manera que se obtenga una losa de concreto hidráulico uniforme que cumpla con las especificaciones del proyecto.

- La pavimentadora estará equipada con sensores de control automático de niveles para la línea guía de pavimentación y la pendiente, y tendrá la capacidad de insertar en forma automática las barras de amarre en las juntas longitudinales. Los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores, deben estar colocados en zonas limpias de piedras, basura o cualquier otra obstrucción que pudiera afectar las lecturas. Si durante la ejecución de los trabajos, los controles automáticos operan deficientemente, la Autoridad Correspondiente, a su juicio, podrá permitir al Constructor terminar el colado del día, mediante el uso del control manual de la pavimentadora; sin embargo, el colado no se podrá reiniciar hasta que los controles automáticos funcionen adecuadamente.
- Las pavimentadoras para la construcción de losas de concreto hidráulico presforzadas contarán con:
  - Bandas para transportar el concreto fresco desde los camiones situados a un costado de la pavimentadora hasta el frente de ésta, sin interferir con los tendones de presfuerzo.
  - Sistema de vibradores de inmersión y de alta frecuencia colocados a la mitad de la separación entre los tendones longitudinales, provistas de un mecanismo para extraerlos y sumergirlos al interceptar los tendones transversales y en los extremos de las losas.

#### 4 **Vibradores**

- **Vibradores de inmersión fijos.** Los vibradores de inmersión fijos, que formen parte de la pavimentadora, estarán espaciados a no más de sesenta centímetros y equipados con unidades sincronizadas de vibración con una frecuencia en el aire no menor de ocho

mil ciclos por minuto, con el objeto de proporcionar una consolidación uniforme en el ancho y espesor total de la losa de concreto.

- **Vibradores de inmersión manuales.** En zonas de juntas o de difícil acceso para los vibradores fijos, se pueden utilizar vibradores de inmersión manuales, con la capacidad suficiente para consolidar la losa en todo su espesor. Estos vibradores serán lo suficientemente rígidos para asegurar el control de la posición de operación de la cabeza de vibrado.
  - **Vibradores superficiales.** Los vibradores superficiales que se coloquen directamente sobre la superficie de la losa, tendrán una frecuencia de operación de tres mil quinientos a cuatro mil doscientos ciclos en el aire.
- 5 **Rastra de texturizado.** Para llevar a cabo el texturizado longitudinal se utilizará una rastra que produzca una superficie uniforme de textura abrasiva, a todo lo ancho del pavimento, hecha con una tela de yute o de algodón, humedecida, sin costuras y de dos capas, la inferior de aproximadamente quince centímetros más ancha que la superior. Para pavimentos con un ancho mayor de cinco metros, la rastra estará montada en un puente que pueda deslizarse sobre la cimbra o bien como parte integral del equipo de texturizado. Las dimensiones de la rastra serán tales que proporcione una franja de contacto de cuando menos un metro de ancho sobre la superficie del pavimento.
  - 6 **Texturizadora.** La texturizadora, que será operada de manera independiente a la pavimentadora y al equipo de curado, contará con un dispositivo mecánico equipado con dientes de acero de cien a ciento cincuenta milímetros de longitud, espaciados nominalmente a veinticinco milímetros centro a centro, con una sección transversal de uno por dos milímetros aproximadamente, y ajustable de tal forma que se formen pequeños surcos de tres milímetros de profundidad, como mínimo, transversales al eje de la vialidad.
  - 7 **Equipo de curado.** El equipo para la aplicación de la membrana de curado de la carpeta de concreto estará diseñado para asegurar una aplicación uniforme y contará con un tanque de almacenamiento dotado de un dispositivo interior de agitación para mantener el producto de curado completamente mezclado durante el proceso. La aplicación de la membrana de curado se realizará mediante el uso de rociadores mecánicamente operados a presión, equipados con boquillas que cuenten con un dispositivo tipo escudo o capuchón para evitar la desviación del rocío por efectos del viento.
  - 8 **Equipo de corte.** El equipo de corte para las juntas, ya sea con disco abrasivo o de diamante, tendrá el tamaño, la potencia y la capacidad requeridas para ejecutar los cortes con la profundidad establecida en el proyecto.
  - 9 **Unidades de agua a presión.** Provistas de boquillas, capaces de producir una presión mínima de catorce megapascales (más menos ciento cuarenta y tres kg/cm<sup>2</sup>).
  - 10 **Compresores de aire.** Capaces de producir una presión mínima de seiscientos veinte kilopascales (más menos seis kg/cm<sup>2</sup>), y provistos con los dispositivos necesarios para evitar la contaminación del aire con agua o aceite.
  - 11 **Dispositivos para la colocación de material de relleno preformado.** Capaz de colocar el material preformado de una manera uniforme a todo lo largo de toda la junta sin estirarlo o punzarlo, a la profundidad establecida en el proyecto.

**12 Equipos para la inyección del material de sellado.** Consistente en bombas de extrusión con la suficiente capacidad para inyectar el volumen requerido de material de sellado hasta la profundidad adecuada, equipadas con una boquilla cuya forma ajuste dentro de las juntas, y con la cual se pueda formar una cama de ancho y profundidad uniforme entre las caras de las juntas.

**13 Fresadoras.** Las fresadoras que se utilicen para corregir el acabado de las losas de concreto hidráulico, serán autopropulsadas, con la masa suficiente para producir un fresado uniforme y contarán con:

- Cabezas de corte de aproximadamente un metro de ancho o más, montadas en marcos interiores que permitan controlar la profundidad del fresado.
- Discos de corte con diamantes para cortar las protuberancias o ranurar la superficie del pavimento, adosados a las cabezas de corte. Cada cabeza, con el ancho indicado anteriormente, tendrá entre cincuenta y cuatro y cincuenta y nueve discos, uniformemente distribuidos en todo su ancho. El tamaño, la cantidad y la pasta de adherencia de los diamantes, serán los adecuados para la dureza de los agregados pétreos del concreto por tratar.
- Cilindros hidráulicos para mantener constante la presión sobre las cabezas de corte.

#### **e Conservación de las superficies de rodamiento para pavimentos rígidos**

Es responsabilidad del Constructor la conservación de las superficies de rodamiento para pavimentos rígidos, hasta que hayan sido recibidas por la Autoridad Correspondiente, junto con todo el tramo de vialidad.

#### **f Referencias**

- ACI comité 207.- Control de la temperatura de la mezcla de concreto.  
ACI comité 211.- Proporciones de las mezclas de hormigón.  
ACI comité 301.- Especificaciones para hormigón.  
ACI comité 305.- Protección y curado en clima cálido.  
ACI comité 306.- Protección y curado en clima frío.  
ACI 304.2R.- Revisión de la colocación del concreto mediante bombeo.  
ACI 309R-87.- Guía para la consolidación del concreto.  
ACI 311.1R-92.- Manual para la inspección del concreto.  
ACI 325.3R-85.- Guía para el diseño de cimentaciones y soportes para pavimentos de concreto.  
ACI 325.5R-90.- Diseño de pavimentos de concreto con refuerzo continuo para aeropuertos.  
ACI 325.6R-88.- Texturizado de pavimentos de concreto.  
ACI 325.7R-88.- Recomendaciones para el diseño de pavimentos de concreto pretensado.  
ACI 325.9R-91.- Guía para la construcción de pavimentos de concreto y bases de concreto.  
ACI 325.10R-95.- Pavimentos de concreto compactado con rodillos.  
ACI 330R.92.- Guía para el diseño y construcción de estacionamientos de concreto.  
ACI 345R-91.- Guía para la construcción de puentes con cubierta de concreto para carreteras.  
ACI 347R-94.- Guía para el cimbrado del concreto.  
AASHTO T-26.- Examen del agua de dudosa calidad.  
AASHTO M-148.- Compuestos para el curado del concreto.  
AASHTO C-150.- Propiedades del cemento.  
AASHTO C-175.- Propiedades del cemento.  
AASHTO C-595.- Propiedades del cemento.

- ASTM C 33.- Especificaciones de los agregados para concreto.
- ASTM C 39.- Determinación de los requisitos de resistencia.
- ASTM D 75.- Muestreo de agregados para concreto.
- ASTM C 156.- Evaluación de los procedimientos de curado.
- ASTM C 171.- Materiales de cubierta para el curado del concreto.
- ASTM C 260.- Aditivos para aumentar los vacíos de la mezcla de concreto.
- ASTM C 309.- Compuestos líquidos formadores de membrana para el curado de concreto.
- ASTM C 494.- Aditivos retardadores de fraguado y de reducción de agua.
- ASTM D 596.- Reporte de resultados del análisis del agua.
- ASTM C 685.- Certificación de las plantas de concreto.
- ASTM C 823.- Examen y muestreo de corazones de concreto.
- ASTM C 856.- Examen petrográfico de corazones de concreto.
- ASTM D 859.- Sílice en agua.
- ASTM D 994.- Relleno de juntas de expansión para concreto tipo preformadas.
- ASTM D 1193.- Agua.
- ASTM D 1751.- Relleno de juntas de expansión preformadas para pavimentos de concreto.
- ASTM D 1752.- Esponja y tapón preformados de goma para relleno de juntas de expansión.
- ASTM D 1854.- Sellador de juntas de concreto resistentes a combustibles, (especificaciones).
- ASTM D 1855.- Sellador de juntas de concreto resistentes a combustibles, (métodos de prueba).
- ASTM D 1889.- Turbiedad del agua.
- ASTM D 2628.- Sellado de juntas de policloropropileno elastomérico en pavimentos de concreto.
- ASTM D 2835.- Lubricante para la instalación de sellos preformados en pavimentos de concreto.
- ASTM D 3141.- Asfalto para el sellado de pavimentos de concreto a base de cemento Portland.
- ASTM D 3405.- Selladores de juntas vertidos en caliente para pavimentos de concreto y asfalto.
- ASTM D 3406.- Selladores de juntas en caliente tipo elastomérico para pavimentos de concreto.
- ASTM D 3407.- Sellado de juntas en caliente para concretos de cemento Portland, (método de prueba).
- ASTM D 3581.- Sellado de juntas en caliente para concretos de cemento Portland, (especificaciones).
- ASTM D 5249.- Proveedores de materiales para usarse en frío y en caliente en la aplicación de sellado de juntas de concreto de cemento Portland y juntas de asfalto.
- BOCA 1901.0.- Diseño estándar de concreto.
- BOCA 1906.0.- Materiales para la construcción del concreto.
- BOCA 1907.0.- Requisitos de estabilidad del concreto.
- BOCA 1908.0.- Calidad del concreto: mezcla y colocación.
- BOCA 1910.0.- Detalles de refuerzo.
- NMX-B-006.- Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo del concreto (1988-08-05).
- NMX-B-018.- Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de riel para refuerzo de concreto (1988-10-26).
- NMX-B-032.- Varillas corrugadas y lisas procedentes de eje para refuerzo de concreto (1988-10-26).
- NMX-B-457.- Varillas corrugadas de acero de baja aleación procedente de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto (1988-09-06).
- NMX-C-001.- Cemento Portland (1980-11-13).
- NMX-C-002.- Cemento Portland Puzolana (1986-11-14).

- NMX-C-058.- Método de prueba para determinar el tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos, Método Gillmore (1968-05-09).
- NMX-C-059.- Método de prueba para determinar el tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos, Método Vicat (1976-02-02).
- NMX-C-060.- Método de prueba para determinar la resistencia a la tensión de cementantes hidráulicos (1969-10-28).
- NMX-C-061.- Método de prueba para determinar la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos (1976-12-09).
- NMX-C-062.- Método de prueba para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos (1969-01-27).
- NMX-C-130.- Muestreo de cementantes hidráulicos (1969-10-28).
- NMX-C-131.- Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos (1976-05-10).
- NMX-C-132.- Método de prueba para la determinación del fraguado falso del cemento Portland por el método de pasta (1971-07-09).
- NMX-C-133.- Coadyuvantes de molienda empleados en la elaboración de cementos hidráulicos (1980-07-09).
- NMX-C-144.- Requisitos para el aparato usado en la determinación de la fluidez de morteros con cementantes hidráulicos (1969-10-28).
- NMX-C-150.- Determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el tamiz No. 80M (No. 200), (1973-08-08).
- NMX-C-151.- Determinación del calor de hidratación de cementantes hidráulicos (1977-04-06).
- NMX-C-152.- Método de prueba para la determinación del peso específico de cementantes hidráulicos (1970-09-03).
- NMX-C-153.- Método de prueba para la determinación del sangrado en pasta de cemento y en mortero (1971-11-05).
- NMX-C-175.- Calidad para cemento Portland de escoria de altos hornos (1969-10-31).
- NMX-C-184.- Calidad para cemento de escoria clinker (1970-09-07).
- NMX-C-208.- Método de prueba para la determinación del contenido de anhídrido sulfúrico en los cementantes hidráulicos (1972-04-08).
- NMX-C-273.- Determinación de la actividad puzolánica (1978-12-28).
- NMX-C-014.- Concreto. Aditivos químicos. Uniformidad y equivalencia (1982-01-05).
- NMX-C-045.- Muestreo de aditivos para el concreto (1983-12-06)
- NMX-C-067.- Análisis granulométrico de agregados para concreto (1971-11-17).
- NMX-C-081.- Aditivos para el curado del concreto. Compuestos líquidos que forman membrana (1981-02-19).
- NMX-C-083.- Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto (1988-12-06).
- NMX-C-109.- Cabeceo de especímenes cilíndricos de concreto (1985-03-18).
- NMX-C-111.- Especificaciones de los agregados para el concreto (1988-12-06).
- NMX-C-117.- Aditivos estabilizadores de volumen del concreto (1978-10-06)
- NMX-C-122.- Agua para el concreto (1982-05-28).
- NMX-C-128.- Concreto sometido a compresión. Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de Poisson (1982-08-19).
- NMX-C-140.- Aditivos expansores del concreto (1978-10-06).
- NMX-C-146.- Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento Portland (1983-07-14).
- NMX-C-148.- Gabinetes y cuartos húmedos y tanques de almacenamiento para las pruebas de cementantes y concretos hidráulicos (1982-01-11).
- NMX-C-154.- Determinación del contenido de cemento en concreto endurecido (1987-07-20).
- NMX-C-155.- Especificaciones del concreto hidráulico (1987-12-10).
- NMX-C-156.- Determinación del revenimiento en el concreto fresco (1988-09-07).

- NMX-C-157.- Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión (1987-12-07).
- NMX-C-158.- Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico (1987-12-07).
- NMX-C-159.- Elaboración y curado, en el laboratorio, de especímenes de concreto (1985-08-08).
- NMX-C-160.- Elaboración y curado, en obra, de especímenes de concreto (1987-10-29).
- NMX-C-161.- Muestreo de concreto fresco (1987-10-26).
- NMX-C-162.- Determinación del peso unitario, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico (1985-03-18).
- NMX-C-163.- Determinación a la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto (1986-04-14).
- NMX-C-169.- Obtención y prueba de corazones y vigas extraídas de concreto endurecido (1988-03-28).
- NMX-C-173.- Determinación de la variación en longitud de especímenes de mortero de cemento y de concreto endurecidos (1990-09-19).
- NMX-C-177.- Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto mediante la resistencia a la penetración (1986-04-14).
- NMX-C-179.- Ceniza volante o puzolana natural para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento Portland (1983-08-17).
- NMX-C-191.- Determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en los tercios del claro (1986-04-14).
- NMX-C-192.- Determinación del índice de rebote utilizando el dispositivo conocido como esclerómetro (1986-07-14).
- NMX-C-199.- Aditivos para concreto y materiales complementarios (1986-11-14).
- NMX-C-200.- Aditivos inclusores de aire para concreto (1979-01-02).
- NMX-C-205.- Determinación de la resistencia del concreto a la congelación y al deshielo acelerados (1979-02-09).
- NMX-C-219.- Resistencia a la compresión a edades tempranas y predicción de la misma a edades posteriores (1984-08-02).
- NMX-C-221.- Longitud de los corazones de concreto (1983-07-14).
- NMX-C-235.- Resistencia a la compresión empleando porciones de vigas ensayadas a flexión (1984-08-02).
- NMX-C-236.- Práctica para examinar y muestrear el concreto endurecido en el sitio de colado (1984-12-14).
- NMX-C-237.- Aditivos para concreto. Determinación para la adherencia de los sistemas de resinas epóxicas empleadas en el concreto (1985-03-18).
- NMX-C-240.- Aditivos para concreto. Determinación de la viscosidad cinemática y cálculo de la viscosidad dinámica (1985-08-08).
- NMX-C-241.- Sistemas de adhesivos a base de resinas epóxicas para concreto (1985-08-07).
- NMX-C-242.- Bandas de PVC para control hidráulico en juntas de concreto. Determinación de las propiedades a la tensión y absorción de solución alcalina (1985-08-08).
- NMX-C-243.- Prueba de resistencia al cortante en concreto endurecido (1985-08-08).
- NMX-C-248.- Elementos de concreto presforzado (1978-12-28).
- NMX-C-249.- Bandas de PVC para control hidráulico en juntas de concreto (1986-04-14).
- NMX-C-250.- Bandas de PVC. Colocación en juntas de concreto (1986-04-14).
- NMX-C-251.- Terminología para el concreto (1986-07-15).
- NMX-C-255.- Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto (1988-09-07).
- NMX-C-267.- Determinación de la penetración en concreto fresco por medio de una bola metálica (1986-07-14).

- NMX-C-275.- Determinación de la velocidad de pulso del concreto. Método de ultrasonido (1986-11-14).
- NMX-C-277.- Muestreo del agua para concreto (1979-03-30).
- NMX-C-281.- Moldes para elaborar especímenes cilíndricos de concreto verticalmente para pruebas (1985-08-07).
- NMX-C-283.- Análisis del agua para concreto (1982-08-19).
- NMX-C-290.- Concreto curado acelerado para prueba a compresión de especímenes (1987-06-18).
- NMX-C-296.- Determinación del sangrado del concreto (1980-07-30).
- NMX-C-298.- Aditivos minerales. Determinación de la efectividad para prevenir una expansión excesiva del concreto debida a la reacción álcalis - agregado (1980-06-02).
- NMX-C-301.- Determinación de la resistencia a la penetración del concreto endurecido (1986-12-12).
- NMX-C-302.- Determinación de la masa por unidad de volumen de los ingredientes del concreto fresco mediante deshidratación con alcohol (1980-07-17).
- NMX-C-303.- Determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en el centro del claro (1986-04-14).
- NMX-C-304.- Aditivos. Determinación de la retención de agua por medio de compuestos líquidos que forman membrana para el curado del concreto (1980-07-17).
- NMX-C-309.- Aditivos para concreto. Determinación del factor reflectancia de membranas de color blanco para el curado del concreto (1980-10-14).
- NMX-C-313.- Pigmentos para morteros y concretos de cemento Portland (1981-02-19).
- NMX-C-314.- Adoquines de concreto para uso en pavimentos (1986-04-14).
- NMX-C-356.- Aditivos para concreto. Cloruro de calcio (1988-03-28).
- NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).
- NMX-C-067.- Análisis granulométrico de agregados para concreto (1987-10-30).
- NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).
- NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).
- NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).
- NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).
- NMX-C-180.- Determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento por medio de barras de mortero (1986-07-14).
- NMX-C-196.- Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Ángeles (1984-04-13).
- NMX-C-244.- Agregado ligero termoaislante para concreto (1986-07-15).
- NMX-C-245.- Determinación de las correcciones en masa por la humedad de los agregados en dosificaciones de mezclas de concreto (1986-04-14).
- NMX-C-265.- Examen petrográfico de los agregados del concreto (1984-04-13).
- NMX-C-270.- Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso (1985-08-08).
- NMX-C-271.- Determinación de la reactividad potencial de los agregados para concreto, método químico (1984-08-02).
- NMX-C-272.- Reactividad potencial de rocas de carbonatos en agregados para concreto con los álcalis, método del cilindro de roca (1987-08-21).
- NMX-C-282.- Cambio de volumen de combinaciones cemento - agregado. Método de prueba (1984-04-13).
- NMX-C-305.- Descripción de los componentes minerales naturales de los agregados para concreto (1980-10-07).
- NMX-C-329.- Determinación de granulometría de la arena de sílice (1974-07-05).

NMX-C-330.- Arena de sílice (1964-07-11).  
NMX-C-331.- Determinación del sílice en arena de sílice (1964-07-11).  
NMX-C-348.- Determinación del manchado de los agregados en el concreto (1987-10-30).  
NMX-C-021.- Cemento. Mortero Portland (1981-06-19).  
NMX-C-144.- Requisitos para el aparato usado en la determinación de la fluidez de morteros con cementantes hidráulicos (1969-10-28).  
NMX-C-153.- Método de prueba para la determinación del sangrado en pasta de cemento y en mortero (1971-11-05).  
NMX-C-173.- Determinación de la variación en longitud de especímenes de mortero de cemento y de concreto endurecidos (1990-09-19).  
NMX-C-185.- Determinación de la expansión potencial de los morteros de cemento Portland debida a la acción de los sulfatos (1979-08-28).  
NMX-C-300.- Determinación del contenido de aire en el mortero (1980-06-20).  
NMX-C-313.- Pigmentos para morteros y concretos de cemento Portland (1981-02-19).  
Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.  
Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.  
Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.  
SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.  
SSPWC 201.1.- Materiales para construcción, concreto de cemento Portland.  
SSPWC 201.2.- Materiales para construcción, concreto reforzado con acero.  
SSPWC 201.3.- Materiales para construcción, relleno y selladores para juntas de expansión.  
SSPWC 201.4.- Materiales para construcción, compuestos para el curado del concreto.  
SSPWC 201.5.- Materiales para construcción, mortero-cemento.  
SSPWC 211.1.- Pruebas para suelos y agregados, análisis de mallas.  
SSPWC 211.4.- Pruebas para suelos y agregados, permeabilidad.  
SSPWC 213.1.- Materiales para construcción, fábricas de pavimentos.  
SSPWC 302.6.- Métodos de construcción, pavimentos de concreto con cemento Portland.  
SSPWC 302.7.- Métodos de construcción, fábricas de pavimentos.  
SSPWC 303.5.- Métodos de construcción, estructuras sencillas de concreto.  
SSPWC 400.3.- Productos pétreos alternativos, concreto con cemento Portland.  
UBC 1903.- Especificaciones para pruebas y materiales.  
UBC 1904.- Requisitos de estabilidad.  
UBC 1905.- Calidad del concreto: mezcla y colocación.  
UBC 1907.- Detalles de refuerzo.  
UBC 1908.- Análisis y diseño del concreto.

## **g Procedimiento de Ejecución**

Los procedimientos que se utilizarán para la construcción de superficies de rodamiento para pavimentos rígidos, serán los siguientes:

- 1 Pavimentación con Cimbra Fija.
- 2 Pavimentación con Cimbra Deslizante.

Únicamente se utilizarán procedimientos y métodos ejecutivos alternativos para la construcción de superficies de rodamiento para pavimentos rígidos; cuando sean fijados en el proyecto y/o indicados por la Autoridad Correspondiente, previa justificación técnica mediante el diseño respectivo; asimismo, se deberá comprobar su funcionalidad y factibilidad con los análisis y estudios de laboratorio, de acuerdo con las condiciones particulares existentes en la zona en estudio donde se pretenda construir la obra.

Los trabajos de construcción serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas de concreto hidráulico:

- Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas, esté por debajo de los cuatro grados Celsius.
- Cuando la temperatura ambiente sea de cuatro grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo las carpetas de concreto hidráulico pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente está por arriba de dos grados Celsius y su tendencia sea a la alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.
- Cuando la evaporación sobre la superficie de la losa sea mayor de un kilogramo por metro cuadrado por hora, determinada de acuerdo a las recomendaciones de la *Portland Cement Association* (PCA), a menos que se levanten rompevientos para proteger el concreto hidráulico y lo apruebe la Autoridad Correspondiente.

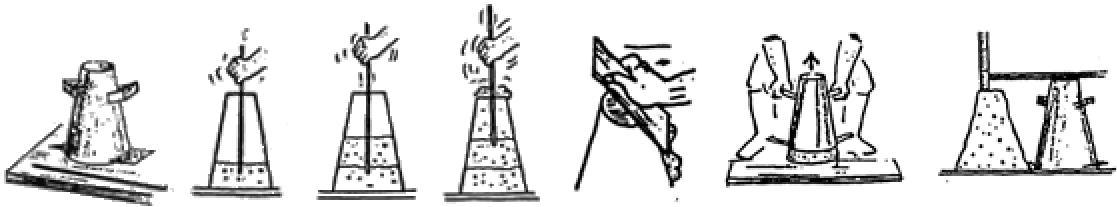
Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta de concreto hidráulico, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de los requisitos, líneas y niveles fijados en el proyecto, por lo que hace a sus dimensiones y todas las condiciones propias de este tipo de obra, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Autoridad Correspondiente, cuando la carpeta se construya sobre una capa de materiales pétreos, como una sub-base o base terminadas, éstas deberán recibir un riego de impregnación con asfaltos rebajados o con emulsión asfáltica, o se colocará sobre ella una membrana de polietileno. Es responsabilidad del Constructor establecer el lapso entre la impregnación y el inicio de la construcción de la carpeta.

Los acarrees del concreto y los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta, se distribuya sobre el ancho total de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

La calidad del concreto con que se elaboren las carpetas de concreto hidráulico tendrá las características fijadas en el proyecto. La evaluación del cumplimiento de calidad de las mezclas de concreto hidráulico, se efectuará mediante los parámetros y los procedimientos de muestreo y de prueba, establecidos en las normas NMX-C-83 "Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto", NMX-C-109 "Cabeceo de especímenes cilíndricos", NMX-C-155 "Especificaciones del concreto hidráulico", NMX-C-156 "Determinación del revenimiento del concreto hidráulico en estado fresco", NMX-C-160 "Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto", NMX-C-161 "Muestreo de concreto fresco", así como las indicadas por la Autoridad Correspondiente, de acuerdo con las condiciones particulares de la obra. La verificación de la resistencia a la compresión del concreto se realiza tomando como base el uso de probetas en forma de cilindros de 15 cm x 30 cm, con la cual se elaboran especímenes en el sitio de la obra para ser probados en laboratorio, siguiendo en ambos casos, los lineamientos de la normatividad vigente aplicable.

La Autoridad Correspondiente establecerá la frecuencia y cantidad de los muestreos, así como la edad para ser probados los especímenes, de acuerdo con las condiciones y necesidades particulares de la obra. Para verificar la resistencia del concreto utilizado, se debe considerar que cada muestra que se obtenga estará constituida como mínimo por tres especímenes para ser probados a la edad indicada.



**Figura Q.1** Prueba de revenimiento del concreto hidráulico.

### 1 Pavimentación con cimbra fija

Se utilizará previa aprobación de la Autoridad Correspondiente, en superficies de rodamiento para pavimentos urbanos de vialidades terciarias, como las calles locales, en donde por tratarse de obras de menor magnitud, la producción del concreto se realiza en las plantas dosificadoras que se tienen instaladas en las ciudades y el procedimiento constructivo requiere de la utilización de rodillos, reglas vibratorias y equipo menor adecuado.

- **Elaboración de concreto hidráulico**

El Concreto será premezclado con resistencia a la Flexión ó Módulo de Ruptura igual a la establecida en el proyecto.

El revenimiento del concreto al momento de su colocación utilizando cimbra fija, corresponderá, según sea el caso, a los valores indicados en la siguiente tabla:

Pendiente de la superficie	Revenimiento (cm)
Superficies planas con pendientes ligeras.	10 ± 2.0
Superficies con pendientes mayores al 8%.	8 ± 1.0

**Tabla Q-1** Revenimiento del concreto al momento de su colocación utilizando cimbra fija.

Se deberá garantizar la calidad del concreto mediante las pruebas de calidad indicadas en el proyecto o por la Autoridad Correspondiente, así como el suministro constante y continuo para mantener la homogeneidad del pavimento.

- **Cimbra**

Cuando se autorice la utilización de cimbra fija, deberá ser metálica y con los refuerzos adecuados para darle rigidez, el peralte o altura de la misma corresponderá al espesor de la superficie de rodamiento del pavimento. La cimbra y todos los implementos necesarios, deberán ser limpiados perfectamente antes de cada uso, eliminando materias extrañas, polvo, grasa y todos los residuos de concreto adheridos. No se permitirá la utilización de moldes que no hayan sido previamente aceptados por la Autoridad Correspondiente. Se deberá de contar

con una cantidad suficiente de tramos de cimbra en óptimas condiciones para garantizar la continuidad de los colados y el cumplimiento de los avances establecidos en el programa de contrato.

La colocación de la cimbra deberá efectuarse siguiendo las dimensiones, el alineamiento y niveles que indique el proyecto; en franjas previamente establecidas para mantener las condiciones de igualdad superficial entre losa y losa. Se fijará y se asegurará firmemente a la superficie de la sub-base o de la base, según sea el caso, para mantenerla rígida e impedir su desplazamiento ya que será sometida a tratamiento rudo durante la construcción, ya sea al colar el concreto, o debido a la utilización del equipo en las diversas etapas de trabajo, como rodillo o regla vibratoria, vibradores de inmersión en bordes, regla enrasadora, texturizado, etc.

Una vez colocada e inmediatamente antes del colado del concreto, se deberán verificar el alineamiento y los niveles, para garantizar un buen perfil longitudinal de la superficie de rodamiento del pavimento.

Los moldes que conforman la cimbra deberán ser tratados en su superficie de contacto con el concreto, mediante la aplicación de un agente desmoldante indicado en el proyecto o por la Autoridad Correspondiente, para facilitar su remoción (descimbrado) y evitar daños. No deberá removerse la cimbra hasta que el concreto tenga la dureza suficiente que garantice que las superficies no serán dañadas de ninguna manera, pero en ningún caso, antes de transcurridas ocho horas de haber terminado el colado.

- **Colado del concreto**

Previo a la colocación del concreto, la sub-base o la base deberán estar preparadas e impregnadas. Deberá limpiarse y humedecerse la superficie que recibe al concreto para evitar que se absorba el agua de la mezcla. El proporcionamiento de los materiales que conforman el concreto se efectúa en una planta dosificadora directamente en camiones revolvedores, que son los encargados de hacer el mezclado adecuado (concreto premezclado). El concreto que se mezcla en camiones revolvedores se vacía y se esparce a lo todo lo ancho del pavimento con el equipo adecuado o manualmente, según se apruebe. Se deberán colar franjas longitudinales de longitud correspondiente a un día de pavimentación como mínimo.

- **Barras de Amarre**

En las juntas que indique el proyecto o la Autoridad Correspondiente, se colocarán barras de amarre, con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las franjas de losas. Las barras serán corrugadas, de acero estructural con límite de fluencia de 4200 kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo quedar ahogadas en las losas a la mitad del espesor y en la posición indicada en el proyecto. Todas las barras corrugadas deberán protegerse contra la corrosión si es que los estudios climatológicos y químicos del lugar demuestran que puede presentarse este fenómeno. Las barras de amarre se colocan en las juntas longitudinales, independientemente de si son juntas frías o de corte, el diámetro, longitud y separación serán los mostrados en el proyecto.

- **Pasajuntas**

En el caso de que el proyecto indique colocación de barras pasajuntas en las juntas de contracción transversales, éstas se colocarán perfectamente alineadas al sentido longitudinal del pavimento y a la mitad del espesor del mismo. La función de estas barras es la de garantizar una efectiva transferencia de fuerzas cortantes en losas adyacentes, permitiendo el

libre movimiento de las franjas de losas en el sentido longitudinal. Las barras serán lisas, de acero estructural con límite de fluencia de 4200 kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo estar engrasadas en toda su longitud para evitar que se adhieran al concreto. Las barras pasajuntas se colocan en las juntas transversales de contracción cuando así están indicadas y consideradas en el diseño, sin embargo deberán colocarse en todas las juntas transversales de construcción para garantizar la transferencia de cargas entre colados de días distintos.

- **Vibrado y perfilado**

Una vez colocado el concreto se deberá acomodar en las orillas cercanas a la cimbra utilizando un vibrador manual, posteriormente se pasa la regla o el rodillo vibratorio que le dan el vibrado final a la masa del concreto, si en el proyecto se especificaron barras de amarre, estas deberán colocarse inmediatamente antes de que pase la regla o el rodillo, en los lugares especificados en proyecto, con ayuda de un escantillón para colocarlas exactamente a la mitad del espesor. Después de pasado el rodillo deberá utilizarse una flotadora de aluminio o magnesio en sentido transversal para dar el perfilado definitivo al pavimento.



**Figura Q.2** Regla vibratoria manual.



**Figura Q.3** Colocación de concreto hidráulico con regla vibratoria autopropulsada.

- **Acabado superficial**

Primero se realiza el afine, con el cual se busca conseguir una superficie adecuada para obtener un buen texturizado, resistente a la fricción del tráfico. No se debe hacer el terminado mientras se observe la presencia de agua en la superficie.

Este acabado se obtiene utilizando herramientas manuales, generalmente llanas tipo perfil acanalado y tratadas con tungsteno o material similar, a las que se les monta un largo mango para cubrir todo el ancho de la vialidad desde uno solo de los lados, en la unión entre mango y llana se instala un pivote que permite ajustar el ángulo de ataque de la llana y evitar que penetre la losa.

Normalmente la primera pasada de la llana abre poros y permite salida de pequeñas cantidades de agua y aire presente cerca a la superficie, la segunda pasada o el uso de otra herramienta busca cerrar los poros abiertos y sacar a la superficie granos de arena, esta otra herramienta puede ser una llana fina tipo fresno.

- **Microtexturizado longitudinal**

El acabado superficial longitudinal del concreto recién colado podrá proporcionarse después de efectuado un afine adecuado con la aplicación de las flotadoras mecánicas o herramientas manuales (llanas), mediante el arrastre de tela de yute húmeda o pasto sintético en sentido longitudinal del pavimento. Este proceso se puede realizar para este tipo de pavimentos en forma manual, fijando perfectamente la tela de yute a un tubo o solera que mida un poco más que el ancho de pavimentación, se humedece y se arrastra en sentido longitudinal con el apoyo de dos personas, uno a cada lado del pavimento.

- **Macrottexturizado transversal**

Posteriormente, cuando el proyecto no indique lo contrario, se realiza el texturizado transversal mediante una rastra metálica en forma de peine, con una separación entre dientes de acuerdo con la especificación del proyecto, con una profundidad entre los 3.0 mm y los 5.0 mm a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realizará, cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación y que pudieran cerrarse debido a esto perdiendo su funcionalidad. Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones accidentales de origen climático, de herramientas y/o del paso de equipo o seres vivos. Si así lo indica el proyecto, se podrá utilizar el método de denudado químico

- **Aplicación de membrana de curado**

El curado deberá hacerse inmediatamente después del texturizado transversal cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. Esta condición se efectúa aplicando en la superficie una membrana de curado en la cantidad adecuada para el correcto curado, obteniendo así, un espesor uniforme, que deje una membrana impermeable y consistente y que evite la evaporación del agua que contiene la mezcla de concreto fresco. Su aplicación deberá hacerse preferentemente con aspersores manuales con irrigadores a presión. El tipo y espesor de la membrana se fijará de acuerdo con las características e indicaciones establecidas en el proyecto, la cual deberá garantizar el perfecto cubrimiento de toda la superficie del concreto, dejando una película integral que minimice el aumento en la temperatura del concreto. El proceso de curado es importante para la obtención de resistencias, ya que un concreto curado inadecuadamente, reduce significativamente su resistencia.

- **Formación de juntas**

El concreto durante su etapa de fraguado se contrae y por estar apoyado sobre una superficie fija, se generan esfuerzos de tensión que a su vez producen agrietamientos. La función de realizar juntas de contracción cortadas con disco es la de indicarle al concreto la ruta que deben de seguir sus agrietamientos por contracción y evitar que las grietas se propaguen en cualquier dirección.

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales de contracción utilizando equipo de corte con discos con punta de diamante. Este trabajo se debe ejecutar cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento que propicie el corte y las contracciones son inferiores a aquellas que causan el agrietamiento no controlado.

Las cortadoras utilizadas deberán ser autopropulsadas y con una potencia que esté entre los 20 HP y los 40 HP. Las juntas deberán ajustarse a las dimensiones y características indicadas en el proyecto. Los cortes deben realizarse a una profundidad de un tercio del espesor. No debe cortarse toda la profundidad de la losa o todo su espesor. Cortar la parte superior le permite que en la parte inferior se genere una grieta que le permite transmitir fuerzas cortantes por la trabazón que existe entre los agregados del concreto entre una losa y otra.

Deberá realizarse un primer corte para garantizar la inducción adecuada de las grietas de contracción, con un ancho de 3 mm (1/8 de pulgada) utilizando un solo disco de corte y cortando a una profundidad de un tercio del espesor. Posteriormente se deberá hacer el ensanche de las juntas a 6 mm (1/4 de pulgada) utilizando para esto dos discos de corte empalmados y la profundidad de este corte será menor de un tercio del espesor y estará regida por el factor de forma que se le vaya a dar al sellador de las juntas.

- **Limpieza y sello de juntas**

Salvo otra indicación del proyecto o de la Autoridad Correspondiente, la limpieza de juntas se hará con aire a presión y apoyados con una rastra para dejar perfectamente limpia de material la totalidad de la junta, una vez seca la junta y perfectamente libre de polvo en sus paredes, se procederá a colocar una cintilla de respaldo, cuya función principal es la de minimizar la utilización del sellador cuando es líquido e inmediatamente después se coloca éste último dentro de la junta respetando las indicaciones en cuanto a su factor de forma y modo de aplicación.

El sellador líquido será un material autonivelante de un solo componente, elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes al concreto y que permita las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas, sin agrietarse, debiéndose emplear productos que cumplan con lo anteriormente expuesto, los cuales deberán solidificarse a temperatura ambiente. Es necesario que la superficie del sellador se aloje por debajo de la superficie de rodamiento con el fin de evitar que entre en contacto con los neumáticos de los vehículos y se pueda deteriorar. La función del sellador es la de evitar que partículas incompresibles (piedras) penetren en la junta y puedan generar despostilladuras en los bordes de las losas debido al movimiento de las mismas. Otra función es la de impedir que el agua de la superficie pueda penetrar a la estructura de soporte y evitar problemas de expulsión de finos, pérdida de soporte y reducción de resistencia del material de sub-base o de la base. Cuando se trate de un sellador preformado, éste se colocará, con las características e indicaciones de proyecto.

## 2 Pavimentación con cimbra deslizante

La cimbra deslizante se utilizará en superficies de rodamiento para pavimentos de vialidades primarias y secundarias, como autopistas, libramientos, arterias principales, arterias y calles urbanas colectoras. Este sistema consiste en la formación de una figura geométrica consolidada mediante el deslizamiento continuo de una cimbra alrededor de la masa plástica del concreto, la pavimentadora o extendedora de cimbra deslizante es la maquinaria autopropulsada en la cual va montada la cimbra. El efecto que la extendedora y la pavimentadora hacen sobre el concreto se conoce formalmente como extrusión, mediante el cual el material al salir de la máquina bajo presión toma la forma de la cimbra que se desliza.

La pavimentación en concreto con cimbra deslizante debe estar precedida de una planeación minuciosa de la actividad diaria; es muy importante tomar en consideración todos los aspectos que intervienen durante el procedimiento constructivo al momento de planear, para lograr los objetivos establecidos en el proyecto. Por lo general, este tipo de pavimentaciones manejan grandes volúmenes de concreto y producciones diarias que pueden variar entre los 1,500 m<sup>3</sup> a los 2,800 m<sup>3</sup>. Esta productividad apoyada con una buena planeación, hace posible optimizar los recursos y eficientar el proceso constructivo.

### • Elaboración de concreto hidráulico

Antes de iniciar el proceso de elaboración de concreto, se deberán estudiar las características de los bancos de materiales disponibles en la zona para la elaboración del concreto. Además, deberá de seleccionarse el sitio apropiado para la ubicación de la planta de mezclado central buscando minimizar las distancias de acarreo tanto de los agregados para el concreto como del propio concreto elaborado.

Dependiendo de la naturaleza y magnitud de la obra, su ubicación y las condiciones del lugar, el concreto podrá ser elaborado en: Plantas de mezclado central y plantas dosificadoras.

Plantas de mezclado central. Se utilizan en obras de gran magnitud, ya que pueden producir en un período muy corto, grandes volúmenes de concreto de manera automatizada. Estas plantas son generalmente plantas móviles y son diseñadas para lograr un rápido montaje, desmontaje y son de fácil transporte. Los concretos serán producidos con las características indicadas en el proyecto y se transportarán en camiones de volteo o en camiones con banda transportadora de descarga horizontal y tapa trasera especial para concreto.

Las plantas de mezclado central podrán ser de los siguientes tipos:

- Simple, con un sistema de dosificación y una olla de mezclado.
- De producción continua en una sola línea, tienen la inclusión de un tambor premezclador anterior a la mezcladora, el cual recibe la dosis de materia prima mientras la olla está descargando el concreto homogeneizado.
- Doble mezcladora con dos líneas de carga, permiten hacer más eficiente el sistema de dosificación, pues mientras una mezcladora homogeneiza el concreto, la segunda está siendo dosificada.
- Doble mezcladora con doble línea de carga y dos sistemas de dosificación, uno para cada mezcladora con el fin de incrementar la producción.

Plantas dosificadoras con camión revolvedor. Se recomienda su uso en obras de mediana y pequeña magnitud, donde los equipos de colocación no requieran de un gran volumen de concreto, pero que aseguren la calidad en la consistencia y trabajabilidad de la mezcla. En

este caso los materiales que conforman el concreto son dosificados por la planta directamente en un camión revolvedor por el operador de la planta y el camión revolvedor será el encargado de hacer el mezclado adecuado de los elementos para la elaboración del concreto. A este tipo de concreto también se le conoce como concreto premezclado. Estas plantas también pueden ser del tipo móvil, las cuales se pueden transportar y montar fácilmente para cumplir las necesidades de una obra en particular.



**Figura Q.4** Plantas de mezclado central para la elaboración de concreto hidráulico.



**Figura Q.5** Plantas dosificadoras móviles para la elaboración de concreto hidráulico.

El revenimiento del concreto al momento de su colocación utilizando cimbra deslizante, corresponderá al valor indicado en la siguiente tabla:

Concepto	Valor
Revenimiento (cm).	5 ± 1.5

**Tabla Q-2** Revenimiento del concreto al momento de su colocación utilizando cimbra deslizante.

La dosificación del concreto se hará en peso y por ningún motivo se aceptará en volumen. El concreto elaborado se vaciará directamente de la revolvedora o del equipo de transporte y se distribuirá de manera de lograr un avance uniforme con la cantidad de concreto suficiente para

que al terminar las operaciones de colocación se obtenga, en todos los puntos de la losa, el espesor fijado en el proyecto.

- **Colocación de la línea guía**

Con la información topográfica del cadenamamiento y cotas, de los puntos que sirven para la localización de las barras de soporte de la línea guía para la extendedora o la pavimentadora, según sea el caso; se procede a colocar cada barra en su sitio correspondiente. Estos puntos físicos serán marcados con elementos como clavos metálicos pintados en trozos de madera para su fácil localización, a una distancia de 150 centímetros del borde de la losa.

Las barras de soporte deberán ser metálicas y rígidas, se colocarán a una distancia aproximada de 25 centímetros del punto marcado y deberán estar clavadas y fijadas lo suficiente dentro de la sub-base o de la base según sea el caso, para garantizar la estabilidad de la línea ante el paso de la pavimentadora, la texturizadora y el personal de la obra. La separación entre barras deberá ser de 8 metros a 10 metros en tangentes; en curvas horizontales y verticales se colocarán más próximas, con una separación máxima de 5 metros. La separación entre barras no debe ser igual que la de los sensores de altura de la máquina utilizada, para reducir la sincronización de los movimientos en altura de la misma.

Con el fin de tener mayor precisión en el perfil y en los espesores, se deberán tener líneas guías en ambos lados de la extendedora o de la pavimentadora.

Posteriormente, se procede a colocar los brazos que soportan la línea guía, estos brazos son metálicos, con la forma adecuada para no interrumpir el tránsito libre de los sensores de la extendedora o de la pavimentadora y la texturizadora sobre la línea guía, también debe contar con el mecanismo para ajuste de altura sobre la barra y de prolongación, para ajustar la distancia de la línea respecto de la barra y permitir localizarla sobre el punto correcto.

El hilo o cuerda se coloca en los brazos de las barras para formar la línea guía, asegurándola adecuadamente para que no se suelte al paso de los sensores o por el movimiento del personal cercano. Se tensa uniformemente para reducir las catenarias entre apoyos, en una longitud no mayor de 200 metros para reducir errores y cuando se requiera, el traslape de las cuerdas se debe hacer en una longitud de por lo menos 20 metros. Una vez tensionada la línea guía, se ajusta la altura y posición al punto correcto de proyecto, con el mecanismo de ajuste del brazo y la barra de soporte.

Debido a que la varilla del sensor de dirección de la máquina, corre contra el interior de la línea guía y la varilla del sensor de altura o elevación corre por abajo, no deberán haber elementos que desvíen alguna de las varillas, excepto la misma línea, por otro lado las varillas no deben flexionarse en forma notoria.

Las indicaciones anteriores para la colocación de la línea guía podrán variar, tomando en cuenta las características y condiciones del equipo que se utilizará para la construcción de la carpeta de concreto hidráulico o del sistema para la instalación y sujeción de la línea guía.

- **Colado del concreto**

Previo a la colocación del concreto, la sub-base o la base deberán estar preparadas e impregnadas. Deberá limpiarse y humedecerse la superficie que recibe al concreto para evitar que se absorba el agua de la mezcla. Después de elaborado el concreto hidráulico, será colocado extendiéndolo y consolidándolo con una extendedora o con una pavimentadora

autopropulsadas, de tal manera que se obtenga una capa de material de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, el concreto puede extenderse y terminarse a mano, previa autorización de la Autoridad Correspondiente. El colado se hará en una forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la extendidora o de la pavimentadora. Cuando el colado sea suspendido por más de treinta minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia.

Cada franja de concreto hidráulico debe colocarse cubriendo como mínimo el ancho total del carril o, de preferencia, el ancho total de la calzada y sus acotamientos. No se permitirá el colado del concreto hidráulico si existe segregación. Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la extendidora o de la pavimentadora que presenten residuos de concreto hidráulico.

La longitud de colado del concreto hidráulico es responsabilidad del Constructor, tomando en cuenta que no se colará en tramos mayores de los que puedan ser terminados y curados de inmediato, así como aserrados oportunamente.

- **Acero de refuerzo**

Cuando las losas sean de concreto hidráulico con acero de refuerzo, el proyecto fijará el tipo, diámetro, espaciamiento y posición del acero. Cuando las losas sean de concreto presforzado, el proyecto fijará tipo, posición y tensión del acero de presfuerzo. El acero de refuerzo o de preesfuerzo según sea el caso, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

En losas de concreto hidráulico con refuerzo continuo. El refuerzo continuo se puede hacer con varillas de acero o mallas prefabricadas electrosoldadas, colocadas a la altura y con los traslapes que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente, utilizando los dispositivos adecuados para asegurar la continuidad del refuerzo. En algunos casos, las varillas se pueden colocar y alinear con un equipo especial ubicado frente a la extendidora o la pavimentadora, el cual guía y posiciona las varillas con el espaciamiento y la elevación de proyecto, mientras se coloca el concreto.

En losas de concreto hidráulico presforzado. Los tendones necesarios para las losas de concreto hidráulico presforzado, se colocarán sobre asientos de apoyo situados en las posiciones que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente. Los tendones transversales en las zonas de curva, se apoyará en medias cimbras, colocadas a lo largo de la cara interior de la franja por pavimentar.

- **Barras de amarre**

Las barras de amarre que se coloquen en las juntas longitudinales, serán corrugadas, con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente, y se colocarán mediante silletas, o insertadas por vibración si se usa equipo de cimbra deslizante. En una longitud de 45 centímetros antes y después de una junta transversal, no se deben colocar barras de amarre.

- **Pasajuntas**

Las pasajuntas y barras de amarre para losas de concreto hidráulico con juntas, se colocarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente. Las pasajuntas que se utilicen en las juntas transversales de contracción, serán barras lisas con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente y

con sus extremos libres de rebabas cortantes. Se colocarán antes del colado del concreto hidráulico, mediante silletas o canastas metálicas de sujeción que las aseguren en la posición correcta durante el colado y el vibrado del concreto, sin impedir sus movimientos longitudinales. Una vez colocadas, la superficie expuesta de las pasajuntas se someterá a un tratamiento antiadherente, con grasa, una funda de plástico u otro procedimiento aprobado por la Autoridad Correspondiente, para garantizar el libre movimiento longitudinal de las losas en la junta. Las pasajuntas que se pongan en las juntas transversales de construcción, de expansión y de emergencia, serán iguales a las que se utilicen en las juntas de contracción y se colocarán con el mismo alineamiento y espaciamiento.



**Figura Q.6** Colocación de pasajuntas mediante silletas metálicas.



**Figura Q.7** Colocación de concreto hidráulico con pavimentadora.

- **Vibrado y perfilado**

Inmediatamente después de colado el concreto hidráulico, se consolidará mediante vibrado, el cual se ejecutará uniformemente en todo el volumen de la carpeta, utilizando vibradores mecánicos, cuidando que no entren en contacto con la cimbra.

Para el caso de áreas no accesibles a los vibradores de las extendedoras o pavimentadoras, se emplearán vibradores operados manualmente. Cuando la máquina sea detenida, los vibradores no deben operar por más de 5 segundos después del paro.

- **Acabado superficial**

Es el proceso que se efectúa en la superficie del concreto con objeto de obtener una textura acorde a las indicaciones del proyecto, homogénea, segura y durable, mediante técnicas sencillas y de rápida ejecución y usando las herramientas adecuadas.

Primero se realiza el afine, con el cual se busca conseguir una superficie adecuada para obtener un buen texturizado, resistente a la fricción del tránsito y sin afectar la geometría dejada por el extrusado. No se debe hacer el terminado mientras se observe la presencia de agua en la superficie. Este acabado se obtiene utilizando herramientas montadas en la pavimentadora, en montaje independiente y dirigidas con la línea guía de la extendedora o de la pavimentadora o manuales. La Autoridad Correspondiente deberá autorizar el equipo adecuado con base a las siguientes variables: El tipo y condición del concreto, el clima existente, la velocidad del equipo y condición del concreto dejada por el mismo.

En cuanto al tipo herramientas manuales, su uso depende de las condiciones de la obra. En pavimentaciones con cimbra deslizante es necesario usar llanas de gran dimensión para cubrir un gran espacio y mantener el ritmo y la velocidad de la extendedora o de la pavimentadora, según sea el caso; generalmente son llanas a las que se les monta un largo mango para cubrir todo el ancho de la vialidad desde uno solo de los lados, en la unión entre mango y llana se instala un pivote que permite ajustar el ángulo de ataque de la llana y evitar que penetre la losa. Sin embargo es muy importante aclarar que su diseño incluye un peso adecuado para obtener un acabado acorde con su uso, por esto no se deberá incluir mangos de materiales distintos al incluido en su diseño, ocasionalmente es necesario adicionar algún elemento metálico a la llana para incrementar su peso y obtener un mayor efecto; ya que obtener un buen acabado en el borde contrario al usado por el operario es difícil, si el ancho de la losa es importante, por esto se recomienda un operador a cada lado como mínimo.

Las llanas metálicas mas comúnmente usadas son las del tipo perfil acanalado y tratadas con tungsteno o material similar, se conocen como llanas canal o aviones si su dimensión es importante.

El trabajo del operador termina cuando obtiene una superficie pareja y sin marcas de la placa extrusora ni de las llanas. El proceso experimentado superficialmente por el concreto una vez que sale de la extendedora o de la pavimentadora, es la liberación del agua de sangrado y posteriormente seca esta superficie, adquiere un tono mate que indica el momento del texturizado.

Los concretos para pavimentos sangran poco o nada y una buena labor de vibrado deja una superficie con suficiente mortero como para que no haya ninguna dificultad en obtener un buen acabado, el exceso de vibrado creará superficies con exceso de mortero lo que a su vez ocasiona baja resistencia a la fricción.

Normalmente la primera pasada de la llana abre poros y permite salida de pequeñas cantidades de agua y aire presente cerca a la superficie, la segunda pasada o el uso de otra herramienta busca cerrar los poros abiertos y sacar a la superficie granos de arena, esta otra herramienta puede ser una llana fina tipo fresno.

Un buen diseño de concreto debe tener en cuenta la producción de suficiente mortero superficial que de un buen acabado.

- **Microtexturizado longitudinal**

Salvo que el proyecto indique lo contrario, una vez que se ha logrado un adecuado afinado, el acabado de la carpeta de concreto hidráulico, se hará pasando sobre su superficie la rastra de texturizado (tela de yute húmeda) para que permita la presencia de granos de arena después

del paso de la tela. Las variables a controlar son: la humedad de la tela, el tiempo de aplicación y la velocidad de aplicación.

El exceso de humedad se percibe con la presencia de burbujas de agua detrás del paso de la manta, por el contrario la falta de humedad causa levantamiento de concreto. El agua se puede aplicar, rociando con la ayuda de una bomba manual. Algunas texturizadoras vienen acondicionadas con irrigadores que mantienen húmeda la tela.

El tiempo de aplicación debe ser al cambio de tono del concreto de brillante a mate, la velocidad debe ser suficiente para no levantar concreto. Otros aspectos que deben tenerse en cuenta es la limpieza de la tela y procurar que el tejido sea continuo y no coser tramos de yute para dar la longitud, por un lado una tela con fragmentos de concreto adheridos marcara excesivamente en el concreto y lo mismo ocurre con las costuras de la tela.



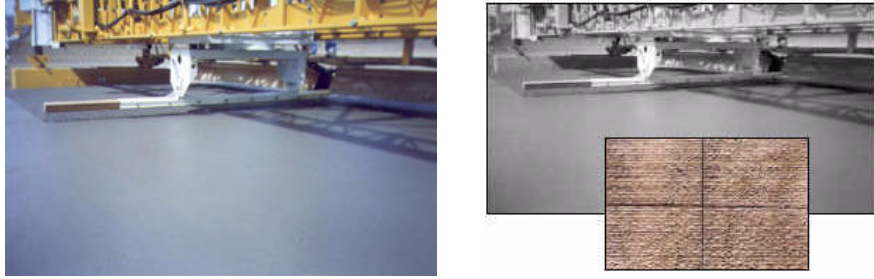
**Figura Q.8** Rastra para el microtexturizado longitudinal.

- **Macrotexturizado transversal**

Posteriormente, cuando el proyecto no indique lo contrario, se realiza el texturizado transversal mediante una rastra metálica en forma de peine, con objeto de lograr la rápida evacuación de agua de la superficie del pavimento, permitiendo el contacto entre los neumáticos de los vehículos a alta velocidad y la superficie de rodamiento, evitando el peligroso acuaplaneo. El proceso constructivo se logra mediante el uso de una texturizadora. Los sensores de la texturizadora usan como referencia para su movimiento las línea guía de la extendedora o de la pavimentadora, lo que le permite obtener un correcto manejo de los traslapes y separaciones de las líneas sobretodo en las curvas horizontales. La variables a tener en cuenta son el tiempo de aplicación, la profundidad del texturizado y la separación de las cerdas.

La profundidad de texturizado debe estar entre los 3 mm y los 5 mm que es suficiente para que se marque suficientemente el peine, pero de tal forma que el agregado grueso no se levante o se mueva y no se marque en exceso. Es importante utilizar peines de texturizado en buen estado, con todos sus dientes, limpios y bien alineados a fin de no producir un efecto irregular.

Si así lo indica el proyecto, se podrá utilizar el método de denudado químico para lograr el acabado de la superficie de rodamiento del pavimento rígido, el cual consiste en rociar un retardante de fraguado sobre la superficie del concreto fresco y, después de que la masa de concreto ha endurecido, aplicar un cepillado enérgico con un dispositivo de cerdas metálicas para eliminar el mortero de la superficie. En cualquier caso, el acabado superficial debe proporcionar una superficie de rodamiento con la resistencia a la fricción establecida.



**Figura Q.9** Texturizadora (peine metálico) para el macrotexturizado transversal y detalle del acabado.

- **Aplicación de membrana de curado**

Inmediatamente después de terminado el texturizado final, justo cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial, con el equipo de curado adecuado se aplicará el material del tipo y en la cantidad que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente, para formar una membrana impermeable de curado de espesor uniforme en la superficie expuesta de la carpeta, que impida la evaporación del agua que contiene la masa de concreto. En el caso de juntas aserradas, sus caras expuestas serán curadas inmediatamente después de que se concluya el corte. Solo mediante autorización previa de la Autoridad Correspondiente se podrá usar otro método de curado.



**Figura Q.10** Equipo para texturizado y para curado.



**Figura Q.11** Proceso de curado con membrana química.

- **Formación de juntas**

En el caso de carpetas de concreto hidráulico con juntas, una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente para que no se despostille y antes de que se formen grietas naturales por contracción, se aserrará la carpeta para formar las juntas. Los cortes se ajustarán al alineamiento, dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

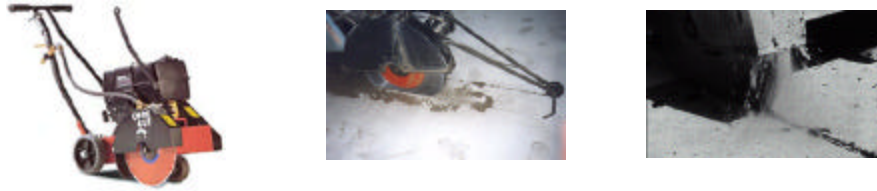


Figura Q.12 Equipo de corte para aserrado de las juntas.

Las juntas para carpetas de concreto hidráulico (cimbra fija y cimbra deslizante), deberán construirse del tipo, dimensiones, características y con la ubicación que fije para cada una de ellas el proyecto y acordes a los lineamientos establecidos en las Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California. Las juntas se clasifican en los siguientes tipos:

- a **Juntas Transversales:**
  - 1 **Juntas Transversales de Contracción.**
  - 2 **Juntas Transversales de Construcción.**
  - 3 **Juntas Transversales de Dilatación o de aislamiento.**
- b **Juntas Longitudinales.**
  - 1 **Juntas Longitudinales de Contracción.**
  - 2 **Juntas Longitudinales de Construcción.**

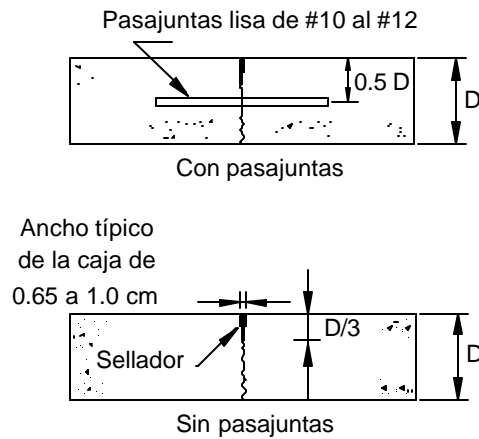


Figura Q.13 Detalles de juntas transversales de contracción.

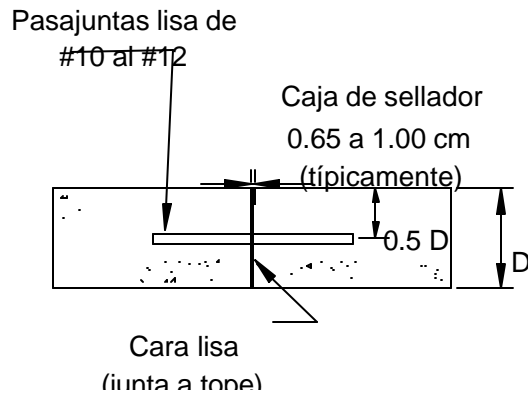


Figura Q.14 Detalles de juntas transversales de construcción.

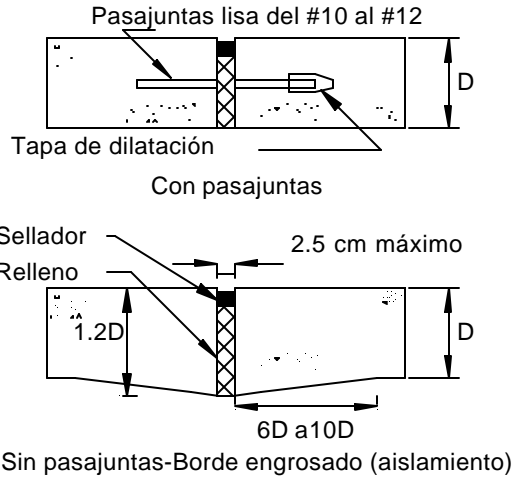


Figura Q.15 Detalles de juntas transversales de dilatación.

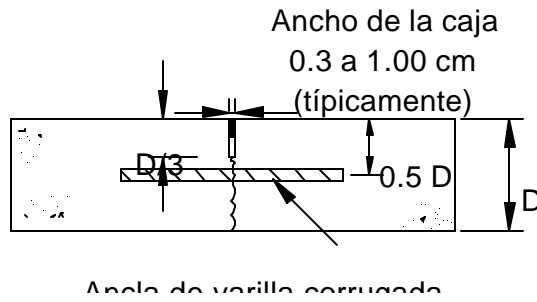


Figura Q.16 Detalles de juntas longitudinales de contracción.

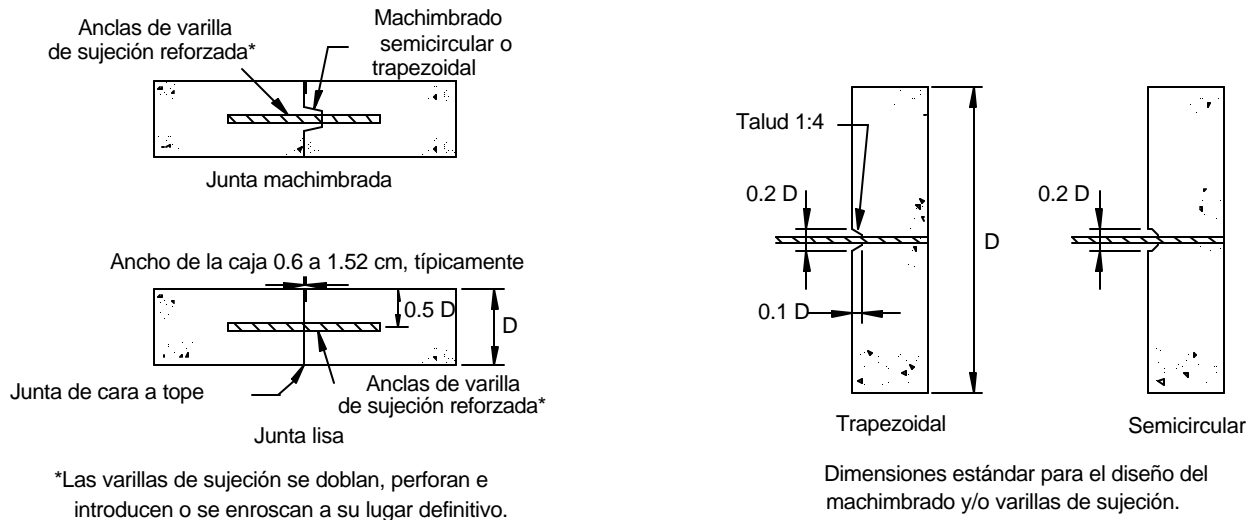


Figura Q.17 Detalles de juntas longitudinales de construcción.

Primero se aserrarán las juntas transversales de contracción e inmediatamente después las longitudinales. Es responsabilidad del Constructor elegir el momento propicio para efectuar el aserrado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno serán demolidas y reemplazadas, o reparadas si la Autoridad Correspondiente así lo aprueba, por cuenta y costo del Constructor. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, cuando se requiera hacer la junta con cortes en dos etapas (escalonados), el segundo corte no se realizará antes de 72 horas después del colado.

En el sitio prestablecido para terminar el colado del día y coincidiendo siempre con la ubicación de una junta transversal de contracción, se formará una junta de construcción, hincando en el concreto fresco una frontera metálica o cimbra que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa y se removerá el concreto fresco excedente. Esta frontera o cimbra contará con orificios que permitan la instalación de pasajuntas en todo lo ancho de la losa, con el alineamiento y espaciamiento que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente. Para garantizar la consolidación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta, se utilizarán vibradores de inmersión manuales.

Cuando por causas de fuerza mayor sea necesario suspender el colado por más de 30 minutos, se construirá una junta transversal de emergencia. La localización de esta junta se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor de 1/3 de la longitud de la losa, se removerá el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la de contracción inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio medio de la losa, se hará la junta de emergencia como se indica anteriormente, cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas de contracción adyacentes no sea menor de 1.5 metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, la junta de emergencia se hará dentro del tercio medio de la losa y se removerá el concreto fresco excedente.

- **Limpieza y sello de juntas**

Salvo otra indicación del proyecto o de la Autoridad Correspondiente, la limpieza de juntas se hará con aire a presión y apoyados con una rastra para dejar perfectamente limpia de material la totalidad de la junta, una vez seca la junta y perfectamente libre de polvo en sus paredes, se procederá a colocar una cintilla de respaldo, cuya función principal es la de minimizar la utilización del sellador cuando es líquido e inmediatamente después se coloca éste último dentro de la junta respetando las indicaciones en cuanto a su factor de forma y modo de aplicación.

El sellador líquido será un material autonivelante de un solo componente, elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes al concreto y que permita las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas, sin agrietarse, debiéndose emplear productos que cumplan con lo anteriormente expuesto, los cuales deberán solidificarse a temperatura ambiente. Es necesario que la superficie del sellador se aloje por debajo de la superficie de rodamiento con el fin de evitar que entre en contacto con los neumáticos de los vehículos y se pueda deteriorar.

La función del sellador es la de evitar que partículas incompresibles (piedras) penetren en la junta y puedan generar despostilladuras en los bordes de las losas debido al movimiento de las mismas. Otra función es la de impedir que el agua de la superficie pueda penetrar a la estructura de soporte y evitar problemas de expulsión de finos, pérdida de soporte y reducción de resistencia del material de sub-base o de la base. Cuando se trate de un sellador preformado, éste se colocará, con las características e indicaciones de proyecto.



**Figura Q.18** Colocación de cintilla de respaldo y sellado de juntas.

#### h Verificación de la carpeta terminada

Para dar por terminada la construcción de la carpeta de concreto hidráulico, se verificarán el alineamiento, perfil, sección en su forma, compactación, espesor, anchura y acabado, tipo y calidad de las juntas, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo indicado por la Autoridad Correspondiente y con las siguientes tolerancias aplicables sólo en puntos aislados, no constantes y que no afecten los escurrimientos superficiales:

CONCEPTO	TOLERANCIA
	Losas
<b>Para pavimentos:</b>	
Anchura de la superficie, del eje a la orilla.	+ 1.0 cm
Profundidad máxima de las depresiones, observadas colocando una regla metálica de 3 metros de longitud, paralela al eje de la vialidad y con espaciamiento de dos metros, transversalmente.	0.5 cm

**Tabla Q-3** Tolerancias aplicables en los trabajos terminados de construcción de carpetas de concreto hidráulico.

Adicionalmente a lo anterior, se verificará que el índice de perfil de la carpeta de concreto hidráulico, construida en un día de trabajo, en un tramo de doscientos metros de longitud o más, sea de catorce centímetros por kilómetro como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor. La verificación se hará dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes al colado.

La obtención del índice de perfil, en cada carril de circulación, se iniciará a partir de los primeros cinco metros de la carpeta de concreto hidráulico construida en un día de trabajo y será medido a lo largo de la línea imaginaria ubicada a noventa más menos veinte centímetros de la orilla exterior del carril por evaluar. Las mediciones serán divididas en secciones consecutivas de doscientos metros, con el propósito de establecer subtramos para evaluación y ejecución de acciones pertinentes.

Cuando la longitud del tramo construido en un día de trabajo, no alcance los doscientos metros, será agrupado con el tramo inmediato que se construya el día siguiente. En este caso, la medición del índice de perfil deberá hacerse tan pronto como sea práctico y posible, pero no después de cuarenta y ocho horas de terminado el último tramo.

Cada día de trabajo se determinará el índice de perfil promedio diario, obteniendo el promedio aritmético de todos los índices de perfil determinados ese día. Si el índice de perfil promedio diario, resulta mayor de catorce centímetros por kilómetro, se suspenderá de inmediato la construcción de la carpeta de concreto hidráulico, hasta que el Constructor corrija la carpeta defectuosa utilizando el procedimiento que indique la Autoridad Correspondiente para obtener el índice de perfil adecuado. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

Después de obtenido el índice de perfil de cada subtramo de doscientos metros, todas aquellas áreas en las que el índice de perfil presente una desviación igual o mayor de un centímetro en siete punto cinco metros o menos, serán corregidas utilizando el procedimiento que indique la Autoridad Correspondiente. Concluida la corrección, se obtendrá nuevamente el índice de perfil para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Cualquier subtramo de doscientos metros que presente un índice de perfil mayor de catorce centímetros por kilómetro, será corregido utilizando el procedimiento que indique la Autoridad Correspondiente. Concluida la corrección se determinará nuevamente el índice de perfil del subtramo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.



**Figura Q.19** Laboratorio y equipo para verificación de la calidad de materiales, mezclas y pavimentos rígidos.

#### **i Unidad de Medida**

Las losas de concreto hidráulico se medirán tomando como unidad el metro cúbico o el metro cuadrado para un espesor compacto determinado, de carpeta de concreto hidráulico terminado en obra, según se establezca en el catálogo de conceptos correspondiente.

### **Q.2 SUPERFICIES DE RODAMIENTO PARA PAVIMENTOS SEMI-RÍGIDOS**

#### **a Definición**

Capa de rodamiento conformada por elementos uniformes macizos de piedra o de concreto de alta resistencia denominados bloques o adoquines, que se colocan en yuxtaposición adosados (intertrabados) y que debido al contacto lateral permiten una transferencia de cargas por fricción desde el elemento que la recibe hacia todos sus adyacentes, trabajando solidariamente y con posibilidad de desmontaje individual.

La pavimentación a base de bloques de piedra se utiliza cuando la apariencia de la superficie es importante, es decir, por razones ornamentales y estéticas, pero en ocasiones presenta deficiencias de calidad rodante para el tránsito vehicular.

La producción o fabricación industrializada, la facilidad de su colocación, la calidad rodante conveniente que proveen para vehículos que transitan a baja velocidad (máximo 60 km/h), ha incrementado y generalizado el uso de los bloques de concreto.

## **b Generalidades**

Las superficies de rodamiento de adoquines de concreto, se emplean en zonas urbanas habitacionales, zonas industriales y comerciales, estacionamientos, estaciones de servicio, paradas y estaciones de autobuses, áreas de almacenamiento, terminales de carga, descarga y empaque, terminales para contenedores, patios para maniobras en astilleros, puertos y aeropuertos; además, tienen aplicación en calles peatonales, banquetas, plazas y parques.

La pavimentación con adoquines presenta las características siguientes:

- Posibilidad de reutilizar los bloques cuando se requiera instalar o reparar cualquier conexión subterránea y corregir desniveles superficiales.
- Elementos premoldeados elaborados en plantas industriales con un sistema de control en la calidad de los materiales de insumo, mezcla, geometría y dimensiones del producto.
- Habilitación al tránsito inmediatamente después de su colocación.
- Propiedades propias del concreto en lo que se refiere a durabilidad, adherencia, resistencia al desgaste y cualidades reflectantes de la luz.
- Diseñado y construido adecuadamente soporta cargas muy altas, como las existentes en puertos, aeropuertos y patios de instalaciones industriales.
- Pueden ser fabricados para ser altamente resistentes tanto a cargas verticales repartidas o puntuales, como a esfuerzos horizontales derivados de acciones tales como las frenadas, aceleraciones o giros de vehículos pesados.
- Elevada resistencia al vertido de combustibles, aceites, grasas y lubricantes en general.

La principal limitación para su uso es la siguiente:

- Debido a la rugosidad superficial que presentan no se deberá utilizar en vialidades con velocidades de circulación superiores a 60 km/h, ya que se generan vibraciones perjudiciales.

## **c Referencias**

NMX-C-314.- Adoquines de concreto para uso en pavimentos (1986-04-14).

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Adoquines de Concreto, 1992.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.

Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

#### d Forma y dimensiones de los adoquines de concreto

Los adoquines tienen formas y dimensiones muy variadas, pudiéndose agrupar en los siguientes tipos (Ver Figura Q.20):

- Adoquines dentados que se entrelazan entre sí en los cuatro costados, que al unirse resisten el desplazamiento relativo tanto en sentido longitudinal como transversal.
- Adoquines dentados que se entrelazan entre sí en dos costados, de manera que resisten desplazamientos relativos solo en las caras paralelas a los ejes longitudinales.
- Adoquines rectangulares u otras formas geométricas (trapezio, hexágonos, etc.).

La transferencia de cargas verticales entre ellos se logra a través del frotamiento producido por la arena, que se hace penetrar en las juntas, por una acción de vibración superficial.

El espesor se diseñara de acuerdo al tipo e intensidad del tránsito y salvo que el diseño indique lo contrario, no será menor de 10 cm. La relación longitud-ancho deberá ser igual a dos. Debe cuidarse la uniformidad en las dimensiones de los bloques, porque variaciones apreciables, además de perjudicar el aspecto del pavimento, afectan la transferencia de cargas a través de las juntas. En general se aceptan variaciones de  $\pm 2$  mm en el largo y ancho de los adoquines y de  $\pm 3$  mm en el espesor.



*Adoquines dentados que se entrelazan entre sí en los cuatro costados*



*Adoquines dentados que se entrelazan entre sí en dos costados.*



*Adoquines con formas geométricas: hexagonales, rectangulares, trapezoidales, etc.*

**Figura Q.20** Formas típicas de los Adoquines.

#### e Fabricación de los adoquines

El concreto utilizado para adoquines de pavimentación debe tener, a fin de asegurar su durabilidad, un contenido alto de cemento, ya que se fabrican en prensas vibratorias, a partir del concreto demasiado seco, para poder retener el aire. Para garantizar que la superficie no se desgaste, sino que conserve una microtextura, que le proporcione una resistencia aceptable a los deslizamientos a baja velocidad, no deberán usarse arenas que contengan más del 25% de materiales solubles en ácidos.

Se fabrican con variedad de formas y dimensiones y al agregar pigmentos al concreto se obtienen elementos de distintos colores, alternativas a las que se recurre para usos estéticos y ornamentales.

Por otra parte, para asegurar el cuatrapeo entre los adoquines, éstos deben fabricarse con medidas exactas (uniformidad del tamaño), lo que permite colocarlos con espacios sumamente pequeños entre las propias juntas.

El muestreo para la verificación de la calidad se efectuará de la siguiente manera:

- Se tomará al azar un adoquín de cada una de las diez secciones en las cuales se dividirá el lote o el pedido que se deberá probar, las cuales son aproximadamente iguales. Las muestras se obtienen mientras las unidades se encuentran en movimiento (carga y descarga).

Las pruebas principales que se deberán efectuar a los adoquines son las siguientes:

- Determinación de la porción soluble en ácido del agregado fino.
- Determinación del espesor, del largo, del ancho, cuadratura, área total del plano o superficie de desgaste.
- Prueba para la resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión característica de los adoquines, no deberá ser menor de 350 kg/cm<sup>2</sup> (34.3 N/mm<sup>2</sup>).

#### **f Disposición de los adoquines**

La observación de pavimentos en servicio y diversos ensayos realizados, confirmaron la importancia de la disposición de colocación (aparejo de colocación) en el comportamiento de las superficies de rodamiento de adoquines. Las combinaciones que se deberán utilizar para disponer los adoquines en planta, serán las que se muestran en la Figura Q.21, con las condicionantes indicadas. Otros tipos de aparejos son sólo recomendables para pavimentos con tránsito exclusivamente peatonal.

Adoptado alguno de los aparejos del tipo "de corredor" o de "juntas alternas", es necesario que las líneas de juntas continuas sean paralelas a la dirección de tránsito para evitar que los esfuerzos originados por los frenados y virajes de los vehículos provoquen ondulaciones horizontales en las líneas de juntas transversales a aquella dirección.

En condiciones de tránsito intenso, el aparejo "espina de pescado" o "petatillo" es el más adecuado, debido a su buen comportamiento ante las ondulaciones horizontales que se comentaron anteriormente.

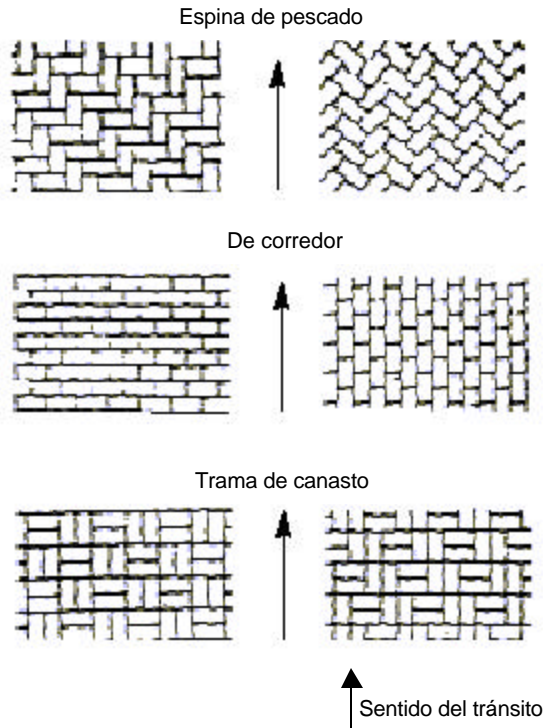


Figura Q.21 Aparejos de colocación de los Adoquines.

### g Comportamiento estructural

Desde el punto de vista estructural, los pavimentos de adoquines de concreto constituyen un caso intermedio entre los pavimentos rígidos y los flexibles, con respecto a estos últimos fundamentalmente en lo que se refiere a las propiedades de distribución de tensiones y desarrollo de deformaciones. Por ello la falla típica de los pavimentos de adoquines de concreto intertrabados es la acumulación de deformaciones permanentes (ahuellamiento).

Este tipo de pavimento se comporta elásticamente como un pavimento flexible presentando simultáneamente las cualidades del concreto.

Las capas que constituyen el pavimento de adoquines, son las siguientes:

- Capa de rodamiento, constituida por los adoquines de concreto.
- Capa de nivelación de arena, para el asiento adecuado de los adoquines y el drenaje de las aguas que puedan acumularse debajo de los mismos.
- Capa de base y/o sub-base, para transferir las cargas a la sub-rasante.

Los espesores de estas capas dependen de las condiciones de tránsito (cargas y frecuencia) y del valor soporte del suelo de la sub-rasante. En general se establece que las condiciones del tránsito, determinan el espesor de la capa de rodamiento (adoquines); asimismo, las condiciones de la sub-rasante, determinan las características y espesores de las capas de base y/o sub-base.

## **h Tipos de pavimentos de adoquines de concreto**

Los pavimentos de adoquines de concreto se clasifican según su uso en:

- 1 Pavimentos de adoquines de concreto para tránsito ligero. Para vialidades que deban soportar hasta 1.5 millones de ejes estándar.

Incluye los siguientes elementos:

- Sub-rasante
  - Sub-base.
  - Plantilla. Una capa de 5 cm de arena fina.
  - Adoquinado. Los propios adoquines.
  - Guarnición. Un borde firme para confinamiento y evitar que los bloques se desplacen.
- 2 Pavimentos de adoquines de concreto para tránsito pesado (cargas de 18 toneladas sobre sus ejes). Para vialidades que deban soportar más de 1.5 millones de ejes estándar.

Incluye los siguientes elementos:

- Sub-rasante
- Sub-base.
- Base.
- Plantilla. Una capa de 5 cm de arena fina.
- Adoquinado. Los propios adoquines.
- Guarnición. Un borde firme para confinamiento y evitar que los bloques se desplacen.

Salvo que el diseño indique lo contrario, la base no es necesaria en los pavimentos que deban soportar hasta un total de 1.5 millones de ejes estándar, que sería el caso de pavimentos de adoquines para tránsito ligero.

La plantilla consiste en una capa de arena fina y limpia, no tendrá más del 3% de sedimentos y de arcilla por peso, ni más del 10% retenido en una malla de 5 mm. Generalmente se extiende con un espesor adicional de 1.5 cm, para obtener un espesor compacto de 5 cm. El valor real de la compactación depende de la granulometría y del contenido de humedad de la arena, por lo que será necesario determinarlo con base en pruebas de laboratorio. Esta capa se compacta después de que se han colocado los adoquines.

Los métodos de diseño se basan, en general, en los utilizados para pavimentos flexibles con apoyo en extrapolaciones de resultados obtenidos en pavimentos urbanos y que conducen a diseños que mostraron muy buen comportamiento en la práctica. La Autoridad Correspondiente indicará el método de diseño por emplear para el cálculo de las capas que conforman la estructura del pavimento de adoquines de concreto.

## **i Drenaje**

El pavimento con adoquines de concreto requiere de instalaciones de drenaje para el agua de la superficie, así como la formación de pendientes. Debido a lo anterior, se deberá proporcionar un drenaje superficial, siguiendo la metodología establecida para pavimentos rígidos y flexibles.

Es posible que una pequeña cantidad del agua de la superficie penetre en las juntas de los adoquines recién colocados. Cuando el pavimento de adoquines ha estado en servicio durante poco tiempo, se deberán sellar las juntas que se encuentran entre los adoquines con el material indicado por la Autoridad Correspondiente.

Por otra parte, con el fin de prevenir la formación de charcos, la pendiente transversal (bombeo) será de 3% en zonas planas y 2% en zonas montañosas o con lomerío. Estas pendientes podrán variar, previa autorización de la Autoridad Correspondiente, en aquellos casos que presenten situaciones especiales que lo justifiquen. Asimismo, se construirán guarniciones tipo "I" o "L" según corresponda, para confinar los elementos y el desalojo de los escurrimientos.

Los adoquines deberán colocarse a un nivel ligeramente más alto (aproximadamente 0.3 cm), con relación a las obras de captación, como cunetas de guarniciones, coladeras pluviales, etc., para facilitar el desalojo de los escurrimientos superficiales.

## **j Construcción**

Los materiales y los espesores de las capas que conformarán la estructura de un pavimento de adoquines de concreto, deberán justificarse mediante el diseño respectivo autorizado por la Autoridad Correspondiente.

La construcción de estos pavimentos se realiza en las siguientes etapas (Figura Q.22):

- 1 Preparación de la sub-rasante.
- 2 Preparación de la sub-base y/o base.
- 3 La preparación de 1 y 2 se realiza de la misma forma que para otros tipos de pavimentos. La sub-base y/o base tienen por objeto absorber las presiones que reciben de las capas superficiales y transmitir las uniformemente al terreno de desplante.
- 4 Ejecución de los bordes de confinamiento. Los pavimentos de adoquines precisan un elemento (guarnición cuneta, guarnición, dentellón, etc.) que los confine lateralmente con el fin de evitar desplazamientos de los adoquines, aberturas excesivas de las juntas o pérdidas de trabazón entre ellos. Dicho elemento debe construirse antes de la colocación del adoquinado.
- 5 Extendido y nivelación de la capa de arena. El objetivo básico de esta capa es servir de base para la colocación de los adoquines y proveer material para el llenado de las juntas. Debe extenderse y nivelarse de forma cuidadosa, con el fin de conseguir una capa de espesor uniforme, puesto que el pavimento solamente se compacta una vez que los adoquines se colocaron. Para ello se puede utilizar una regla de nivelación con guías longitudinales. No debe pisarse la arena ya nivelada, por lo que la colocación de los adoquines se realiza desde el pavimento ya terminado. El espesor final de esta capa, una vez colocados y vibrados los adoquines, debe ser  $5 \text{ cm} \pm 0.5 \text{ cm}$ , tolerancia aplicable sólo en puntos aislados, no constantes y que no afecten la uniformidad de la superficie de rodamiento final o los escurrimientos.
- 6 Colocación de los adoquines. Los adoquines deben colocarse en seco sin ningún tipo de cementante entre las juntas y aproximadamente 1.5 cm o lo que indiquen las pruebas de

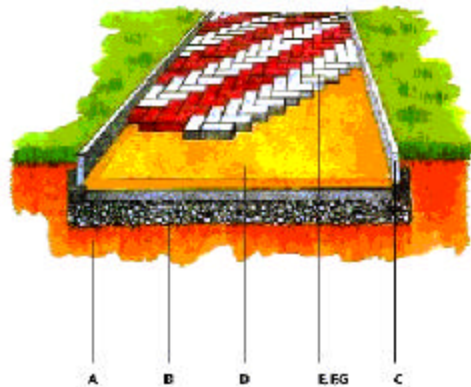
laboratorio respecto a la humedad de la arena, sobre la cota del proyecto pues la compactación posterior llevará el pavimento al nivel deseado. La superficie del pavimento debe nivelarse correctamente. Los huecos de forma irregular entre los adoquines y los bordes de confinamiento deben rellenarse utilizando trozos de adoquín obtenidos mediante corte o mortero de cemento Portland, según sea el tamaño del hueco.

- 7 Compactación y Vibrado. Una vez colocados los adoquines es necesario compactar el pavimento, bien con una placa vibradora o con el equipo adecuado indicado por la Autoridad Correspondiente. Lo anterior provoca que una parte de la arena penetre en las juntas de los adoquines y los una parcialmente.
- 8 Relleno de las juntas con arena. Esta operación es muy importante para garantizar un correcto comportamiento del pavimento. Se realiza extendiendo sobre el pavimento arena fina, que debe estar seca en el momento de su colocación. Posteriormente, con una escoba dura o un cepillo se barre para que la arena penetre en los espacios entre adoquines (generalmente entre 2 y 3 mm), a la vez que se realiza un vibrado final con una placa vibradora o con el equipo adecuado indicado por la Autoridad Correspondiente, que asegura un mejor llenado de las juntas. La arena sobrante debe retirarse mediante un barrido y no por lavado con agua.

Las pequeñas aberturas que quedan en los bordes de la vialidad, alrededor de las entradas en las alcantarillas y en las tapas de acceso se rellenarán con mortero cemento-arena, no menor de 1:4, cuando así lo autorice la Autoridad Correspondiente.

#### k Conservación de los pavimentos semi-rígidos

Es responsabilidad del Constructor la conservación de los pavimentos semi-rígidos, hasta que hayan sido recibidas por la Autoridad Correspondiente, junto con el tramo totalmente terminado de vialidad.



- A. Preparación de la sub-rasante.
- B. Preparación de la sub-base y/o base.
- C. Ejecución de los bordes de confinamiento.
- D. Extendido y nivelación de la capa de arena.
- E, F, G. Colocación de los adoquines, compactación y vibración, relleno de juntas con arena, nuevamente compactación y vibración, barrido de la arena excedente.

**Figura Q.22** Construcción de un pavimento de Adoquines de concreto.

## **I Unidad de Medida**

La superficie de rodamiento de adoquines de concreto, se medirán tomando como unidad el metro cuadrado terminado en obra, del tipo y con las características fijados en el catálogo de conceptos correspondiente, incluyendo en el precio unitario, la compactación y vibración, relleno con arena de las juntas y sellado de las juntas entre adoquines.

La plantilla de arena fina y limpia, se medirá tomando como unidad el metro cuadrado para el espesor y grado de compactación fijados en el catálogo de conceptos correspondiente.

La sub-rasante, la sub-base, la base y las guarniciones, se medirán de igual forma en que se estableció en las presentes Normas Técnicas para los pavimentos rígidos y flexibles.

**Q.3 ESPESORES MÍNIMOS PARA LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO**

Las distintas capas que conforman la estructura del pavimento deberán cumplir con los espesores resultantes del proyecto correspondiente. Cuando en el diseño del pavimento resulten espesores menores a los indicados en las siguientes tablas, se utilizarán éstos últimos como los mínimos para construcción.

**Concreto asfáltico en mezcla densa:**

En zona residencial con tránsito local únicamente.	4.0 cm
En vialidades secundarias.	5.0 cm
En zona industrial o tránsito pesado.	7.0 cm

**Concreto hidráulico:**

En zona residencial con tránsito local únicamente.	10.0 cm
En vialidades secundarias.	12.0 cm
En zona industrial o tránsito pesado.	15.0 cm

**Bases:**

En zona residencial con tránsito local únicamente.	15.0 cm
En vialidades secundarias.	20.0 cm
En zona industrial o tránsito pesado.	20.0 cm

**Sub-bases:**

En zona residencial con tránsito local únicamente.	20.0 cm
En vialidades secundarias.	20.0 cm
En zona industrial o tránsito pesado.	20.0 cm

**Sub-rasante:**

En zona residencial con tránsito local únicamente.	15.0 cm
En vialidades secundarias.	20.0 cm
En zona industrial o tránsito pesado.	25.0 cm

*Tabla Q-4 Espesores mínimos de construcción para las capas que integran la estructura de un pavimento.*

**Q.4 RELACIÓN EMPÍRICA ENTRE EL MÓDULO DE RUPTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

La relación empírica entre la resistencia a la tensión por flexión (Módulo de Ruptura, MR) y la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto, se define con la siguiente expresión:  $MR = (0.12\sim 0.14)f'c$ . El proyecto o la Autoridad Correspondiente indicarán el valor específico de la relación de acuerdo con las necesidades de cada caso en particular.

## **ADITIVOS PARA CONCRETO HIDRÁULICO**

## R ADITIVOS PARA CONCRETO HIDRÁULICO

### R.1 DEFINICIÓN

Los aditivos para concretos son materiales o sustancias que se utilizan para modificar a conveniencia, las propiedades del concreto hidráulico en estado fresco, para influir en beneficio de algunas características del concreto endurecido.

### R.2 CLASIFICACIÓN

Los aditivos que se agregan al concreto se dividen en los siguientes tipos, según el efecto que presentan:

- a **Tipo A. Aditivos reductores de agua.** Son los que permiten incrementar la resistencia al reducir la relación agua-cemento, conservando la consistencia, además de que aumentan la trabajabilidad para una resistencia dada.
- b **Tipo B. retardantes de fraguado.** Son los que inducen un retardo controlado sobre el tiempo de fraguado del concreto, para aumentar el tiempo de manejo antes de su colocación.
- c **Tipo C. Aditivos acelerantes de fraguado.** Son los que aceleran el fraguado y permiten obtener mayor resistencia del concreto, a corta edad del mismo.
- d **Tipo D. Aditivos reductores de agua y retardantes de fraguado.** Son los que proporcionan efectos combinados de los tipos A y B.
- e **Tipo E. Aditivos reductores de agua y acelerantes de fraguado.** Son los que proporcionan efectos combinados de los tipos A y C.
- f **Tipo F. Aditivos reductores de agua con acción elevada.** Son los que proporcionan una reducción mayor de agua que la que produce el tipo A. Pueden incrementar el revenimiento y la fluidez de la mezcla.
- g **Tipo G. Aditivo reductor de agua de acción elevada y retardante.** Son los que proporcionan una reducción mayor de agua que la que produce el tipo D. Incrementan la fluidez de la mezcla.
- h **Agentes inclusores de aire.** Son los materiales que se agregan al concreto durante su elaboración, con el fin de incorporar aire en el mismo. Usualmente mejoran la manejabilidad, disminuyen el sangrado e inducen control de los efectos por congelamiento y deshielo.
- i **Diversos**
  - 1 **Minerales finamente divididos.** Mejoran la resistencia contra el ataque por sulfatos, reducen la permeabilidad, producen disminución del calor de hidratación y los efectos por lixiviación y en algunos casos, controlan la reacción álcali-agregado.
  - 2 **Formadores de gas.** Proporcionan condiciones de alta trabajabilidad, capacidad para ser bombeado, disminución de la permeabilidad y en algunos casos, resistencia térmica

- 3 Para mezclas de inyección.** Inducen estabilidad y reduce la contracción en la mezcla.
- 4 Para control de expansión.** Regulan la acción expansiva del concreto.
- 5 Adhesivos.** Aumentan la adherencia de concreto nuevo con endurecido.
- 6 Auxiliares de bombeo.** Incrementan la cohesión y viscosidad de la mezcla.
- 7 Reductores de permeabilidad.** Reducen la penetración del agua en el concreto.
- 8 Inhibidores de reacción tipo álcali-agregado.** Reducen las expansiones causadas por esta reacción.
- 9 Inhibidores de la corrosión.** Reducen la permeabilidad, porosidad y relación agua-cemento del concreto.
- 10 Fibras.** Las fibras son componentes que se adicionan al concreto hidráulico con la finalidad de incrementar sus propiedades mecánicas, como son: Ductilidad, integridad de la estructura, resistencia a la tensión y a la compresión, resistencia a la fatiga y al impacto, así como reducción del agrietamiento por contracción en estado plástico del concreto. Los materiales más comunes para la elaboración de fibras son el polipropileno, el acero, el vidrio y el carbón.
- 11 Colorante.** Se aplica para darle un acabado estético definido y uniforme a la obra, debido a la incorporación, desde la mezcla de concreto, del color final del elemento. Una variante lo constituye el colorante-endurecedor, el cual se integra espolvoreándolo a la superficie del concreto para posteriormente ser integrado por absorción hacia el interior de la misma.
- 12 Desmoldante.** Material que se aplica para dar un efecto de contraste con el colorante-endurecedor y evita que los moldes o la piel de textura del estampado se adhieran a la superficie del concreto.

### R.3 REFERENCIAS

- ASTM C 260.- Aditivos para aumentar los vacíos de la mezcla de concreto.  
ASTM C 494.- Aditivos retardadores de fraguado y de reducción de agua.  
NMX-C-014.- Concreto. Aditivos químicos. Uniformidad y equivalencia (1982-01-05).  
NMX-C-045.- Muestreo de aditivos para el concreto (1983-12-06)  
NMX-C-117.- Aditivos estabilizadores de volumen del concreto (1978-10-06)  
NMX-C-140.- Aditivos expansores del concreto (1978-10-06).  
NMX-C-199.- Aditivos para concreto y materiales complementarios (1986-11-14).  
NMX-C-200.- Aditivos inclusores de aire para concreto (1979-01-02).  
NMX-C-237.- Aditivos para concreto. Determinación para la adherencia de los sistemas de resinas epóxicas empleadas en el concreto (1985-03-18).  
NMX-C-240.- Aditivos para concreto. Determinación de la viscosidad cinemática y cálculo de la viscosidad dinámica (1985-08-08).  
NMX-C-255.- Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto (1988-09-07).  
NMX-C-298.- Aditivos minerales. Determinación de la efectividad para prevenir una expansión excesiva del concreto debida a la reacción álcalis - agregado (1980-06-02).

NMX-C-356.- Aditivos para concreto. Cloruro de calcio (1988-03-28).

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.

Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

#### R.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características del concreto hidráulico, utilizando aditivos; su tipo, dosificación y el procedimiento de aplicación, estarán establecidos en el proyecto, con la justificación técnica del diseño respectivo de la mezcla. Si el Constructor propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la Autoridad Correspondiente para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.

Se deberán efectuar las pruebas y verificaciones de calidad necesarias según los objetivos requeridos antes de utilizar los aditivos para obtener las máximas ventajas, ya que este tipo de productos puede afectar una o más propiedades del concreto, o bien a contribuir a la aparición de efectos indeseables en el mismo.

Los aditivos se transportarán desde la fábrica hasta la planta de concreto, en camiones cisternas adaptadas para este fin y se depositarán en tanques fijos especialmente diseñados para su almacenamiento y adecuada dosificación, según lo establecido en el diseño de la mezcla correspondiente. En casos especiales, la Autoridad Correspondiente autorizará la utilización de depósitos móviles con capacidad de almacenamiento, lo suficientemente grande, para garantizar el suministro del producto, previa justificación de una adecuada dosificación, según lo establecido en el diseño de la mezcla correspondiente.



*Figura R.1 Fibras en forma de multifilamentos para su utilización en el concreto hidráulico.*

#### R.5 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida será el kilogramo o el litro, según se establezca en el catálogo de conceptos correspondiente.

## **GUARNICIONES, BANQUETAS Y RENIVELACIONES**

## S GUARNICIONES, BANQUETAS Y RENIVELACIONES

### S.1 GUARNICIONES Y BANQUETAS

#### a Definiciones

- 1 Guarniciones.** Elementos que se construyen en las obras viales para delimitar las banquetas, franjas separadoras centrales, camellones o isletas y delinear la orilla del pavimento, proporcionando comodidad y seguridad al tránsito vehicular y peatonal; además en algunos casos, captan y conducen los escurrimientos superficiales hacia las obras de desalojo del alcantarillado pluvial. Los tipos de guarniciones comúnmente usadas son los tipos "L", "I" y "V" (Cuneta). No se permitirá la utilización de la guarnición tipo "S", para protección y comodidad del tránsito peatonal, así como para optimizar el desalojo de los escurrimientos superficiales.
- 2 Banquetas.** Espacio o zona delimitada con mayor elevación que la superficie de rodamiento vehicular, cuya función es la de dar comodidad y seguridad para el tránsito de peatones.

#### b Materiales

Los materiales que se utilicen en la construcción de guarniciones y banquetas, deberán cumplir con lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Autoridad Correspondiente.

Si en la ejecución de los trabajos y a juicio de la Autoridad Correspondiente, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas, se suspenderán inmediatamente los trabajos en tanto que el Constructor los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales, son responsabilidad exclusiva del Constructor y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra o del medio ambiente.

#### c Equipo

El equipo que se utilice para la construcción de las guarniciones y banquetas, 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, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Constructor su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Autoridad Correspondiente, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Constructor corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.



**Figura S.1** Máquinas extruidoras autopropulsadas con cimbra deslizante para la construcción de guarniciones.



**Figura S.2** Máquinas extruidoras autopropulsadas con cimbra deslizante para la construcción de guarniciones y banquetas.

#### **d Conservación de las Guarniciones y Banquetas**

Es responsabilidad del Constructor la conservación de las guarniciones y banquetas, hasta que hayan sido recibidas por la Autoridad Correspondiente, junto con todo el tramo de vialidad.

#### **e Referencias**

- ACI comité 207.- Control de la temperatura de la mezcla de concreto.
- ACI comité 211.- Proporciones de las mezclas de hormigón.
- ACI comité 301.- Especificaciones para hormigón.
- ACI comité 305.- Protección y curado en clima cálido.
- ACI comité 306.- Protección y curado en clima frío.
- ACI 304.2R.- Revisión de la colocación del concreto mediante bombeo.
- ACI 309R-87.- Guía para la consolidación del concreto.
- ACI 311.1R-92.- Manual para la inspección del concreto.
- AASHTO T-26.- Examen del agua de dudosa calidad.
- AASHTO M-148.- Compuestos para el curado del concreto.
- ASTM C 33.- Especificaciones de los agregados para concreto.
- ASTM C 39.- Determinación de los requisitos de calidad.
- ASTM D 75.- Muestreo de agregados para concreto.
- ASTM C 156.- Evaluación de los procedimientos de curado.

- ASTM C 171.- Materiales de cubierta para el curado del concreto.
- ASTM C 260.- Aditivos para aumentar vacíos en la mezcla de concreto.
- ASTM C 309.- Compuestos líquidos formadores de membrana para el curado de concreto.
- ASTM C 494.- Aditivos retardadores de fraguado y reducción de agua.
- ASTM D 596.- Reporte de resultados del análisis del agua.
- ASTM C 685.- Certificación de plantas de concreto.
- ASTM D 859.- Sílice en agua.
- ASTM D 1193.- Agua.
- ASTM D 1889.- Turbiedad del agua.
- BOCA 1901.0.- Diseño estándar de concreto.
- BOCA 1906.0.- Materiales para la construcción del concreto.
- BOCA 1907.0.- Requisitos de estabilidad del concreto.
- BOCA 1908.0.- Calidad del concreto: mezcla y colocación.
- BOCA 1910.0.- Detalles de refuerzo.
- NMX-B-006.- Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo del concreto (1988-08-05).
- NMX-C-014.- Concreto. Aditivos químicos. Uniformidad y equivalencia (1982-01-05).
- NMX-C-045.- Muestreo de aditivos para el concreto (1983-12-06)
- NMX-C-067.- Análisis granulométrico de agregados para concreto (1971-11-17).
- NMX-C-081.- Aditivos para el curado del concreto. Compuestos líquidos que forman membrana (1981-02-19).
- NMX-C-083.- Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto (1988-12-06).
- NMX-C-109.- Cabeceo de especímenes cilíndricos de concreto (1985-03-18).
- NMX-C-111.- Especificaciones de los agregados para el concreto (1988-12-06).
- NMX-C-117.- Aditivos estabilizadores de volumen del concreto (1978-10-06)
- NMX-C-122.- Agua para el concreto (1982-05-28).
- NMX-C-140.- Aditivos expansores del concreto (1978-10-06).
- NMX-C-156.- Determinación del revenimiento en el concreto fresco (1988-09-07).
- NMX-C-157.- Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión (1987-12-07).
- NMX-C-158.- Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico (1987-12-07).
- NMX-C-159.- Elaboración y curado, en el laboratorio, de especímenes de concreto (1985-08-08).
- NMX-C-160.- Elaboración y curado, en obra, de especímenes de concreto (1987-10-29).
- NMX-C-161.- Muestreo de concreto fresco (1987-10-26).
- NMX-C-199.- Aditivos para concreto y materiales complementarios (1986-11-14).
- NMX-C-200.- Aditivos inclusores de aire para concreto (1979-01-02).
- NMX-C-205.- Determinación de la resistencia del concreto a la congelación y al deshielo acelerados (1979-02-09).
- NMX-C-219.- Resistencia a la compresión a edades tempranas y predicción de la misma a edades posteriores (1984-08-02).
- NMX-C-237.- Aditivos para concreto. Determinación para la adherencia de los sistemas de resinas epóxicas empleadas en el concreto (1985-03-18).
- NMX-C-240.- Aditivos para concreto. Determinación de la viscosidad cinemática y cálculo de la viscosidad dinámica (1985-08-08).
- NMX-C-251.- Terminología para el concreto (1986-07-15).
- NMX-C-255.- Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto (1988-09-07).
- NMX-C-277.- Muestreo del agua para concreto (1979-03-30).

- NMX-C-281.- Moldes para elaborar especímenes cilíndricos de concreto verticalmente para pruebas (1985-08-07).
- NMX-C-283.- Análisis del agua para concreto (1982-08-19).
- NMX-C-290.- Concreto curado acelerado para prueba a compresión de especímenes (1987-06-18).
- NMX-C-296.- Determinación del sangrado del concreto (1980-07-30).
- NMX-C-298.- Aditivos minerales. Determinación de la efectividad para prevenir una expansión excesiva del concreto debida a la reacción álcalis - agregado (1980-06-02).
- NMX-C-304.- Aditivos. Determinación de la retención de agua por medio de compuestos líquidos que forman membrana para el curado del concreto (1980-07-17).
- NMX-C-309.- Aditivos para concreto. Determinación del factor reflectancia de membranas de color blanco para el curado del concreto (1980-10-14).
- NMX-C-314.- Adoquines de concreto para uso en pavimentos (1986-04-14).
- NMX-C-356.- Aditivos para concreto. Cloruro de calcio (1988-03-28).
- NMX-C-030.- Muestreo de agregados (1986-11-03).
- NMX-C-067.- Análisis granulométrico de agregados para concreto (1987-10-30).
- NMX-C-164.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso (1987-01-06).
- NMX-C-165.- Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado fino (1984-08-02).
- NMX-C-166.- Método de prueba para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado (1990-08-28).
- NMX-C-170.- Reducción de las muestras de agregados obtenidas en campo, al tamaño requerido para las pruebas (1986-04-14).
- NMX-C-196.- Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Ángeles (1984-04-13).
- NMX-C-244.- Agregado ligero termoaislante para concreto (1986-07-15).
- NMX-C-245.- Determinación de las correcciones en masa por la humedad de los agregados en dosificaciones de mezclas de concreto (1986-04-14).
- NMX-C-265.- Examen petrográfico de los agregados del concreto (1984-04-13).
- NMX-C-270.- Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso (1985-08-08).
- NMX-C-271.- Determinación de la reactividad potencial de los agregados para concreto, método químico (1984-08-02).
- NMX-C-305.- Descripción de los componentes minerales naturales de los agregados para concreto (1980-10-07).
- NMX-C-329.- Determinación de granulometría de la arena de sílice (1974-07-05).
- NMX-C-330.- Arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-331.- Determinación del sílice en arena de sílice (1964-07-11).
- NMX-C-348.- Determinación del manchado de los agregados en el concreto (1987-10-30).
- NMX-C-313.- Pigmentos para morteros y concretos de cemento Portland (1981-02-19).
- Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.
- Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.
- SSPWC 200.1.- Materiales para construcción, pétreos.
- SSPWC 201.1.- Materiales para construcción, concreto de cemento Portland.
- SSPWC 201.2.- Materiales para construcción, concreto reforzado con acero.
- SSPWC 201.3.- Materiales para construcción, relleno y selladores para juntas de expansión.
- SSPWC 201.4.- Materiales para construcción, compuestos para el curado del concreto.
- SSPWC 201.5.- Materiales para construcción, mortero-cemento.
- SSPWC 211.1.- Pruebas para suelos y agregados, análisis de mallas.
- SSPWC 211.4.- Pruebas para suelos y agregados, permeabilidad.

SSPWC 303.5.- Métodos de construcción, estructuras sencillas de concreto.  
SSPWC 400.3.- Productos pétreos alternativos, concreto con cemento Portland.  
UBC 1903.- Especificaciones para pruebas y materiales.  
UBC 1904.- Requisitos de estabilidad.  
UBC 1905.- Calidad del concreto: mezcla y colocación.  
UBC 1907.- Detalles de refuerzo.  
UBC 1908.- Análisis y diseño del concreto.

## **f Procedimiento de Ejecución**

### **1 Generalidades**

Las guarniciones y banquetas de concreto hidráulico tendrán la resistencia, dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente. Cuando se establezca, podrán ser reforzadas con acero.

Previamente a la construcción de guarniciones y banquetas, se efectuará un premarcado de los niveles y alineamientos, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

Para garantizar un apoyo nivelado y compacto a la guarnición, deberá retirarse el material que presente características indeseables, empleando material de base o de sub-base, según corresponda, para reconstruir la superficie de apoyo y compactarla al 100% de la prueba AASHTO Modificada. Para banquetas el proyecto y/o la Autoridad Correspondiente indicarán si se utiliza el material existente como plantilla o se sustituye por material de banco; en ambos casos el material se compactará como mínimo al 90% de la prueba Proctor Estándar.

Todo predio con frente a la vialidad en construcción contará con una rampa para acceso de automóvil, con las características y localización indicadas en el proyecto o por la Autoridad Correspondiente. La altura del respaldo de la guarnición en el acceso a cocheras y su ancho, se manejará de acuerdo a la zona geográfica y el volumen de los escurrimientos superficiales. La altura del respaldo de la guarnición será de 3.5 cm a 5.0 cm y el ancho de la abertura será de 3.00 m a 3.50 m.

Se deberán evitar las rampas de acceso a las cocheras con niveles y pendientes tales que afecten el tránsito cómodo y seguro del peatón sobre la banqueta. En aquellos puntos donde el aforo peatonal lo justifique, se deberán construir rampas en banqueta y guarnición para personas con discapacidad en los cruces peatonales, con ubicación, geometría y características fijadas en el proyecto.

Se deberán construir guarniciones tipo "I" enterradas hasta el nivel de rasante del pavimento construido (dentellones), para protección del pavimento en los linderos del mismo con vialidades sin pavimentar o aproches.

La resistencia mínima a la compresión del concreto que se utilice para la construcción de las guarniciones y banquetas será la indicada en la siguiente tabla:

ELEMENTO	RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	
	Vialidades primarias y secundarias	Vialidades locales
Guarniciones	200	180
Banquetas	180	180

**Tabla S-1** Resistencia mínima a la compresión para guarniciones y banquetas.

## 2 Guarniciones

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, para el colado de las guarniciones podrá usarse una máquina extruidora autopropulsada para concreto hidráulico, con formas o moldes deslizantes que produzcan la guarnición con la sección transversal requerida.

Cuando las guarniciones sean coladas en el lugar utilizando procedimientos manuales, se utilizarán moldes metálicos rígidos colocados sobre la superficie de desplante, con la suficiente rigidez para que no se deformen durante las operaciones de vaciado y vibrado, ajustados perfectamente para evitar escurrimientos de lechada por las juntas. Para casos especiales como en algunas curvas, previa autorización de la Autoridad Correspondiente se podrá utilizar la cimbra de madera, pero se deberán cumplir los requisitos indicados para la cimbra metálica.

Una vez terminada la base de apoyo, el Constructor marcará encalando, la ubicación de la guarnición (alineamiento), así como los niveles por medio de varillas metálicas a cada 10 metros máximo en tramo recto y a menor distancia en curvas.

Antes de ser utilizada la cimbra, la Autoridad Correspondiente verificará que está en condiciones de proporcionar un acabado de buena calidad. Instalada la cimbra, la Autoridad Correspondiente verificará el alineamiento horizontal y vertical, dimensiones, lubricación, los elementos rigidizantes, los materiales para juntas de construcción y de contracción y la limpieza de la cimbra.

La Autoridad Correspondiente verificará que el Constructor cuente con el equipo, personal y materiales para la construcción de las guarniciones y banquetas. El concreto deberá ser premezclado, utilizándose únicamente para casos especiales y previa autorización, el concreto hecho en obra. El Constructor deberá proporcionar a la Autoridad Correspondiente un reporte de la planta de donde le será suministrado el concreto, donde se especifique la dosificación a fin de certificar el cumplimiento de los requisitos fijados.

Una vez aprobada la cimbra por la Autoridad Correspondiente, se procederá a humedecer la superficie de apoyo y a la colocación del concreto, el cual se compactará con vibrador mecánico, aplicándolo verticalmente a cada 50 centímetros para lograr un acomodo uniforme y evitar la segregación de materiales.

En todos los casos, las dimensiones de la cuneta de la guarnición deberán respaldarse con los cálculos hidráulicos correspondientes. A continuación se muestran los tipos de guarniciones más comunes:



capítulo “6 Marcas” apartado “6.7 Descripción de las marcas en el pavimento, M-14 Marcas en guarniciones”.

### 3 Banquetas

Se utilizarán moldes rígidos colocados sobre la superficie de desplante, con la suficiente rigidez para que no se deformen durante las operaciones de vaciado y vibrado.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, el colado de las banquetas de concreto simple se hará por tableros alternados en tramos no mayores de 2 metros, medidos paralelamente a la guarnición.

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, para el colado de las banquetas podrá usarse una máquina extruidora autopropulsada para concreto hidráulico, con formas o moldes deslizantes que produzcan la banqueta con la sección transversal requerida.

El nivel de la banqueta, en su extremo colindante, coincidirá con el de la guarnición y su pendiente será indicada en el proyecto, para permitir los escurrimientos superficiales hacia la vialidad.

Las características de las juntas de contracción, expansión y construcción, así como del acabado antiderrapante, serán fijadas en el proyecto u ordenadas por la Autoridad Correspondiente. Salvo que el proyecto o la Autoridad Correspondiente indiquen otra cosa, antes de que endurezca el concreto de las banquetas, las aristas serán acabadas mediante un volteador metálico, formando curvas suaves con radio máximo de cinco milímetros, posteriormente se aplicará un escobillado superficial en la superficie para tránsito peatonal.

En superficies de rodamiento para pavimentos rígidos, las juntas de contracción de las banquetas, se deberán hacer coincidir con las juntas de las guarniciones y de las losas de concreto hidráulico del pavimento.

El material y procedimiento de aplicación de curado, será fijado en el proyecto u ordenado por la Autoridad Correspondiente.

### 4 Verificación de la calidad de guarniciones y banquetas

La Autoridad Correspondiente revisará los niveles, el alineamiento horizontal, vertical y el acabado final de las guarniciones y banquetas para su aceptación definitiva.

Para verificar la resistencia del concreto utilizado, por cada 10 m<sup>3</sup> se obtendrá como mínimo una muestra constituida por tres especímenes, para ser probados uno a los 7 días y dos a los 28 días de edad, cuando ésta última sea la edad especificada.

### g Unidad de Medida

- 1 **Guarniciones.** La unidad de medida será el metro lineal terminado en obra, según su tipo y sección.
- 2 **Banquetas.** La unidad de medida será el metro cuadrado terminado en obra, según su tipo y espesor.

## S.2 RENIVELACIONES

### a Definición

Comprende los trabajos de excavación, reconstrucción hasta el nivel de rasante de proyecto, así como la reposición y compactación de las capas de la estructura del pavimento, de los pozos de visita, coladeras pluviales, registros para válvulas y registros para servicios existentes, que se recortaron y protegieron en los trabajos previos al corte durante la etapa de las terracerías.

### b Materiales

Los materiales que se utilicen en la ejecución de las renivelaciones, deberán cumplir con los detalles e indicaciones fijados en el proyecto o establecidos por la Autoridad Correspondiente.

### c Procedimiento de Ejecución

Los trabajos de renivelación deberán efectuarse después del riego de impregnación sobre la base terminada.

Una vez que haya penetrado perfectamente el asfalto en la base terminada y aceptada por la Autoridad Correspondiente, se procederá a la reconstrucción de pozos de visita, coladeras pluviales, registros para válvulas y registros para servicios existentes hasta el nivel de la rasante, de acuerdo con los detalles e indicaciones fijados en el proyecto u ordenados por la Autoridad Correspondiente.

Los trabajos se deberán efectuar de adentro hacia fuera, manualmente utilizando herramienta y equipo menor adecuado autorizado por la Autoridad Correspondiente, con el fin de evitar que el material de desperdicio o excedente caiga dentro de las estructuras y se azolven. En caso de que el material producto de la renivelación caiga dentro, el Constructor deberá efectuar la extracción y limpieza de los elementos azolvados, bajo su responsabilidad y sin cargo alguno.

Si los brocales, marcos, rejillas y tapas existentes, se encuentren en buenas condiciones de uso, se podrán utilizar nuevamente, previa autorización de la Autoridad Correspondiente.

En caso de requerirse y por indicación del proyecto o de la Autoridad Correspondiente, la renivelación de las estructuras antes mencionadas deberá incluir el suministro y la colocación del brocal, marco, rejilla y tapa correspondientes, según sea el caso.

Una vez terminados los trabajos de renivelación, en la periferia de las estructuras se deberán reponer las capas de la estructura del pavimento con espesor, calidad de materiales y compactación, según lo establecido en el proyecto. Los trabajos de compactación se deberán realizar con equipo manual adecuado. Al terminar la capa de base, se deberá efectuar el riego de impregnación alrededor de los elementos renivelados según se establezca en el proyecto.

Cuando se trate de estructuras nuevas, éstas se deberán construir en dos etapas; la primera hasta el nivel de bajado indicado en la etapa previa al corte durante la etapa de terracerías, y la

segunda hasta el nivel de rasante según lo indicado para los trabajos de renivelaciones. Se deberá incluir en el precio unitario la tapa resistente para protección de las estructuras.

Posteriormente a la construcción de la carpeta o superficie de rodamiento, alrededor de los brocales y marcos, según corresponda en los pozos de visita, coladeras pluviales, registros para válvulas y registros para servicios existentes, se deberá construir el anillo o elemento adecuado para protección, de concreto hidráulico y/o materiales adecuados, hasta el nivel de la rasante, según el procedimiento, geometría, características estructurales y acabados establecidas en el proyecto o en las Normas del Organismo Operador Correspondiente.

**d Unidad de Medida**

La unidad de medida para las renivelaciones será la pieza totalmente reconstruida en obra hasta el nivel de rasante de proyecto, incluyendo excavación, reconstrucción hasta el nivel de rasante de proyecto, reposición y compactación de las capas de la estructura del pavimento, materiales y mano de obra; y en caso de requerirse, el suministro y colocación de brocal, marco, rejilla y tapa respectivos, según sea el caso, por indicaciones del proyecto o de la Autoridad Correspondiente.

## **OBRAS PLUVIALES**

## T OBRAS PLUVIALES

### T.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

- a Las obras pluviales comprenden aquellos elementos que se construyen con la finalidad de optimizar la captación, la conducción y el desalojo o control de los escurrimientos pluviales, superficiales y subterráneos, de tal forma que no afecten la operación de la vialidad.
- b Los principales elementos pluviales son los siguientes:
- 1 Subdrenes .
  - 2 Geodrenes.
  - 3 Capas drenantes.
  - 4 Drenes de penetración transversal.
  - 5 Trincheras estabilizadoras.
  - 6 Alcantarillas:
    - De lámina corrugada de acero.
    - Tubulares de concreto.
    - Tubulares de plástico.
    - Cajones pluviales de concreto reforzado.
  - 7 Cunetas.
  - 8 Contracunetas.
  - 9 Lavaderos.
  - 10 Bordillos.
  - 11 Vados.
  - 12 Revestimiento de canales.

### T.2 REFERENCIAS

Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades del Estado de Baja California.

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Vialidades del Estado de Baja California.  
Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S. C. T.

### T.3 DISPOSICIONES GENERALES

#### a Materiales

Los materiales que se utilicen en la construcción de las obras pluviales, deberán cumplir con los lineamientos establecidos en el proyecto o indicados por la Autoridad Correspondiente. Para el caso de los materiales procedentes de bancos, éstos últimos deberán ser indicados en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, para cada obra en específico.

Si en la ejecución de los trabajos y a juicio de la Autoridad Correspondiente, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas, se suspenderán inmediatamente los trabajos en tanto que el Constructor los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

### **b Transporte de materiales**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales, son responsabilidad exclusiva del Constructor y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra o del medio ambiente.

El transporte, almacenamiento y disposición de los materiales y residuos se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los residuos y excedentes producto de la construcción de las obras pluviales, se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que apruebe la Autoridad Correspondiente, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.

Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

### **c Equipo**

El equipo que se utilice para la construcción de las obras pluviales, 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, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Constructor su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Autoridad Correspondiente, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Constructor corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Constructor.

### **d Conservación de las obras pluviales**

Es responsabilidad del Constructor la conservación de las obras pluviales, hasta que hayan sido recibidas por la Autoridad Correspondiente, junto con todo el tramo de vialidad.

## **T.4 SUBDRENES**

### **a Definición y clasificación**

Los subdrenes consisten en una red colectora de tuberías perforadas o ranuradas, alojadas en zanjas para permitir recolectar el agua subterránea, con objeto de controlarla y retirarla, minimizando su efecto negativo en las capas estructurales del pavimento.

Según su colocación, los subdrenes para vialidades se clasifican en:

- 1 Subdrenes longitudinales. Son aquellos que se colocan paralelos al eje de la vialidad, coincidentes en su alineamiento horizontal.
- 2 Subdrenes transversales. Son aquellos que se construyen perpendiculares al eje de la vialidad o esviados.

## b Procedimiento de Ejecución

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se tenderá ningún tramo de subdrén cuando la excavación se encuentre anegada.

Previo al inicio de los trabajos, se efectuará un premarcado de la zanja, de acuerdo con el trazo establecido. La excavación se realizará con el equipo y procedimientos adecuados para obtener una zanja con las dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

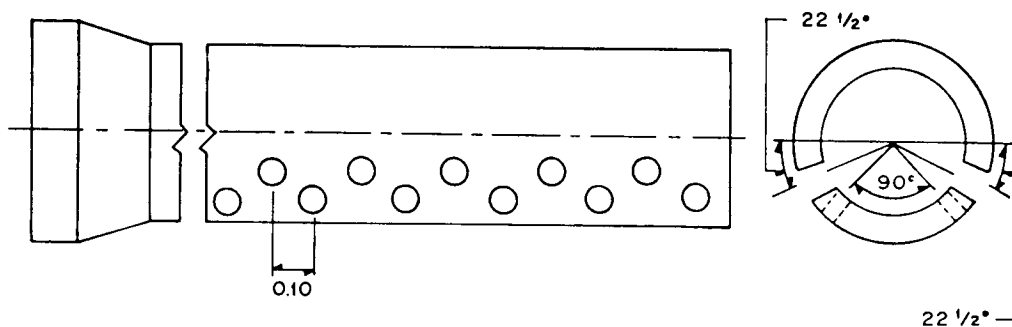
A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, el material de excavación que cumpla con los requisitos para ser utilizado posteriormente como relleno, se acamellonará a una distancia mínima de 60 centímetros de la excavación.

El material excavado que no pueda reutilizarse para relleno se retirará del lugar y se depositará en la forma y sitio que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente.

Durante la excavación se dará a las paredes un talud suficiente que garantice su estabilidad o se incluirá algún elemento o medio de protección equivalente que garantice la seguridad de las personas que tengan que trabajar dentro de la excavación.

Una vez terminada la excavación y previo a la colocación de la tubería, se tenderá una cama de material de filtro con el espesor y las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

La tubería se colocará en la zanja con los orificios de captación ubicados en la parte inferior, los cuales consistirán en cuatro hileras de perforaciones, dos a cada lado realizadas simétricamente con respecto al eje longitudinal del subdrén según se indica en la Figura T.1. Salvo indicación en contrario, el diámetro de los tubos utilizados en subdrenes tendrán un diámetro interior de 15 cm.



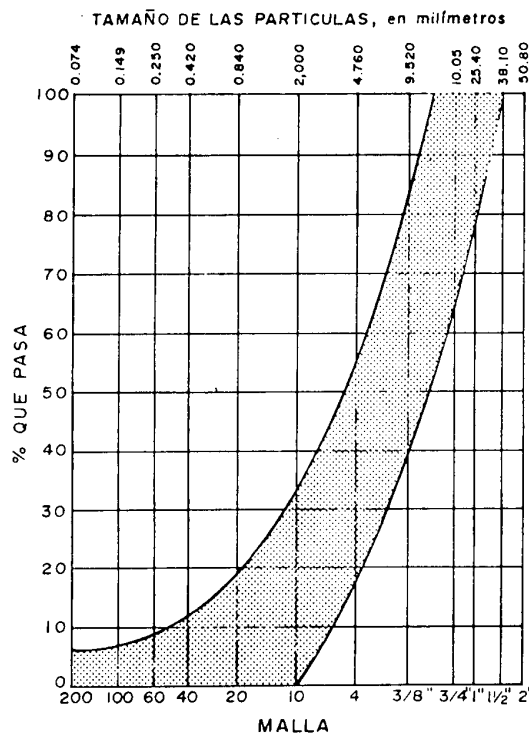
**Figura T.1** Localización de las perforaciones en tubos utilizados en subdrenes.

Los tubos se colocarán desde aguas abajo hacia aguas arriba, con su terminación de campana hacia aguas arriba. La Autoridad Correspondiente revisará y aprobará toda la tubería antes de rellenar la excavación.

Cuando así lo establezca el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, las salidas descargarán hacia el exterior mediante tuberías de salida. Las salidas de subdrenes se construirán de manera que no queden sumergidas en agua, ni se regrese el agua a su interior. Salvo que se indique otra cosa, las salidas se protegerán con rejillas o pantallas pesadas que prevengan actos de vandalismo y la entrada de fauna nociva.

Después del tendido de los subdrenes y una vez inspeccionado y aprobado, se colocará el material de filtro a los lados y sobre la tubería, hasta el nivel indicado en el proyecto o el aprobado por la Autoridad Correspondiente.

Las arenas y/o gravas para formar los filtros en los subdrenes, serán limpias y constituidas por partículas resistentes. La piedra que se utilice deberá ser de buena calidad, sana, homogénea y durable. Salvo indicación en contrario, la granulometría del material para filtro será la que se indica en la Figura T.2.



**Nota:** La granulometría del material de filtro deberá estar en la zona sombreada de la gráfica. Este material deberá cumplir además con:  
 $LL \leq 25\%$ ;  $IP \leq 6\%$ .

**Figura T.2** Gráfica de composición granulométrica del material para filtro en subdrenes.

Si el proyecto no indica otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, para las tuberías con perforaciones, el material de filtro se colocará desde una profundidad no menor a 15 centímetros bajo la tubería hasta rodearla lateralmente en una altura mínima de 15 centímetros sobre la clave de la misma, para luego apisonar el material de relleno restante, que será material producto de la excavación, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente.

El material de filtro se colocará en capas que no excedan los 20 centímetros de espesor, humedeciéndolo y apisonándolo. Si la compactación se realiza por medios manuales, se colocarán capas de material suelto que no excedan 15 centímetros de espesor. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, cuando el acomodo se realice utilizando medios mecánicos, el espesor máximo de la capa de material suelto podrá ser de hasta 20 centímetros. En la Figura T.3 se muestra la sección transversal tipo de un subdrén en zanja.

Cuando lo fije el proyecto u ordene la Autoridad Correspondiente, especialmente si existe el riesgo de que el material de filtro se contamine, se colocará una capa adicional de material estabilizado impermeable, antes de colocar el zampeado.

Los registros para inspección y mantenimiento de los subdrenes se harán en la ubicación y con las dimensiones y características fijadas en el proyecto u ordenadas por la Autoridad Correspondiente.

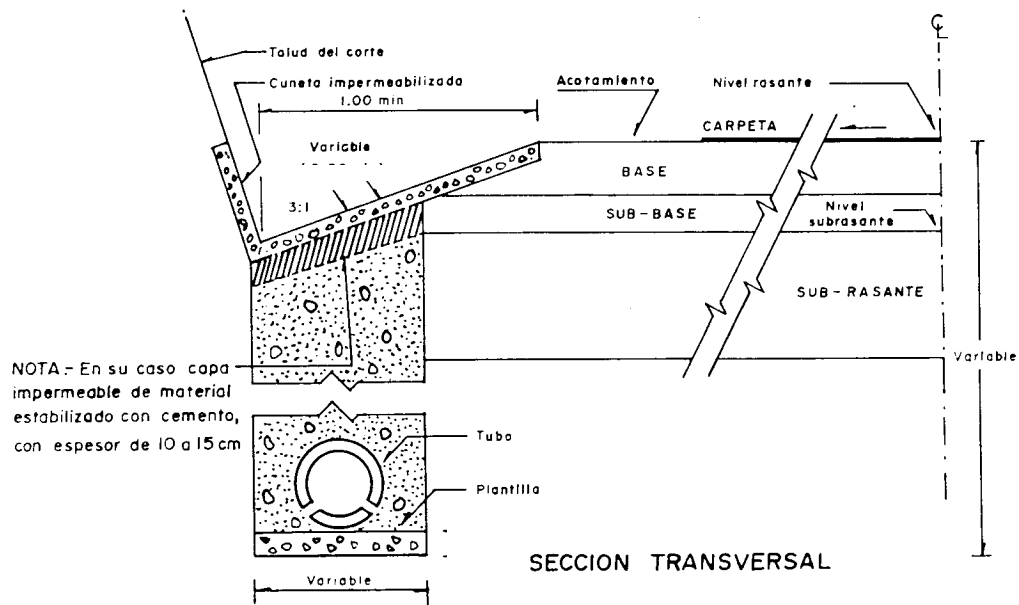


Figura T.3 Sección transversal tipo de un subdrén en zanja.

### c Unidad de Medida

Cuando la construcción de subdrenes se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de subdrén terminado, según su tipo.

## T.5 GEODRENES

### a Definición

Los geodrenes son sistemas de subdrenaje que utilizan geotextiles como filtro para dejar pasar el agua y evitar la migración de finos, minimizando su efecto negativo en las capas estructurales del pavimento; permitir la salida del agua para abatir el nivel freático y prevenir la

tubificación o erosión del subsuelo, por lo que están forrados con geotextiles permeables. Estos elementos están integrados generalmente por placas separadoras de plástico prensado, con o sin tubos ranurados para la conducción del agua.

#### **b Procedimiento de Ejecución**

Con una anticipación mínima de 15 días a la entrega de los geotextiles en la obra, el Constructor debe entregar a la Autoridad Correspondiente la documentación del fabricante en la que se incluyan las instrucciones para el almacenamiento del geotextil, su manejo, instalación, costura y reparación.

Los geodrenes formados por placas separadoras de plástico prensado, se habilitarán conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

La excavación se realizará con el equipo y procedimientos adecuados para obtener una zanja con las dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

En los lugares indicados en el proyecto, el Constructor instalará el geodrén siempre en presencia del representante en la obra de la Autoridad Correspondiente.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, las salidas de los geodrenes estarán separadas entre sí una distancia máxima de 50 metros y descargarán en el terreno natural, en cajas de entrada a obras de drenaje transversal o en tubos colectores colocados bajo los subdrenes en las zonas de corte.

En los sitios donde los tubos descarguen al exterior, se insertará en su extremo una pantalla o rejilla pesada, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente, que permita la salida del agua y evite la entrada de fauna nociva.

El traslape del geotextil se hará en la forma establecida en el proyecto o aprobada por la Autoridad Correspondiente, asegurando que el material de relleno no se infiltre a través de los traslapes.

No se expondrá el geotextil a la luz del sol por más tiempo que el necesario para su colocación y debe quedar cubierto el mismo día que se coloque. Las costuras se realizarán con un hilo con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente. El hilo tendrá una estabilidad a la luz ultravioleta similar a la del geotextil y su color deberá contrastar con el de éste último.

El hilo en el extremo de cada costura se rematará de tal forma que no se descosa. Las costuras quedarán por el lado superior del geotextil para permitir su inspección. Los puntos saltados o discontinuidades se repararán con una línea extra de puntos de costura, de al menos 45 centímetros de traslape.

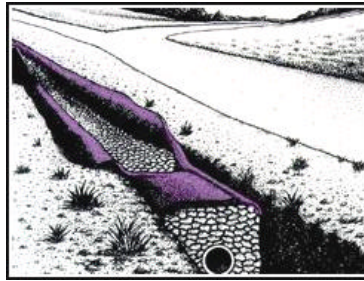
A juicio de la Autoridad Correspondiente, los geotextiles dañados durante la instalación podrán repararse colocando un parche del mismo tipo de geotextil, que se extienda al menos 30 centímetros más allá del extremo del área dañada o defecto.

Las reparaciones quedarán unidos al geotextil utilizando costuras o algún otro método previamente autorizado por la Autoridad Correspondiente. La dirección del tejido del parche quedará alineada con la dirección del tejido del geotextil que se esté reparando.

El relleno de la zanja del geodrén se realizará en presencia del representante de la Autoridad Correspondiente y no deberá cubrirse hasta su aprobación.

El relleno de las zanjas de los geodrenes y los tubos, se ejecutará evitando que el material penetre en las zonas de traslape del geotextil, que se generen esfuerzos de tensión o que se produzcan arrugas o dobleces; utilizando el material y el procedimiento que establezca el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente, de manera que se garantice el contacto uniforme entre el geodrén y la pared de la excavación, así como el correcto alineamiento del mismo. No se deberán presentar intrusiones de material ni colapso de la estructura del geodrén.

No se permitirá la operación de ningún equipo directamente sobre el geodrén.



*Figura T.4* Esquema general de un subdren longitudinal con la incorporación de un geotextil (geodrén).

### **c Unidad de Medida**

Cuando la construcción de geodrenes se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de geodrén terminado, según su tipo.

## **T.6 CAPAS DRENANTES**

### **a Definición**

La capa drenante es una capa construida con materiales granulares de una determinada granulometría, que subyace a la estructura del pavimento y permite el flujo del agua subterránea, evitando las presiones neutras.

### **b Procedimiento de Ejecución**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán capas drenantes:

- Cuando exista amenaza de lluvia o este lloviendo.
- Cuando existan materiales congelados en la capa sobre la que se vaya a construir la capa drenante.
- En caso necesario, los tramos de capa drenante o de las capas subyacentes ya terminadas se protegerán de heladas, lluvias, o cualquier otra condición climática adversa; en caso de que no sean correctamente protegidas, será responsabilidad del Constructor realizar las actividades necesarias para restaurar las condiciones adecuadas de las capas.

Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la capa drenante, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

Los acarrees de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la capa drenante, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro. No se permitirá que los camiones u otro equipo aprobado que transportan el material para la capa drenante, hagan maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillas de una capa recién tendida. En el caso de que por algún motivo esta situación llegue a suceder, el Constructor reparará inmediatamente los daños causados, por su cuenta y costo.

Las motoconformadoras que se utilicen para el extendido y conformación de las capas drenantes, serán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de 3.65 metros y con una distancia entre ejes mayor de 5.18 metros.

Para el caso de que se utilicen extendedoras, éstas deberán ser autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar las capas drenantes con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la capa, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora del material con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta el material uniformemente frente al enrasador y sensores de control automático de niveles.

El material se descargará sobre la superficie de apoyo de la capa drenante, en cantidad prefijada por estación de 20 metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se puedan tender, conformar y compactar. Si el tendido se realiza con extendidora, la descarga se hará directamente en su tolva.

Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Si el tendido se realiza con extendidora, la preparación del material se hará previamente a su transporte.

Inmediatamente después de preparado el material como se indica en el punto anterior de esta Norma, se extenderá en el ancho indicado en el proyecto y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.



**Figura T.5** Tendido de material granular para la construcción de una capa drenante.

El material se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente. Una vez compactada la última capa, se alcanzarán la sección y los niveles establecidos en el proyecto.

Cuando la capa drenante se coloque en varias etapas, la capa colocada en la etapa anterior, estará limpia antes de la colocación de la siguiente capa, retirando los materiales extraños o sueltos que pudieran existir.

Cuando la capa drenante se coloque, se tenderá y conformará con un sobrecancho de 30 centímetros y con el mismo espesor de la capa, como mínimo, para lograr su compactación en la orilla.

La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o que apruebe la Autoridad Correspondiente. La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

Los compactadores serán autopropulsados y reversibles; en el caso de compactadores vibratorios, estos estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración. Pueden ser de 3 rodillos metálicos en 2 ejes, o de 2 o 3 ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un metro, en todos los casos.

Debe evitarse el exceso de pasadas que pueda generar trituración de los agregados que forman la capa drenante.

El material de los acotamientos se colocará paralelo a los bordes de la capa drenante en cantidad suficiente para que al compactarse se obtenga el mismo nivel que el de dicha capa.

En caso necesario, los tramos de capa drenante compactadas, se protegerán de contaminación de polvo, basura, sedimentos o materiales extraños.

### **c Unidad de Medida**

Cuando la construcción de capas drenantes se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro cúbico o el metro cuadrado para un espesor determinado, de capa drenante terminada, para cada grado de compactación y cada banco en particular, según se establezca en el catálogo de conceptos correspondiente.

## **T.7 DRENES DE PENETRACIÓN TRANSVERSAL O DRENES HORIZONTALES**

### **a Definición**

Los drenes de penetración transversal constituyen un sistema de subdrenaje, que consiste en tuberías horizontales, ranuradas e insertadas transversalmente en los taludes de cortes o rellenos para aliviar la presión de poro, en la mayor parte de los casos extrayendo agua de los suelos o rocas.

## **b Procedimiento de Ejecución**

Previo a la perforación de los barrenos, estos se ubicarán en el sitio mediante el auxilio de trazos topográficos, con base en la distribución espacial establecida en el proyecto.

Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se instalarán los drenes de penetración transversal, estará compactada; no se permitirá su construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

El esviaje y la inclinación de las tuberías horizontales serán los establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, pudiéndose realizar los últimos ajustes en campo, según las condiciones del terreno en el punto de instalación de cada dren.

En general la instalación de los drenes de penetración transversal se hará de acuerdo a la ubicación indicada en el proyecto; sin embargo la ubicación exacta se determinará conforme lo aprobado por la Autoridad Correspondiente.

La perforadora consistirá generalmente en equipo ligero rotatorio o a percusión con martinete en el frente, que permita obtener perforaciones horizontales con diámetros de 75 a 150 milímetros, en suelo o en roca. Las plataformas contarán con canastillas telescópicas, de accionamiento hidráulico o neumático, cuya versatilidad de movimientos permitan acercar y retirar el equipo, materiales y personal para la perforación e instalación de los drenes de penetración transversal.

Durante la perforación, se cuidará que el agua, si ésta es usada en la barrenación, no contamine los cauces de agua superficiales.

La tubería estará ranurada en toda su longitud y recubierta con un geosintético que funcionará como filtro, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, al extremo de la tubería ranurada, se conectará una extensión redondeada o en punta de bala para facilitar la introducción de la tubería en la perforación previa o su hincado mediante martillo de percusión. La tubería se colocará con la ayuda del equipo de perforación para introducirla en el barreno. Para formar una línea de tubería continua se conectarán los tramos de tubería que sean necesarios. Salvo indicación en contrario, se utilizarán tubos de cloruro de polivinilo (PVC), cuyos tramos se pegarán entre sí.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, en el último tramo, de entre 3 a 6 metros de longitud, se utilizará tubería no ranurada que constituya la salida del dren. El espacio entre el barreno y la tubería no perforada se sellará en un tramo de al menos 3 metros con un material que cumpla con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente. El espacio entre el barreno y la tubería perforada no debe sellarse.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, se colocarán tuberías de salida en los extremos de todos los drenes horizontales, utilizando una pieza "T" para conectarlos a la tubería colectora.

Debe instalarse un sistema colector del tipo, características y dimensiones indicadas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Autoridad Correspondiente, en una instalación común, los extremos de los drenes se dejan de 30 a 50 centímetros fuera del talud para que drenen libremente.

**c Unidad de Medida**

Cuando la instalación de drenes de penetración transversal se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de dren de penetración transversal terminado, según su tipo.

**T.8 TRINCHERAS ESTABILIZADORAS**

**a Definición**

Las trincheras estabilizadoras, son excavaciones rellenas con materiales seleccionados, dotadas de una capa drenante en su talud aguas arriba y en el fondo, con un sistema de recolección, el cual suele consistir en una tubería perforada para conducir rápidamente el agua captada; dicha tubería se conecta a una tubería de desagüe para conducir el agua a donde no cause daño. Se construyen en laderas naturales con flujo de agua, formadas por grandes espesores de materiales cuya estabilidad esté afectada por dicho flujo, sobre la cual se construirá un terraplén.

**b Procedimiento de Ejecución**

Previo al inicio de los trabajos, la zona por excavar estará debidamente desmontada, considerando lo señalado en el apartado de esta Norma correspondiente a Desmonte.

Una vez terminado el desmonte se delimitará la zona de excavación, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

La excavación para formar la trinchera se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, con salida permanente para que esté siempre bien drenada.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, el fondo de la trinchera será de 4 metros de ancho, como mínimo.

La excavación se ejecutará en el menor tiempo posible, debido a la inestabilidad de las zonas donde se construyen las trincheras estabilizadoras, de tal manera que las paredes permanezcan estables. En ocasiones es necesario efectuar la excavación en tramos cortos sucesivos, para evitar el colapso del talud aguas arriba.

Se colocará la capa drenante o pantalla de material permeable en el talud y el fondo de la trinchera estabilizadora, con el espesor y en el sitio indicados en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, simultáneamente con el relleno de la excavación.

El relleno de las trincheras estabilizadoras se hará con materiales seleccionados, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

Cuando así lo establezca el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, según se indique, se instalarán una o varias tuberías perforadas colocadas en el fondo de la trinchera, asimismo, el talud aguas arriba y el fondo de la trinchera estabilizadora se recubrirán con un geosintético (geotextil), según se indique.

### **c Unidad de Medida**

Cuando la construcción de trincheras estabilizadoras se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado, las unidades de medida serán las siguientes según la actividad que se ejecute:

- La excavación se medirá mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedio de áreas extremas, tomando como unidad el metro cúbico de excavación para trinchera estabilizadora terminada.
- La colocación de la capa drenante se medirá tomando como unidad el metro cúbico de capa drenante terminada, para cada tipo de material indicado en el proyecto.
- La colocación de la tubería se medirá tomando como unidad el metro de tubería terminada, según su tipo.
- La colocación del geotextil se medirá tomando como unidad el metro cuadrado de geotextil terminado, según su tipo.
- El relleno se medirá tomando como unidad el metro cúbico de relleno para trinchera estabilizadora terminado, según su tipo y para cada banco en particular.

## **T.9 ALCANTARILLAS**

### **a Disposiciones generales**

El tipo, dimensiones y características de los materiales de una alcantarilla, serán establecidos en el proyecto, debiéndose justificar técnicamente mediante los estudios y diseño correspondientes.

La excavación para alcantarillas se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente.

La excavación se hará dejando una holgura de 50 centímetros a cada lado de la alcantarilla, para permitir la compactación del material de relleno. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita.

El fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

Se excavarán canales de entrada y salida con la geometría y longitud establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

La plantilla de apoyo para la alcantarilla se formará con una capa del espesor y con los materiales, el grado de compactación y el nivel indicados en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente, dependiendo del tipo de terreno sobre el que se apoyará. La geometría final de la plantilla será similar a la del tubo.

La colocación de las alcantarillas se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, con su terminación de campana hacia aguas arriba. Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de las alcantarillas, el Constructor, por su cuenta y costo,

hará lo necesario para desviar el agua temporalmente, mediante canales, bombeo u otro procedimiento aprobado por la Autoridad Correspondiente.

El relleno colocado en los costados (acostillado) y alrededor de los tubos circulares, se compactará simétricamente a mano o con equipo manual, en ambos lados en capas de 15 centímetros, hasta alcanzar un espesor de 40 centímetros sobre el lomo de los tubos, cajones o estructuras según se trate, con el material y al grado de compactación establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente.

Los extremos de la alcantarilla se sujetarán con muros de cabeza de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

A la entrada y a la salida de la alcantarilla, en caso que se requiera, se realizará un zampeado conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

Es responsabilidad del Constructor la conservación de la alcantarilla hasta que haya sido recibida por la Autoridad Correspondiente, junto con todo el tramo de la vialidad.

## **b Alcantarillas de lámina corrugada de acero**

### **1 Definición y clasificación**

Las alcantarillas de lámina corrugada de acero son estructuras flexibles que se construyen mediante tubos o arcos de lámina corrugada de acero, formadas por dos o más placas ensambladas y colocadas sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviajada; según su geometría se clasifican en alcantarillas de tubo circular, de tubo abovedado o de bóveda, y según su modo de ensamble se clasifican en anidables y seccionables.

- Alcantarillas anidables. Las alcantarillas anidables son las que se forman por la unión de dos o más secciones de lámina corrugada de acero, mediante ganchos especiales.
- Alcantarillas seccionables. Las alcantarillas seccionables son las que se forman por la unión de varias placas atornilladas de lámina corrugada de acero.

### **2 Procedimiento de Ejecución**

Las piezas se colocarán de manera que en sus traslapes transversales, el extremo del tubo al que le corresponda la parte exterior del traslape, quede aguas abajo.

Los tramos de tubo se colocarán sobre la superficie de desplante, de tal forma que los traslapes longitudinales queden en los costados, nunca en la parte superior o inferior.

El sistema de sujeción para el ensamble de las piezas será el que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente.

Los tubos de las alcantarillas se anclarán al terreno únicamente cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente.

Cuando se utilicen tubos circulares de 120 centímetros de diámetro o mayores, sobre los que se vaya a colocar un colchón de 7.5 metros o mayor, antes de iniciarse el relleno se aumentará su diámetro vertical en un 5 por ciento para tubos anidables y en un 3 por ciento para tubos seccionables, mediante los aditamentos a que se refiere el siguiente párrafo.

Los aditamentos instalados para aumentar el diámetro se retirarán 30 días después de haber terminado de formar los terraplenes de relleno, a menos que se prevean fuertes avenidas que obliguen a retirarlos antes.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente:

- Para protección de la estructura se formará sobre el tubo un terraplén de sección trapezoidal con base superior igual a 3 veces el diámetro de la alcantarilla y altura de 1.5 veces dicho diámetro, compactado a mano o con equipo manual, de acuerdo con lo indicado.
- Cuando se utilicen tubos abovedados, el relleno de los costados inferiores se hará con un material de mayor calidad y a un grado de compactación 5 por ciento más alto que el resto del relleno.

El interior de las alcantarillas se protegerá cubriendo los valles y las crestas de las corrugaciones con mortero asfáltico o hidráulico, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

En terreno constituido por material abrasivo, los tubos o arcos de lámina de acero galvanizado contarán con un recubrimiento de doble capa de cemento asfáltico del tipo oxidado, o del material que indique el proyecto o la Autoridad Correspondiente.

### **3 Unidad de Medida**

Cuando la construcción de alcantarillas de lámina corrugada de acero se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de alcantarilla terminada, según su tipo.

#### **c Alcantarillas tubulares de concreto**

##### **1 Definición y clasificación**

Las alcantarillas tubulares de concreto son estructuras rígidas, que se construyen mediante tubos de concreto con o sin refuerzo, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviada.

##### **2 Procedimiento de Ejecución**

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente:

- Las juntas entre tubos y las perforaciones para el manejo de los tubos, se sellarán con mortero de cemento-arena en proporción 1:3.
- Una vez colocada la tubería sobre la plantilla, se construirá un chaflán en ambos lados de los tubos, entre éstos y la plantilla, en toda su longitud. Este chaflán tendrá sección triangular con base y altura de 20 centímetros, elaborado con mortero de cemento-arena en proporción 1:3.

- Para protección de la estructura se formará sobre el tubo un terraplén de sección trapezoidal con base superior igual a tres veces el diámetro de la alcantarilla y colchón mínimo de un metro, compactado a mano o con equipo manual, de acuerdo con lo indicado.

### 3 Unidad de Medida

Cuando la construcción de alcantarillas tubulares de concreto se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará, según su tipo, al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de alcantarilla terminada.



*Figura T.6* Maniobras para la colocación de tubos de concreto para alcantarillas.



*Figura T.7* Colocación en zanja de tubos de concreto para alcantarillas.

#### d Alcantarillas tubulares de plástico

##### 1 Definición

Son estructuras que se construyen mediante tubos de policloruro de vinilo o con tubos de polietileno de alta densidad, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad.

## 2 Procedimiento de Ejecución

Cada pieza deberá tener un apoyo completo y firme en toda su longitud para lo cual se colocará de modo tal que el cuadrante inferior de su circunferencia descansa en toda su superficie sobre la plantilla. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera y soportes de cualquiera otra índole.

El tipo de tubería y el sistema de unión o de juntas, deberá ser establecido en el proyecto o deberá ser aprobado por la Autoridad Correspondiente, de acuerdo a los requerimientos de cada caso en particular y previa justificación técnica, debiendo garantizar en todos los casos, la hermeticidad de las juntas.

El sistema de unión o de juntas dependerá del tipo de tubería establecida para la alcantarilla, la cual podrá ser de los siguientes tipos:

- Tubería de policloruro de vinilo P.V.C. (Normas ASTM D 1784, ASTM D 3034, ASTM F 477, ASTM F 794 y AASHTO M 304).
  - Junta espiga-campana. La hermeticidad de la unión se efectúa mediante un empaque circular elastomérico que se comprime al introducir la terminación en espiga del primer tubo, con el extremo en campana del segundo tubo.
- Tubería de polietileno de alta densidad (Normas ASTM F 894, ASTM D 1248, ASTM D 3350, ASTM F 477 y AASHTO M 294).
  - Junta espiga-campana. La hermeticidad de la unión se efectúa mediante un empaque circular elastomérico que se comprime al introducir la terminación en espiga del primer tubo, con el extremo en campana del segundo tubo.
  - Junta espiga-campana con soldadura extruida La hermeticidad de la unión se logra con soldadura extruida, en toda la circunferencia en ambos extremos de la junta, entre los cuales se alojará el empaque circular elastomérico.
  - Junta por fusión térmica. La hermeticidad de la unión se efectúa mediante una junta formada fundiendo y uniendo los extremos de los tubos, bajo temperatura y presión controladas.
  - Junta con soldadura extruida simple. La hermeticidad de la unión se efectúa con los extremos de los tubos, los cuales presentan una disminución en su espesor (devastados o achaflanados), que al unirse conforman un corte especial cuyo objetivo es el de alojar la soldadura.

La soldadura extruida deberá cumplir con los requerimientos establecidos para el material de base con el cual se fabrican las tuberías.

El empaque elastomérico deberá cumplir con los requerimientos establecidos en la Norma ASTM F 477. El lubricante usado para ensamblar las juntas, no deberá ocasionar daños al empaque elastomérico o a la superficie de los tubos.

Cualquier otro tipo de unión deberá ser establecido en el proyecto o deberá ser aprobado por la Autoridad Correspondiente previa justificación técnica, debiendo garantizar en todos los casos, la hermeticidad de las juntas.

### 3 Unidad de Medida

Cuando la construcción de alcantarillas tubulares de plástico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará, según su tipo, al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de alcantarilla terminado.



*Figura T.7* Alcantarillas tubulares de polietileno de alta densidad.



*Figura T.8* Alcantarillas tubulares de policloruro de vinilo.

## **e Cajones pluviales de concreto reforzado**

### **1 Definición**

Son estructuras rígidas, que se construyen mediante cajones de concreto reforzado, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Debido a su funcionamiento y condiciones similares, los cajones pluviales deberán cumplir con las disposiciones generales establecidas para las alcantarillas en las presentes Normas.

### **2 Procedimiento de Ejecución**

El tramo que aloje los cajones de concreto hidráulico quedará ubicada según lo establecido en el proyecto o indicado por la Autoridad Correspondiente.

Los cajones pluviales de concreto reforzado se construirán con los materiales y dimensiones que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente, considerando además que:

- El relleno acostillado se efectuará acomodando y compactando el material de relleno en forma simétrica a ambos lados, mediante uno de los procedimientos que enseguida se mencionan, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente.
  - Podrá colocarse el material de relleno en capas de 15 centímetros, hasta alcanzar un espesor de 40 centímetros sobre el lomo de los cajones, compactándolo al grado de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.
  - Podrá efectuarse el relleno con mortero de cemento en proporción 1:5 en capas de 15 centímetros, hasta enrazar el nivel superior del cajón.

El detalle y características de las juntas utilizadas para las uniones en los cajones pluviales de concreto reforzado, así como las protecciones y condiciones para la entrada y salida de la alcantarilla, serán indicadas en el proyecto.

### **3 Unidad de Medida**

Cuando la construcción de cajones pluviales de concreto reforzado se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará, según su tipo, al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de cajón terminado.

## **T.10 CUNETAS**

### **a Definición**

Las cunetas son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona en uno o en ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes, o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la vialidad o a terceros.

## **b Procedimiento de Ejecución**

La conformación de las zanjas para formar las cunetas, se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, la pendiente de la cuneta será la misma que la de la vialidad.

Cuando la sección de la vialidad pase de corte a terraplén, la cuneta se prolongará la longitud necesaria en diagonal, siguiendo la conformación del terreno, para conducir el agua hacia el terreno natural aledaño, a la obra de drenaje más cercana o hasta donde establezca el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente.

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión.

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezca el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, el recubrimiento con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de las losas en forma alternada y con longitud mínima de 1 metro. Las juntas de contracción se construirán a cada 3 metros como máximo o según lo indique el proyecto correspondiente.

## **c Unidad de Medida**

Cuando la construcción de cunetas se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de cuneta terminada, según su tipo y sección.

## **T.11 CONTRACUNETAS**

### **a Definición**

Las contracunetas son zanjas o bordos que se construyen en las laderas localizadas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno natural, conduciéndola a una cañada inmediata o a una parte baja del terreno, para evitar el saturamiento hidráulico de la cuneta y el deslave o erosión del corte. Según lo indique el proyecto o la Autoridad Correspondiente, las zanjas pueden estar recubiertas o no y los bordos pueden ser de tierra, concreto o suelo-cemento.

### **b Procedimiento de Ejecución**

A menos que el proyecto o la Autoridad Correspondiente indiquen otra cosa, la contracuneta se ubicará a una distancia mínima de 5 metros con respecto al cero del corte. Su punto de

partida será la parte superior del corte, con un desarrollo sensiblemente paralelo al mismo y transversal al escurrimiento de la ladera. En laderas con pendiente mayor de 30 grados, la contracuneta se conformará siguiendo la tendencia general de las curvas de nivel, para evitar que tenga pendientes mayores de 20 por ciento.

La excavación para formar la contracuneta se efectuará de acuerdo a las secciones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

A menos que el proyecto o la Autoridad Correspondiente indiquen otra cosa, la zanja iniciará con una sección trapezoidal con profundidad mínima de veinte 20 centímetros hasta obtener la sección establecida en el proyecto o aprobada por la Autoridad Correspondiente, si ésta va a funcionar como canal; si va a funcionar como bordo, la excavación se hará aguas abajo para formar el bordo aguas arriba, evitando que el terreno se derrumbe y afecte al bordo.

La longitud de la contracuneta será la suficiente para llevar el agua desde el parteaguas hasta su desembocadura, generalmente en el fondo del cauce natural al que descarga.

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, una vez terminada la excavación se revestirá la contracuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión.

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezca el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente.

### **c Unidad de Medida**

Cuando la construcción de contracunetas se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de contracuneta terminada, según su tipo y sección.

## **T.12 LAVADEROS**

### **a Definición y clasificación**

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Los lavaderos pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos. Si se construyen con mampostería o concreto hidráulico, generalmente tienen sección triangular, con el propósito de lograr una depresión en su intersección con el acotamiento, para facilitar la entrada del agua al lavadero.

### **b Procedimiento de Ejecución**

Los lavaderos se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; solo en el talud interno de los terraplenes en curva horizontal en su parte más baja; en las partes bajas de las curvas verticales, en las secciones de corte en que se haya interceptado un escurridor natural que pase arriba de la rasante, que deba continuar drenando, y en las salidas de las obras menores de drenaje que lo requieran.

A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, en los tramos en tangente los lavaderos se construirán a cada 50 metros. En ningún caso se colocarán bordillos y lavaderos en tramos sin pendiente longitudinal.

En los taludes de los cortes, los lavaderos se ubicarán de tal manera que capten el escurrimiento desde el punto superior y lo conduzcan hasta la parte inferior del corte, descargándolo a una caja amortiguadora ubicada al pie del lavadero y conectada a una cuneta o a una alcantarilla que permita el paso del escurrimiento aguas abajo.

La excavación tendrá un ancho igual al ancho exterior del lavadero y una profundidad máxima igual a la profundidad del mismo, con las paredes correctamente perfiladas para alojar la sección del lavadero, prolongando la excavación hasta interceptar la superficie del acotamiento.

Si se emplean secciones de lámina corrugada de acero, la excavación se realizará de tal manera que se obtenga una plantilla de forma semicircular, con profundidad máxima igual al radio de la lámina empleada, prolongándola hasta interceptar el acotamiento.

El fondo de la excavación en que se asiente el lavadero estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

Los lavaderos para descargas de cunetas y contracunetas, se prolongarán hasta desfogar en el terreno natural o en la alcantarilla más cercana; la sección de lavadero se ampliará para admitir la descarga con una menor pendiente.

Como lo indique el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, una vez terminada la excavación, se revestirá el canal mediante un zampeado para protegerlo contra la erosión.

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

El tipo de recubrimiento, su espesor y la resistencia serán lo que establezca el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente.

En los casos en que sea necesario reducir la velocidad del agua en los lavaderos revestidos, se construirán escalones con disipadores de energía.

En el caso de lavaderos para descargas de cunetas y contracunetas que desagüen en el terreno natural, será necesario construir un dentellón en el extremo de la descarga para evitar la erosión remontante, así como un delantal de protección hecho con fragmentos de roca, según lo indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente.

Como lo indique el proyecto o lo apruebe la Autoridad Correspondiente, una vez terminada la excavación, se colocarán láminas corrugadas de acero para proteger el lavadero contra la erosión. La colocación de las láminas se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba. Las piezas se colocarán de manera que en sus traslapes, el extremo de la lámina a la que le corresponda la parte superior del traslape, quede aguas arriba. El sistema de sujeción para el ensamble de las piezas será el que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente.

Como lo establezca el proyecto o b apruebe la Autoridad Correspondiente, se construirán anclajes intermedios en los lavaderos, con separación entre 3 y 5 metros, unidos por medio del colado monolítico con acero de refuerzo, o pijas especiales en el caso de láminas.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, la unión del lavadero con el bordillo se hará en forma de arco o mediante una transición de 45 grados con respecto al eje del lavadero y abanicos en la intersección del lavadero con el acotamiento que tengan pendiente de manera que se permita encauzar el agua rápidamente a la entrada del lavadero.

### **c Unidad de Medida**

Cuando la construcción de lavaderos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro terminado de lavadero, medido sobre el eje longitudinal del mismo, según su tipo.

## **T.13 BORDILLOS**

### **a Definición y clasificación**

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona de la vialidad, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión a los taludes de los terraplenes que estén conformados por material erosionable. Los bordillos pueden ser de concreto hidráulico, concreto asfáltico o de suelo-cemento. En todos los casos se considerarán obras provisionales en tanto el talud se vejete y se proteja por sí mismo o sea protegido mediante otro procedimiento, momento en que deben ser removidos y retirados a juicio de la Autoridad Correspondiente.

### **b Procedimiento de Ejecución**

Los bordillos sólo se construirán en los terraplenes mayores de 1.5 metros de altura, conforme las dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

Los bordillos se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, sólo en el acotamiento interno de los terraplenes en curva horizontal y en la zona de terraplén de las secciones de corte en balcón. Se colocarán en el lado exterior del acotamiento y a una distancia de 20 centímetros del hombro de la vialidad. No se construirán bordillos y lavaderos en tramos de vialidad sin pendiente longitudinal.

En los tramos en tangente se dejará un espacio libre para la descarga del escurrimiento hacia los lavaderos ubicados a una distancia de 50 metros como máximo, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, los bordillos tendrán forma trapezoidal con base inferior de 16 centímetros, base superior de 8 centímetros y altura de 12 centímetros.

Los bordillos se colocarán considerando para cada tipo, lo siguiente:

- Bordillos de concreto hidráulico:
  - Los bordillos de concreto hidráulico simple tendrán la resistencia establecida en el proyecto.
  - Cuando los bordillos sean colados en el sitio, se utilizarán moldes rígidos sobre el terreno, colocando varillas a cada metro de tal manera que permanezcan anclados al terreno natural.
  - Cuando se empleen elementos precolados, el proyecto indicará el procedimiento de fabricación, colocación, tipo de anclaje y tratamiento de las juntas.
  - A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, cuando la colocación del bordillo se realice mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada, el bordillo se anclará al terreno natural con varillas colocadas a cada metro.
  - Los bordillos de concreto hidráulico colados en el lugar, deben curarse de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.
  
- Bordillos de concreto asfáltico:
  - Los bordillos de concreto asfáltico se construirán utilizando los materiales y el procedimiento indicado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.
  - Cuando los bordillos sean colados utilizando molde en el sitio, se utilizarán moldes colocados verticalmente o con un talud de 1/3 : 1, rellenándose con el concreto asfáltico en capas de 6 centímetros de espesor ligeramente apisonadas.
  - Cuando la colocación del bordillo se realice mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada, para lograr una consistencia estructural adecuada, se vigilará la velocidad de avance de la máquina y el control de la temperatura, la cual será de 130 grados Celsius, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente.
  
- Bordillos de suelo-cemento:
  - Los bordillos de suelo-cemento se elaborarán con el proporcionamiento indicado en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente y se construirán mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada. Para lograr una consistencia estructural adecuada, se tendrá especial cuidado en el control de la velocidad de avance de la máquina.

### **c Unidad de Medida**

Cuando la construcción de bordillos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato tomando como unidad de medida el metro de bordillo terminado, según su tipo.

## **T.14 VADOS**

### **a Definición y clasificación**

Los vados son las obras que se construyen en las zonas de cruce de la vialidad con un cauce, para permitir el paso del agua sobre la superficie de rodamiento. Según el régimen de la corriente, los vados pueden ser:

- Vados monolíticos. Los vados monolíticos son los que se construyen a nivel del cauce, cuando el arroyo por cruzar tiene escurrimientos sólo durante la temporada de lluvias normales, que producen tirantes de hasta 40 centímetros.

- Puentes vado. Los puentes vado son los que se construyen mediante tubos o cajones de concreto hidráulico en cauces que presentan un gasto pequeño en forma permanente. Funcionan como alcantarillas conservando seca la superficie de rodamiento hasta el momento en que el gasto excede la capacidad de los tubos, funcionando entonces como vado.

#### **b Procedimiento de Ejecución**

El vado se ubicará en el punto más amplio del cauce debiendo coincidir su eje longitudinal con el eje de la vialidad en sus extremos y una rasante horizontal conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.

En el caso de puentes vado, la rasante del tramo que aloje los tubos o cajones de concreto hidráulico quedará ubicada según lo establecido en el proyecto o indicado por la Autoridad Correspondiente.

Cuando se contemple en el proyecto la construcción de un pavimento como superficie de rodamiento, el vado se construirá cuando esté seco el cauce en la zona de cruce, realizando, en su caso, las obras necesarias para el desvío temporal del flujo.

La superficie de rodamiento se construirá con las características y dimensiones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Autoridad Correspondiente.

Cuando la superficie de rodamiento sea de mampostería, se colocará sobre la terracería construida para conformar el cauce, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente.

Cuando la superficie de rodamiento sea de concreto hidráulico, se construirá considerando lo indicado en el apartado correspondiente a: "Superficies de Rodamiento para Pavimentos Rígidos", de estas Normas Técnicas.

Se construirán dentellones para evitar la socavación y destrucción del cuerpo del pavimento aguas arriba y aguas abajo del cruce del arroyo con la vialidad, de acuerdo con lo que establezca el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente. Los dentellones se ubicarán en la posición que se indique, adyacente a la superficie de rodamiento o en la zona de ceros del terraplén.

Salvo que el proyecto o la Autoridad Correspondiente indiquen otra cosa, cuando el vado se ubique en un terraplén construido con material erosionable, se revestirán los taludes mediante un zampeado. Al pie del talud ubicado aguas abajo se construirá un dentellón para evitar la erosión remontante.

Los puentes vado se construirán con los materiales y dimensiones que indique el proyecto o apruebe la Autoridad Correspondiente, considerando además que:

- Cuando se utilicen tubos de lámina corrugada de acero, su interior se protegerá cubriendo los valles y las crestas de las corrugaciones con mortero asfáltico o hidráulico, dejando una superficie tersa y resistente.
- En terreno constituido por material abrasivo, los tubos o arcos de lámina de acero galvanizado contarán con un recubrimiento de doble capa de cemento asfáltico, del tipo oxidado.

- El acostillado de los tubos se efectuará bajo los costados y alrededor de los tubos, acomodando y compactando el material de relleno en forma simétrica a ambos lados de los tubos, mediante uno de los procedimientos que enseguida se mencionan, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente.
  - Podrá colocarse el material de relleno en capas de 15 centímetros, hasta alcanzar un espesor de 40 centímetros sobre el lomo de los tubos, compactándolo al grado de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente.
  - Podrá efectuarse el relleno con mortero de cemento en proporción 1:5 en capas de 15 centímetros, hasta enraizar el nivel de la clave del tubo.

El talud del cuerpo de terraplén formado para alojar los tubos, se recubrirá con un zampeado de concreto hidráulico o mampostería, si el material es erosionable.

Los accesos a los vados se construirán siempre en corte. En el caso de vialidades sin pavimentar, los accesos a los vados contarán como mínimo con una capa de revestimiento de 15 centímetros de espesor.

Los indicadores para señalar el nivel de agua en los vados, serán reglas y tubos guía.

A fin de tener una sección constante en el cruce con la vialidad, se conformará el cauce en una longitud mínima de 50 metros aguas arriba y aguas abajo del vado.

### **c Unidad de Medida**

Cuando la construcción de vados se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, la medición para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, se efectuará tomando en cuenta lo siguiente:

- La excavación se medirá tomando como unidad el metro cúbico excavado, para cada tipo de material que considere el proyecto.
- El relleno se medirá tomando como unidad el metro cúbico de relleno compactado, para cada material y espesor indicados en el proyecto.
- El zampeado para el talud del cuerpo del terraplén y para la superficie de rodamiento, se medirá tomando como unidad el metro cúbico de zampeado terminado, según su tipo.
- La alcantarilla de lámina corrugada de acero o tubular de concreto se medirá tomando como unidad el metro de alcantarilla terminada, según su tipo.
- El revestimiento de los accesos al vado se medirá tomando como unidad el metro cúbico de revestimiento terminado, según su tipo.
- Las reglas y tubos guía se medirán tomando como unidad el tubo guía instalado y terminado, con o sin reglas, según su tipo.
- La carpeta de concreto hidráulico se medirá tomando como unidad de medida el metro cuadrado para un espesor determinado o el metro cúbico terminado como superficie de rodamiento, según se establezca en el catálogo de conceptos correspondiente.
- Los dentellones se medirán tomando como unidad el metro lineal o el metro cúbico de concreto colocado y terminado o de mampostería terminada con sección establecida.

## **T.15 REVESTIMIENTO DE CANALES**

### **a Definición**

El revestimiento de canales consiste en el recubrimiento con mampostería, suelo-cemento, concreto hidráulico, concreto lanzado, concreto asfáltico, especies vegetales, mallas

vegetables o mallas geosintéticas, entre otros materiales, que se construye con el fin de proteger la superficie del canal contra la erosión.

#### **b Procedimiento de Ejecución**

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Autoridad Correspondiente, inmediatamente antes de la construcción del revestimiento, toda la superficie por recubrir estará afinada, compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Autoridad Correspondiente, sin material contaminado, exenta de materias extrañas, polvo o grasa y rellenas todas las oquedades producto de la excavación, que sean imputables al Constructor y que estén fuera de las tolerancias de proyecto para la excavación del canal. No se permitirá el recubrimiento sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Autoridad Correspondiente.

Las operaciones de limpieza se llevarán a cabo de manera tal que los materiales sobre la superficie por revestir no se aflojen, agrieten o fragmenten.

En el caso de revestimientos con concreto hidráulico colado en el lugar o lanzado, la superficie por recubrir se mantendrá húmeda desde el momento en que se termine la limpieza, hasta la colocación del concreto.

Cuando el proyecto lo establezca o la Autoridad Correspondiente lo apruebe, la construcción del revestimiento será de mampostería, suelo-cemento, concreto hidráulico, concreto lanzado, concreto asfáltico, especies vegetales, mallas vegetales o mallas geosintéticas.

El tipo, espesor, proporciones y dosificaciones de materiales, resistencias, procedimiento constructivo y características del recubrimiento, serán establecidos en el proyecto o aprobados por la Autoridad Correspondiente.

#### **c Unidad de Medida**

Cuando el revestimiento de canales se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, la medición para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, se efectuará tomando en cuenta lo siguiente:

- El revestimiento de mampostería o suelo-cemento se medirá tomando como unidad el metro cúbico de mampostería o suelo-cemento terminado, según su tipo.
- El revestimiento de concreto hidráulico se medirá tomando como unidad el metro cúbico de concreto hidráulico terminado, según su tipo.
- El revestimiento de concreto lanzado se medirá tomando como unidad el metro cúbico de concreto lanzado terminado, según su tipo.
- El revestimiento de concreto asfáltico se medirá tomando como unidad el metro cúbico de concreto asfáltico terminado, según su tipo.
- El revestimiento con especies vegetales, se medirá tomando como unidad el metro cuadrado de superficie cubierta con especies vegetales terminada, según su tipo.
- El revestimiento con mallas vegetales o geosintéticas, se medirá tomando como unidad el metro cuadrado de superficie cubierta con mallas vegetales o geosintéticas terminada, según su tipo.



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Vía Rapida, puente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminación: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecución: 90 días naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

Clave	Descripción	Total	2024		2025				
			Inicia	Duraci	Termina	01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar
	<b>PAVIMENTACIÓN DE CALLE SAN JORGE ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C. SONORA COL. MAGISTERIAL, DELEGACIÓN OTAY CENTENARIO, TIJUANA B.C</b>								
	<b>PRELIMINARES</b>								
1.01	Trazo y nivelación; incluye: trazo de ejes, colocación de niveles, seccionamientos, estableciendo ejes de construcción y niveles de referencia en todas las etapas de la obra, por M2 de losa + guarnición, incluye materiales, mano de obra, herramienta.	\$ 43,240.00	16/Dic/2024	20c	04/Ene/2025	\$ 36,688.48	6,551.52		
1.02	Demolición de elementos de concreto como: banquetas, guarniciones, losas, cunetas, etc.; incluye: ruptura, perfilado con disco, carga y acarreo del material producto de la demolición a distancia de 1 Km, abundamiento mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	\$ 14,039.20	16/Dic/2024	20c	04/Ene/2025	\$ 1,912.05	2,127.15		
	<b>TERRACERIAS</b>								
2.01	Excavación en corte en material tipo "B" en seco, con equipo mecánico (medido en sección), incluye: carga y acarreo al 1er km, mano de obra y equipo necesarios para su correcta ejecución.	\$ 97,934.00	30/Dic/2024*	30c	29/Ene/2025*	\$ 35,365.06	62,568.94		
2.02	Tratamiento de terreno natural, en un espesor de 20 cm. Incluye escarificado con equipo mecánico, incorporación de humedad, homogenizado, nivelación y compactación al 100% de la prueba	\$ 99,912.00	06/Ene/2025	30c	05/Feb/2025*	\$ 90,892.17	9,019.83		

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Ing. Juan Manuel Marquez Contreras

000025



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Vía Rápida poniente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA  
 B.C.

Licitación: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminación: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecución: 90 días naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

Clave	Descripción	Total	2024		2025				
			Inicia	Duraci	Termina	01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar
2.03	AASHTO Estándar. Suministro y tendido de base hidráulica de 15 cms de espesor, con valor de soporte de California CBR mínimo de 80% y equivalente de arena mínimo de 40% compactada al 100% mínimo de la prueba AASHTO Estándar. límite líquido del 25% máximo, índice plástico 6% máximo, Desgaste Los Angeles del 35% máximo. En base a la Norma SCT: N-CMT-4-02-002/04 "Materiales para bases hidráulicas" y deberá cumplir con lo indicado en la tabla 3 y 4, de la columna de hasta 1 millón de ejes equivalentes. Incluye: Compactación de la base hidráulica, compactación, rodillos y compactadores de impacto, camión de volteo, retroexcavadora mano de obra y herramienta. Así como todas las especificaciones y procedimientos de ejecución que indiquen las normas técnicas de construcción de pavimentos para Obras de Vialidades del estado de B.C., publicadas en el Periódico Oficial con fecha 21 de Octubre del 2016 No. 47.	\$ 233,523.60	09/Ene/2025	30c	08/Feb/2025*		\$ 196,224.69	\$ 37,298.91	
2.04	Acarreo del material producto de las excavaciones, cortes y demoliciones, a kilómetros subsecuentes al primero, hasta el banco de tiro autorizado por la supervisión.	\$ 346,014.00	17/Ene/2025	30c	16/Feb/2025*		\$ 225,768.00	\$ 120,246.00	
2.05	Acomodo por medios mecánico en el banco de tiro de material producto de las excavaciones y cortes, incluye: bandedo en capas y balconeo, mano de obra y equipo necesarios para su correcta ejecución.	\$ 15,829.60	22/Ene/2025	30c	21/Feb/2025*		\$ 8,684.29	\$ 7,145.31	

**PAVIMENTOS, Y GUARNICIONES**

000026

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Vía Rápida poniente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminación: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecución: 90 días naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

Clave	Descripción	Total	Inicia	Duración	Termina	2024		2025	
						01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar
3.01	Construcción de guarnición de concreto, tipo "L" de 120 lit/ml, concreto f'c = 200 Kg/cm2, TMA 3/4", incluye: trazo y nivelación, excavación y afine de la plantilla, suministro de concreto, cimbra y descimbra, colado, curado, acabado floreado fino, corte con disco, sellado con sonomerit 1, aproche con material producto de la excavación, materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución	\$ 246,140.00	26/Ene/2025	30c	24/Feb/2025			\$ 108,591.19	\$ 137,548.81
3.02	Construcción con concreto premezclado MR=38 kg/cm2 resistencia a la flexión, de 15 cm. De espesor, con sistema de rodillos, incluye: suministro de concreto hidráulico MR-38 Kg/cm2 t.m.a. 1 1/2" normal revenimiento 10+-2, cimbra, cimbrado, colado, corte con disco punta de diamante a 1/3" del espesor de la losa de 1/8" de ancho y ensanchamiento de 1/4 para el sellado con Backer Rod de 1/4", la modulación de las losas serán de 3.60 x 3.60 mts y sellado sonomerit 1, realizando el corte al inicio del proceso del fraguado del concreto, pasajuntas con varilla lisa (cold roll) de 1" de 45 cm. Longitud, con separación de 30 cm. @ 36 m, de longitud, vibrado, barras de amarre con varilla corrugada de 1/2" de diámetro de 60 cm de longitud, espaciadas @ 60 cm, barras de amarre en empate con losas existente, con varilla corrugada de 1/2" de diámetro de 60 cm de longitud, espaciadas @ 50 cm, con perforación hasta una profundidad de 30 cms, habilitado de acero, acabado rayado longitudinal, curado con curacreto base agua, descimbrado, colocación de plástico superficial de 6mm de espesor sobre todo el área de colado durante las primeras 8 horas de fraguado para su posterior retiro.	\$ 1'928,304.20	08/Feb/2025	30c	09/Mar/2025			\$ 556,927.10	\$ 371,377.10
						<b>GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV</b>			

000027

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Via Rapida puente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA. COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA  
 B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

Clave	Descripción	Total	Inicia	Duraci	Termina	2024			2025		
						01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb
3.03	Construcción de dentellón de concreto MR= 38 Kg/cm2 de 60 lit/ml. Incluye todos los suministros, excavación, afine, colado, vibrado y todo lo necesario para su correcta ejecución.	\$ 11,080.60	08/Feb/2025	30c	10/Mar/2025*			\$ 8,700.33	\$	2,380.27	
4.01	<b>ALBAÑILERIA</b> Renivelación de caja de válvulas, incluye: demolición de losa tapa existente, retiro de brocal y tapa de fierro fundido, suministro y colocación de concreto f'c=250 kg/cm2, colocación de brocal y tapa de fierro fundido, juntas frías y curado, retiro de escombros a banco de tiro y limpieza de la zona de trabajo según proyecto, enrase de muro block de 20 cm de espesor asentado con mezcla mortero-arena 1:5, aplonado interior floatado a base de mezcla mortero-arena 1:3, en una sección cuadrada de 1.50 x 1.50 x (0.20 a 0.60mts) de profundidad	\$ 22,525.74	08/Feb/2025	30c	09/Mar/2025			\$ 18,187.47	\$	4,338.27	
4.02	Renivelación de pozo de visita, incluye: enrase de muro de tabique, asentado con mezcla mortero-arena 1:5, aplonado interior floatado a base de mezcla mortero-arena 1:3, colocación de brocal y tapa de fierro fundido, colado de anillo de concreto f'c=200 kg/cm2 de 20 cm de espesor armado con 3 varillas de 3/8", y estribos de 1/4" @ 15 cm.; incluye: excavación a mano para ubicación de pozo en una sección circular de 2.00 x (0.20 a 0.60mts) de profundidad, relleno y compactación con material producto de la excavación, limpieza del área de trabajo, materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	\$ 17,384.84	08/Feb/2025	30c	09/Mar/2025			\$ 14,036.67	\$	3,348.17	

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras

000028



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Vía Rapida poniente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminación: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecución: 90 días naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMEMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

Clave	Descripción	Total	Inicia	Duración	Termina	2024		2025	
						01 Dic-31	01 Dic-31	01 Ene-31	01 Ene-31
5.01	<b>SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL</b> Suministro e instalación de señalamiento restrictivo, tipo SR-6 (ALTO), con dimensiones de 30 cm cada lado, colado en poste galvanizado cuadrado de 2x2" perforado calibre 14 y lamina de calibre 16, fijado con tornillos anti vandálicos, incluye: excavación, fabricación de base de concreto f'c 150 kg / cm2 de 30x 50 cms. el señalamiento deberá cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la S.C.T.	\$ 8,382.40	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025				\$ 8,382.40
5.02	Suministro e instalación de señalamiento restrictivo, tipo SR-09 (Limite de Velocidad 40 km/h), con dimensiones de 86x86 cms cada lado, colado en poste galvanizado cuadrado de 2x2" perforado calibre 14 y lamina de calibre 16, fijado con tornillos anti vandálicos, incluye: excavación, fabricación de base de concreto f'c 150 kg / cm2 de 30x 50 cms. el señalamiento deberá cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la S.C.T.	\$ 8,382.40	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025				\$ 8,382.40
5.03	Suministro y aplicación de pintado de rayas en alto de color blanco con 40 cms de ancho, a base de pintura termoplástica color blanco reflejante, certificada por la S.C.T norma N-CMT-5-01-001/13, para señalamiento de tráfico marca Comex ó similar, aplicación con equipo mecánico en una capa de 3 mm en una sola capa, calentamiento uniforme y continuo a una temperatura de 190° a 210° y agitarlo adecuadamente, antes de su aplicación la superficie deberá estar libre de todo tipo de contaminante ( polvo, partes sueltas de sustrato: pintura vieja, grava	\$ 11,322.80	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025				\$ 11,322.80
<b>GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV</b>									

000029

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras





**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Via Rápida puente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitación: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminación: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecución: 90 días naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

Clave	Descripción	Total	2024		2025				
			Inicia	Duraci	Termina	01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar
5.05	SCT2-2011 Y 2016. Suministro y colocación de vialeta reflejante de una cara color blanco con dimensiones de 10x10x2 cm, colocadas sobre acotamiento interno a cada 15 m, adherida al pavimento con epóxico, incluye: limpieza, pre marcado, colocación, materiales, mano de obra, limpieza del área de trabajo y equipo necesarios para su correcta ejecución.	\$ 1,285.80	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025				\$ 1,285.80
5.06	Suministro y colocación de vialeta reflejante de una cara color amarilla con dimensiones de 10x10x2 cm, colocadas sobre acotamiento interno a cada 15 m, adherida al pavimento con epóxico, incluye: limpieza, pre marcado, colocación, materiales, mano de obra, limpieza del área de trabajo y equipo necesarios para su correcta ejecución.	\$ 1,285.80	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025				\$ 1,285.80
6.01	<b>LIMPIEZA DE OBRA TERMINADA.</b> Limpieza de obra terminada; incluye: retiros, barrido y regado, limpieza del material excedente, basura, etc.	\$ 34,523.00	06/Mar/2025	10c	15/Mar/2025				\$ 34,523.00
<b>TOTAL PARCIAL:</b>		\$ 3'152,833.98				\$ 83,965.59	\$ 701,407.95	\$ 1'909,110.43	\$ 458,350.01
<b>TOTAL ACUMULADO:</b>						\$ 83,965.59	\$ 785,373.54	\$ 2'694,483.97	\$ 3'152,833.98
<b>% PARCIAL:</b>						2.66%	22.25%	60.55%	14.54%
<b>% ACUMULADO:</b>						2.66%	24.91%	85.46%	100.00%

000031

*[Firma]*  
 Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Vía Rapida poniente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminación: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 días naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS (CANTIDADES)**

Clave	Descripción	Cantidad programada	Inicia	Durat	Termina	2024			2025		
						01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar		
<b>PAVIMENTACIÓN DE CALLE SAN JORGE ENTRE C. CUAUHEMOC Y C. SONORA COL. MAGISTERIAL, DELEGACIÓN OTAY CENTENARIO, TIJUANA B.C</b>											
<b>PRELIMINARES</b>											
1.01	Trazo y nivelación; incluye: trazo de ejes, colocación de niveles, seccionamientos, estableciendo ejes de construcción y niveles de referencia en todas las etapas de la obra, por M2 de losa + guarnición, incluye materiales, mano de obra, herramienta.	2300.00	16/Dic/2024	20c	04/Ene/2025	1,951.51	348.48				
1.02	Demolición de elementos de concreto como: banquetas, guarniciones, losas, cunetas, etc.; incluye: ruptura, perfilado con disco, carga y acarreo del material producto de la demolición a distancia de 1 Km, abundamiento mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	20.00	16/Dic/2024	20c	04/Ene/2025	16.96	3.03				
2.01	Excavación en corte en material tipo "B" en seco, con equipo mecánico (medido en sección); incluye: carga y acarreo al 1er km, mano de obra y equipo necesarios para su correcta ejecución.	920.00	30/Dic/2024*	30c	29/Ene/2025*	332.22	587.77				
2.02	Tratamiento de terreno natural, en un espesor de 20 cm. Incluye escarificado con equipo mecánico, incorporación de humedad, homogenizado,	2300.00	06/Ene/2025*	30c	05/Feb/2025*		2,092.36	207.63			
<b>GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV</b>											

000032

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Vía Rápida poniente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminación: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecución: 90 días naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS (CANTIDADES)**

Clave	Descripción	Cantidad programada	Inicia	Durat	Termina	2024			2025			
						01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar
2.03	nivelación y compactación al 100% de la prueba AASHTO Estándar.  Suministro y tendido de base hidráulica de 15 cms de espesor, con valor de soporte de California CBR mínimo de 80% y equivalente de arena mínimo de 40% compactada al 100% mínimo de la prueba AASHTO Estándar, límite líquido del 25% máximo, índice plástico 6% máximo, Desgaste Los Angeles del 35% máximo. En base a la Norma SCT: N-CMT-4-02-002/04 "Materiales para bases hidráulicas" y deberá cumplir con lo indicado en la tabla 3 y 4, de la columna de hasta 1 millón de ejes equivalentes. Incluye: Compactación de la base hidráulica, compactación, rodillos y compactadores de impacto, camión de volteo, retroexcavadora mano de obra y herramienta. Así como todas las especificaciones y procedimientos de ejecución que indiquen las normas técnicas de construcción de pavimentos para Obras de Vialidades del estado de B.C., publicadas en el Periódico Oficial con fecha 21 de Octubre del 2016 No. 47.	345.00	09/Ene/2025*	30c	08/Feb/2025*				289.89	55.10		
2.04	Acarreo del material producto de las excavaciones, cortes y demoliciones, a kilómetros subsecuentes al primero, hasta el banco de tiro autorizado por la supervisión.	28200.00	17/Ene/2025*	30c	16/Feb/2025*				18,400.00	9,800.00		
2.05	Acomodo por medios mecánico en el banco de tiro de material producto de las excavaciones y cortes, incluye: bandedo en capas y balcaneo, mano de obra y equipo necesarios para su correcta ejecución.	940.00	22/Ene/2025*	30c	21/Feb/2025*				515.69	424.30		

000033

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV

*[Firma]*  
 Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS (CANTIDADES)**

Clave	Descripción	Cantidad programada	2024		2025		
			Inicia	Termina	01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb
<b>PAVIMENTOS, Y GUARNICIONES</b>							
3.01	Construcción de guarnición de concreto, tipo "L" de 120 lit/mi, concreto f'c = 200 Kg/cm2, TMA 3/4", incluye: trazo y nivelación, excavación y afine de la plantilla, suministro de concreto, cimbra y descimbra, colado, curado, acabado floreado fino, corte con disco, sellado con sonomeric 1, aproche con material producto de la excavación, materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución	400.00	26/Ene/2025	30c	24/Feb/2025	176.46	223.52
3.02	Construcción con concreto premezclado MR=38 kg/cm2 resistencia a la flexión, de 15 cm. De espesor, con sistema de rodillos, incluye: suministro de concreto hidráulico MR-38 kg/cm2 t.m.a. 1 1/2" normal revenimiento 10+-2, cimbra, cimbrado, colado, corte con disco punta de diamante a 1/3" del espesor de la losa de 1/8" de ancho y ensanchamiento de 1/4 para el sellado con Backer Rod de 1/4", la modulación de las losas serán de 3.60 x 3.60 mts y sellado sonomeric 1, realizando el corte al inicio del proceso del fraguado del concreto, pasajuntas con varilla lisa (cold roll) de 1" de 46 cm. Longitud, con separación de 30 cm. @ 36 m, de longitud, vibrado, barras de amarre con varilla corrugada de 1/2" de diámetro de 60 cm de longitud, espaciadas @ 60 cm, barras de amarre en empate con losas existente, con varilla corrugada de 1/2" de diámetro de 60 cm de longitud, espaciadas @ 50 cm, con perforación hasta una profundidad de 30 cms, habilitado de aceito, acabado rayado longitudinal, curado con curaceto base agua, descimbrado, colocación de plástico superficial de 6mm de espesor sobre todo	2060.00	08/Feb/2025	30c	09/Mar/2025	1.663.25	396.74
							<b>GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV</b>

0034

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Vía Rapida puente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA  
 B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS (CANTIDADES)**

Clave	Descripción	Cantidad programada	Inicia	Duración	Termina	2024			2025		
						01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb
3.03	<p>el área de colado durante las primeras 8 horas de fraguado para su posterior retiro.</p> <p>Construcción de dentellón de concreto MR= 38 Kg/cm2 de 60 lt/ml. Incluye todos los suministros, excavación, afine, colado, vibrado y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>	20.00	08/Feb/2025*	30c	10/Mar/2025*			15.69			4.29
4.01	<p><b>ALBAÑILERIA</b></p> <p>Renivelación de caja de válvulas, incluye: demolición de losa tapa existente, retiro de brocal y tapa de fierro fundido, suministro y colocación de concreto f'c=250 kg/cm2, colocación de brocal y tapa de fierro fundido, juntas frías y curado, retiro de escombros a banco de tiro y limpieza de la zona de trabajo según proyecto, enrase de muro block de 20 cm de espesor asentado con mezcla mortero-arena 1:5, aplanado interior floteado a base de mezcla mortero-arena 1:3 en una sección cuadrada de 1.50 x 1.50 x (0.20 a 0.60mts) de profundidad</p>	2.00	08/Feb/2025	30c	09/Mar/2025			1.60			0.38
4.02	<p>Renivelación de pozo de visita, incluye: enrase de muro de tabique, asentado con mezcla mortero-arena 1:5, aplanado interior floteado a base de mezcla mortero-arena 1:3, colocación de brocal y tapa de fierro fundido, colado de anillo de concreto f'c=200 kg/cm2 de 20 cm de espesor armado con 3 varillas de 3/8", y estribos de 1/4" @ 15 cm.; incluye: excavación a mano para ubicación de pozo en una sección circular de 2.00 x (0.20 a 0.60mts) de profundidad, relleno y compactación con material producto de la excavación, limpieza</p>	2.00	08/Feb/2025	30c	09/Mar/2025			1.60			0.38

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV

0035

Ing. Juan Manuel Márquez Contreras



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMEMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS DE LOS TRABAJOS (CANTIDADES)**

Clave	Descripción	Cantidad programada	Inicia	Dura	Termina	2024			2025			
						01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar			
	del área de trabajo, materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.											
<b>SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL</b>												
5.01	Suministro e instalación de señalamiento restrictivo tipo SR-6 (ALTO), con dimensiones de 30 cm cada lado, colado en poste galvanizado cuadrado de 2x2" perforado calibre 14 y lamina de calibre 16, fijado con tornillos anti vandálicos, incluye: excavación, fabricación de base de concreto f.c 150 kg / cm2 de 30x 50 cms. el señalamiento deberá cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la S.C.T.	2.00	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025							2.00
5.02	Suministro e instalación de señalamiento restrictivo tipo SR-09 (Limite de Velocidad 40 km/h), con dimensiones de 86x86 cms cada lado, colado en poste galvanizado cuadrado de 2x2" perforado calibre 14 y lamina de calibre 16, fijado con tornillos anti vandálicos, incluye: excavación, fabricación de base de concreto f.c 150 kg / cm2 de 30x 50 cms. el señalamiento deberá cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la S.C.T.	2.00	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025							2.00
5.03	Suministro y aplicación de pintado de rayas en alto de color blanco con 40 cms de ancho, a base de pintura termoplástica color blanco reflejante, certificada por la S.C.T norma N-CMT-5-01-001/13.	40.00	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025							40.00

*[Signature]*  
 Ing. Juan Manuel Marquez Contreras

000036



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Via Rapida puente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS (CANTIDADES)**

Clave	Descripción	Cantidad programada	Inicia	Dura	Termina	2024		2025	
						01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar
5.04	para señalamiento de trafico marca Comex ó similar, aplicación con equipo mecánico en una capa de 3 mm en una sola capa, calentamiento uniforme y continuo a una temperatura de 190° a 210° y agitarlo adecuadamente, antes de su aplicación la superficie debera estar libre de todo tipo de contaminante ( polvo, partes sueltas de sustrato: pintura vieja, grava suelta ), la superficie debera estar completamente seca, evitar aplicar sobre superficies mojadas o húmedas, limpiar con equipo de soplado de alta presión, previo a la aplicación de debera considerar 1 capa de sellador primario para garantizar la perfecta adherencia. Incluir: materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución, según el manual de dispositivos para control del tránsito en vialidades del Estado de Baja California y en general a lo establecido en la norma oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 Y 2016.	150.00	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025				150.00
<b>GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV</b>									

000037

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 16 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS (CANTIDADES)**

Clave	Descripción	Cantidad programada	Inicia	Dura	Termina	2024			2025			
						01 Dic-31 Dic	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar	01 Ene-31 Ene	01 Feb-28 Feb	01 Mar-31 Mar
5.05	superficies mojadas o húmedas, limpiar con equipo de soplado de alta presión, previo a la aplicación de debera considerar 1 capa de sellador primario para garantizar la perfecta adherencia. Incluir: materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución, según el manual de dispositivos para control del tránsito en vialidades del Estado de Baja California y en general a lo establecido en la norma oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 Y 2016.	15.00	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025							15.00
5.06	Suministro y colocación de vialeta reflejante de una cara color amarilla con dimensiones de10x10x2 cm, colocadas sobre acotamiento interno a cada 15 m, adherida al pavimento con epóxico, incluye: limpieza, pre marcado, colocación, materiales, mano de obra, limpieza del área de trabajo y equipo necesarios para su correcta ejecución.	15.00	01/Mar/2025	15c	15/Mar/2025							15.00
6.01	<b>LIMPIEZA DE OBRA TERMINADA.</b> Limpieza de obra terminada; incluye: retiros, barrido y regado, limpieza del material excedente, basura, etc.	2300.00	06/Mar/2025	10c	15/Mar/2025							2,300.00

000038

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 1.02

Demolición de elementos de concreto como: banquetas, guarniciones, losas, cunetas, etc.: incluye: ruptura, perfilado con disco, carga y acarreo del material producto de la demolición a distancia de 1 Km, abundamiento mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Unidad : M3  
Cantidad : 20.00  
Precio unitario : \$ 701.96  
Total : \$ 14,039.20

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	10-136	Disco p/corte punta de diamante 1/8"	pieza	0.00224	\$ 5,850.00	\$ 13.10
	01-003	Agua	m3	0.01000	\$ 70.00	\$ 0.70
<b>Total de Materiales</b>						\$ 13.80
<b>Mano de Obra</b>						
	15-005	Ayudante	jor	0.10000	\$ 658.48	\$ 65.85
<b>Total de Mano de Obra</b>						\$ 65.85
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 65.85	\$ 1.98
<b>Total de Herramienta</b>						\$ 1.98
<b>Equipo</b>						
	F 14-370	Retroexcavadora Case 580	hora	0.30000	\$ 802.59	\$ 240.78
	F 14-055	Cortadora de disco	hora	0.20000	\$ 62.79	\$ 12.56
	F 14-371	Martillo hidraulico para Retroexcavadora	hora	0.30000	\$ 496.39	\$ 148.92
	F 14-035	Camion volteo cap. 12 m3	hora	0.08333	\$ 887.76	\$ 73.98
<b>Total de Equipo</b>						\$ 476.24

Costo Directo	\$	557.87
Indirectos ( 2.88%)	\$	16.07
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	55.68
Subtotal	\$	629.62
Financiamiento ( 0.85%)	\$	5.35
Subtotal	\$	634.97
Utilidad ( 10.00%)	\$	63.50
Subtotal	\$	698.47
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	3.49

Precio Unitario \$ 701.96

\*\* SETECIENTOS UN PESOS 96/100 M.N. \*\*

000068



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 2.01

Excavación en corte en material tipo "B" en seco, con equipo mecánico (medido en sección), incluye:  
 carga y acarreo al 1er km, mano de obra y equipo necesarios para su correcta ejecución.

Unidad : M3  
 Cantidad : 920.00  
 Precio unitario : \$ 106.45  
 Total : \$ 97,934.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Mano de Obra</b>						
	15-005	Ayudante	jor	0.00652	\$ 658.48	\$ 4.29
<b>Total de Mano de Obra</b>						\$ 4.29
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 4.29	\$ 0.13
<b>Total de Herramienta</b>						\$ 0.13
<b>Equipo</b>						
	H 14-380	Excavadora de Urugas	hora	0.04000	\$ 1,388.05	\$ 55.52
	H 14-035	Camion volteo cap. 12 m3	hora	0.02778	\$ 887.76	\$ 24.66
<b>Total de Equipo</b>						\$ 80.18

Costo Directo	\$	84.60
Indirectos ( 2.88%)	\$	2.44
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	8.44
Subtotal	\$	95.48
Financiamiento ( 0.85%)	\$	0.81
Subtotal	\$	96.29
Utilidad ( 10.00%)	\$	9.63
Subtotal	\$	105.92
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	0.53
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$</b>	<b>106.45</b>

**\*\* CIENTO SEIS PESOS 45/100 M.N. \*\***

000069



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 2.02

Tratamiento de terreno natural, en un espesor de 20 cm. Incluye escarificado con equipo mecánico, incorporación de humedad, homogenizado, nivelación y compactación al 100% de la prueba AASHTO Estándar.

Unidad : M2  
Cantidad : 2,300.00  
Precio unitario : \$ 43.44  
Total : \$ 99,912.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	01-003	Agua	m3	0.02600	\$ 70.00	\$ 1.82
<b>Total de Materiales</b>						\$ 1.82
<b>Mano de Obra</b>						
	15-005	Ayudante	jor	0.00174	\$ 658.48	\$ 1.15
<b>Total de Mano de Obra</b>						\$ 1.15
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 1.15	\$ 0.03
<b>Total de Herramienta</b>						\$ 0.03
<b>Equipo</b>						
	F 14-365	Motoconformadora	hora	0.01667	\$ 1,472.18	\$ 24.54
	F 14-505	Compactador Pata de Cabra	hora	0.00833	\$ 764.76	\$ 6.37
	F 14-032	Camion pipa	hora	0.00100	\$ 613.83	\$ 0.61
<b>Total de Equipo</b>						\$ 31.52

Costo Directo	\$	34.52
Indirectos ( 2.88%)	\$	0.99
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	3.45
Subtotal	\$	38.96
Financiamiento ( 0.85%)	\$	0.33
Subtotal	\$	39.29
Utilidad ( 10.00%)	\$	3.93
Subtotal	\$	43.22
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	0.22
Precio Unitario	\$	43.44

\*\* CUARENTA Y TRES PESOS 44/100 M.N. \*\*

000070



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 2.03

Suministro y tendido de base hidráulica de 15 cms de espesor, con valor de soporte de California CBR mínimo de 80% y equivalente de arena mínimo de 40% compactada al 100% mínimo de la prueba AASHTO Estándar, límite líquido del 25% máximo, índice plástico 6% máximo, Desgaste Los Angeles del 35% máximo. En base a la Norma SCT: N-CMT-4-02-002/04 "Materiales para bases hidráulicas" y deberá cumplir con lo indicado en la tabla 3 y 4, de la columna de hasta 1 millón de ejes equivalentes. Incluye: Compactación de la base hidráulica, compactación, rodillos y compactadores de impacto, camión de volteo, retroexcavadora mano de obra y herramienta. Así como todas las especificaciones y procedimientos de ejecución que indiquen las normas técnicas de construcción de pavimentos para Obras de Vialidades del estado de B.C., publicadas en el Periódico Oficial con fecha 21 de Octubre del 2016 No. 47.

Unidad : M3  
 Cantidad : 345.00  
 Precio unitario : \$ 676.88  
 Total : \$ 233,523.60

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	01-046	Base Hidraulica TMA 1 1/12"	m3	1.30000	\$ 165.00	\$ 214.50
	01-003	Agua	m3	0.13000	\$ 70.00	\$ 9.10
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$ 223.60</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-005	Ayudante	jor	0.00290	\$ 658.48	\$ 1.91
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$ 1.91</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 1.91	\$ 0.06
<b>Total de Herramienta</b>						<b>\$ 0.06</b>
<b>Equipo</b>						
	H 14-365	Motoconformadora	hora	0.04167	\$ 1,472.18	\$ 61.35
	H 14-032	Camion pipa	hora	0.02500	\$ 613.83	\$ 15.35
	H 14-900	Vibrocompactador Ingram	hora	0.02500	\$ 724.57	\$ 18.11
	H 14-035	Camion volteo cap. 12 m3	hora	0.23000	\$ 887.76	\$ 204.18
	H 14-370	Retroexcavadora Case 580	hora	0.01667	\$ 802.59	\$ 13.38
<b>Total de Equipo</b>						<b>\$ 312.37</b>

Costo Directo	\$	537.94
Indirectos ( 2.88%)	\$	15.49
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	53.69
<b>Subtotal</b>	<b>\$</b>	<b>607.12</b>
Financiamiento ( 0.85%)	\$	5.16
<b>Subtotal</b>	<b>\$</b>	<b>612.28</b>
Utilidad ( 10.00%)	\$	61.23
<b>Subtotal</b>	<b>\$</b>	<b>673.51</b>
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	3.37

Precio Unitario \$ 676.88

\*\* SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS PESOS 88/100 M.N. \*\*

000071



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Vía Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 2.04

Acarreo del material producto de las excavaciones, cortes y demoliciones, a kilómetros subsecuentes al primero, hasta el banco de tiro autorizado por la supervisión.

Unidad: M3/KM  
 Cantidad: 28,200.00  
 Precio unitario: \$ 12.27  
 Total: \$ 346,014.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Equipo</b>						
F	14-035	Camion volteo cap. 12 m3	hora	0.01099	\$ 887.76	\$ 9.76
<b>Total de Equipo</b>						\$ 9.76

Costo Directo	\$	9.76
Indirectos ( 2.88%)	\$	0.28
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	0.97
Subtotal	\$	11.01
Financiamiento ( 0.85%)	\$	0.09
Subtotal	\$	11.10
Utilidad ( 10.00%)	\$	1.11
Subtotal	\$	12.21
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	0.06
Precio Unitario	\$	12.27

\*\* DOCE PESOS 27/100 M.N. \*\*

000072



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 2.05

Acomodo por medios mecánico en el banco de tiro de material producto de las excavaciones y cortes, incluye: bandeado en capas y balconeado, mano de obra y equipo necesarios para su correcta ejecución.

Unidad : M3  
 Cantidad : 940.00  
 Precio unitario : \$ 16.84  
 Total : \$ 15,829.60

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Equipo</b>						
H	14-370	Retroexcavadora Case 580	hora	0.01667	\$ 802.59	\$ 13.38
<b>Total de Equipo</b>						<b>\$ 13.38</b>

Costo Directo	\$	13.38
Indirectos ( 2.88%)	\$	0.39
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	1.34
Subtotal	\$	15.11
Financiamiento ( 0.85%)	\$	0.13
Subtotal	\$	15.24
Utilidad ( 10.00%)	\$	1.52
Subtotal	\$	16.76
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	0.08
Precio Unitario	\$	16.84

\*\* DIECISEIS PESOS 84/100 M.N. \*\*

000073



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Vía Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 3.01

Construcción de guarnición de concreto, tipo "L" de 120 lt/ml, concreto f'c = 200 Kg/cm<sup>2</sup>, TMA 3/4", incluye: trazo y nivelación, excavación y afine de la plantilla, suministro de concreto, cimbra y descimbra, colado, curado, acabado floteado fino, corte con disco, sellado con sonomeric 1, aporche con material producto de la excavación, materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución

Unidad : ML  
 Cantidad : 400.00  
 Precio unitario : \$ 615.35  
 Total : \$ 246,140.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	10-180	Sellador sonomeric	lt	0.01833	\$ 218.63	\$ 4.01
	05-095	Cola de rata	ML	0.22000	\$ 5.50	\$ 1.21
	10-136	Disco p/corte punta de diamante 1/8"	pieza	0.00030	\$ 5,850.00	\$ 1.76
	01-060	Curacreto	lt	0.40000	\$ 16.68	\$ 6.67
	03-052	Barrote 2x8 #3	ml	0.19720	\$ 209.35	\$ 41.28
	02-107	Clavo Comun # 8 y 16 p/madera	kg	0.05000	\$ 45.00	\$ 2.25
	05-139	Desmoldante	LTS	0.06667	\$ 102.15	\$ 6.81
	06-099	Conc.prem.f'c=200kg/cm2 normalTMA 3/4"	m3	0.12600	\$ 2,600.00	\$ 327.60
	01-003	Agua	m3	0.03000	\$ 70.00	\$ 2.10
	02-861.7	Varilla para sujetar cimbra	KG	0.01000	\$ 26.50	\$ 0.27
	02-005	Alambre recocido #16	kg	0.00043	\$ 29.50	\$ 0.01
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$ 393.97</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-010	Oficial Albanil	jor	0.01667	\$ 1,165.19	\$ 19.42
	15-005	Ayudante	jor	0.01667	\$ 658.48	\$ 10.98
	15-020	Carpintero de obra negra	jor	0.01667	\$ 1,165.19	\$ 19.42
	15-005	Ayudante	jor	0.01667	\$ 658.48	\$ 10.98
	15-005	Ayudante	jor	0.02178	\$ 658.48	\$ 14.34
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$ 75.14</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 75.14	\$ 2.25
<b>Total de Herramienta</b>						<b>\$ 2.25</b>
<b>Equipo</b>						
	F 14-055	Cortadora de disco	hora	0.10000	\$ 62.79	\$ 6.28
	F 14-910	Vibrador GASOLINA	hora	0.05000	\$ 67.37	\$ 3.37
	F 14-370	Retroexcavadora Case 580	hora	0.01000	\$ 802.59	\$ 8.03
	F 14-960	planta generadora de energia 5000w	hora	0.00010	\$ 75.92	\$ 0.01
<b>Total de Equipo</b>						<b>\$ 17.69</b>

Costo Directo	\$	489.05
Indirectos ( 2.88%)	\$	14.08
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	48.81
Subtotal	\$	551.94
Financiamiento ( 0.85%)	\$	4.69
Subtotal	\$	556.63
Utilidad ( 10.00%)	\$	55.66
Subtotal	\$	612.29
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	3.06
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$</b>	<b>615.35</b>

\*\* SEISCIENTOS QUINCE PESOS 35/100 M.N. \*\*

000071



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Vía Rápida poniente 15035-2 Río Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 3.02

Construcción con concreto premezclado MR=38 kg/cm<sup>2</sup> resistencia a la flexión, de 15 cm. De espesor, con sistema de rodillos, incluye: suministro de concreto hidráulico MR-38 kg/cm<sup>2</sup> t.m.a. 1 1/2" normal revenimiento 10+-2, cimbra, cimbrado, colado, corte con disco punta de diamante a 1/3" del espesor de la losa de 1/8" de ancho y ensanchamiento de 1/4 para el sellado con Backer Rod de 1/4", la modulación de las losas serán de 3.60 x 3.60 mts y sellado sonomeric 1, realizando el corte al inicio del proceso del fraguado del concreto, pasajuntas con varilla lisa (cold roll) de 1" de 46 cm. Longitud, con separación de 30 cm. @ 36 m, de longitud, vibrado, barras de amarre con varilla corrugada de 1/2" de diámetro de 60 cm de longitud, espaciadas @ 60 cm, barras de amarre en empate con losas existente, con varilla corrugada de 1/2" de diámetro de 60 cm de longitud, espaciadas @ 50 cm, con perforación hasta una profundidad de 30 cms, habilitado de acero, acabado rayado longitudinal, curado con curacreto base agua, descimbrado, colocación de plástico superficial de 6mm de espesor sobre todo el área de colado durante las primeras 8 horas de fraguado para su posterior retiro.

Unidad : M2  
 Cantidad : 2,060.00  
 Precio unitario : \$ 936.07  
 Total : \$ 1'928,304.20

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	01-060	Curacreto	lt	0.50000	\$ 16.68	\$ 8.34
	05-139	Desmoldante	LTS	0.00917	\$ 102.15	\$ 0.94
	06-114	Concreto MR-38	m3	0.16500	\$ 3,040.00	\$ 501.60
	01-003	Agua	m3	0.02000	\$ 70.00	\$ 1.40
	02-005	Alambre recocido #16	kg	0.00043	\$ 29.50	\$ 0.01
	02-107	Clavo Comun # 8 y 16 p/madera	kg	0.00500	\$ 45.00	\$ 0.23
	02-861.7	Varilla para sujetar cimbra	KG	0.01000	\$ 26.50	\$ 0.27
	03-049.1	Barrote 2x6 #3	ml	0.22000	\$ 215.63	\$ 47.44
	05-665	Plastico Polietileno 300micras	m2	0.20000	\$ 13.50	\$ 2.70
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$ 562.93</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-010	Oficial Albanil	jor	0.03571	\$ 1,165.19	\$ 41.61
	15-020	Carpintero de obra negra	jor	0.01667	\$ 1,165.19	\$ 19.42
	15-005	Ayudante	jor	0.03571	\$ 658.48	\$ 23.51
	15-005	Ayudante	jor	0.01667	\$ 658.48	\$ 10.98
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$ 95.52</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 95.52	\$ 2.87
<b>Total de Herramienta</b>						<b>\$ 2.87</b>
<b>Equipo</b>						
	F 14-910	Vibrador GASOLINA	hora	0.04000	\$ 67.37	\$ 2.69
	F 14-032	Camion pipa	hora	0.00100	\$ 613.83	\$ 0.61
	F 14-045	Compressor 185 CFM ,dos pistolas y dos mangueras.	hora	0.00777	\$ 437.57	\$ 3.40
	F 14-410	Rodillo Extendedor de Concreto	hora	0.06000	\$ 177.27	\$ 10.64
	F 14-960	planta generadora de energia 5000w	hora	0.05825	\$ 75.92	\$ 4.42
<b>Total de Equipo</b>						<b>\$ 21.76</b>
<b>Auxiliares</b>						
	+ CALAFATEO	CALAFATEO DE JUNTAS DE DILATACION EN PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO DE 1/8" X 7 CM., CON BACKER-ROD DE 1/4" DE DIAMETRO ( CINTILLA DE POLIURETANO) Y SELLADOR PARA	ML			

000076



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

AYUNTAMIENTO DE TIJUANA  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
		JUNTAS SONOMERIC 1 O SIMILAR, INCLUYE: LIMPIEZA DE LA JUNTA, ENSANCHE CON CORTADORA HASTA 13 MM, SUMINISTRO, DESPERDICIO Y COLOCACIÓN				
	05-095	Cola de rata	ML	1.10000	\$ 5.50	\$ 6.05
	10-180	Sellador sonomeric	lt	0.08333	\$ 218.63	\$ 18.22
F	14-055	Cortadora de disco	hora	0.02000	\$ 62.79	\$ 1.26
	10-136	Disco p/corte punta de diamante 1/8"	pieza	0.00050	\$ 5,850.00	\$ 2.93
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 0.00	\$ 0.00
					Suma	\$ 28.46
				Cantidad : 0.60110	Total	\$ 17.11
+	A.CORTES	CORTE CON DISCO EN LOSAS DE CONCRETO HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 8 CMS, INCLUYE: MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	ML			
	15-005	Ayudante	jor	0.02126	\$ 658.48	\$ 14.00
F	14-055	Cortadora de disco	hora	0.20000	\$ 62.79	\$ 12.56
	10-136	Disco p/corte punta de diamante 1/8"	pieza	0.00050	\$ 5,850.00	\$ 2.93
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 14.00	\$ 0.42
					Suma	\$ 29.91
				Cantidad : 0.60110	Total	\$ 17.98
+	A.PASAJUNTA/	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PASAJUNTAS CON VARILLAS LISAS DE 1" Ø CON LONGITUD DE 46 CM. A CADA 30 CMS	kg			
	15-005	Ayudante	jor	0.02857	\$ 658.48	\$ 18.81
	02-410	Varilla lisa 1" (cold roll)	kg	1.10000	\$ 38.34	\$ 42.17
	10-136.1	Disco de pasta para corte 14"	pza	0.01000	\$ 385.00	\$ 3.85
F	14-950	Guillotina para corte de varilla	HR	0.02000	\$ 5.09	\$ 0.10
F	14-960	planta generadora de energia 5000w	hora	0.02000	\$ 75.92	\$ 1.52
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 18.81	\$ 0.56
					Suma	\$ 67.01
				Cantidad : 0.05000	Total	\$ 3.35
+	A.AMARRE	SUMINISTRO Y LA INSERCIÓN DE BARRAS DE AMARRE CON VARILLA 1/2" DE DIÁMETRO CON LONGITUD DE 60 CM A CADA 60 CM	kg			
	15-005	Ayudante	jor	0.01600	\$ 658.48	\$ 10.54
	02-861	Varilla No. 3 a 5	kg	1.10000	\$ 22.20	\$ 24.42
	10-136.1	Disco de pasta para corte 14"	pza	0.00169	\$ 385.00	\$ 0.65
F	14-950	Guillotina para corte de varilla	HR	0.01089	\$ 5.09	\$ 0.06
F	14-960	planta generadora de energia 5000w	hora	0.02000	\$ 75.92	\$ 1.52
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 10.54	\$ 0.32
					Suma	\$ 37.51
				Cantidad : 0.59750	Total	\$ 22.41
<b>Total de Auxiliares</b>						<b>\$ 60.85</b>

Costo Directo	\$	743.93
Indirectos ( 2.88%)	\$	21.43
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	74.24
<b>Subtotal</b>	<b>\$</b>	<b>839.60</b>
Financiamiento ( 0.85%)	\$	7.14
<b>Subtotal</b>	<b>\$</b>	<b>846.74</b>

000076



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Vía Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
					Utilidad ( 10.00%) \$	84.67
					Subtotal \$	931.41
					Cargos Adicionales ( 0.50%) \$	4.66
					Precio Unitario \$	936.07
** NOVECIENTOS TREINTA Y SEIS PESOS 07/100 M.N. **						

000077



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 3.03

Construcción de dentellón de concreto MR= 38 Kg/cm2 de 60 lt/ml. Incluye todos los suministros, excavación, afine, colado, vibrado y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Unidad : ML  
 Cantidad : 20.00  
 Precio unitario : \$ 554.03  
 Total : \$ 11,080.60

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	05-139	Desmoldante	LTS	0.00917	\$ 102.15	\$ 0.94
	06-114	Concreto MR-38	m3	0.06600	\$ 3,040.00	\$ 200.64
	01-003	Agua	m3	0.02000	\$ 70.00	\$ 1.40
	02-005	Alambre recocido #16	kg	0.00043	\$ 29.50	\$ 0.01
	02-107	Clavo Comun # 8 y 16 p/madera	kg	0.00500	\$ 45.00	\$ 0.23
	02-861.7	Varilla para sujetar cimbra	KG	0.01000	\$ 26.50	\$ 0.27
	03-049.1	Barrote 2x6 #3	ml	0.22000	\$ 215.63	\$ 47.44
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$ 250.93</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-010	Oficial Albanil	jor	0.05000	\$ 1,165.19	\$ 58.26
	15-020	Carpintero de obra negra	jor	0.05000	\$ 1,165.19	\$ 58.26
	15-005	Ayudante	jor	0.05000	\$ 658.48	\$ 32.92
	15-005	Ayudante	jor	0.05000	\$ 658.48	\$ 32.92
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$ 182.36</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 182.36	\$ 5.47
<b>Total de Herramienta</b>						<b>\$ 5.47</b>
<b>Equipo</b>						
	F 14-910	Vibrador GASOLINA	hora	0.02286	\$ 67.37	\$ 1.54
	F 14-960	planta generadora de energia 5000w	hora	0.00010	\$ 75.92	\$ 0.01
<b>Total de Equipo</b>						<b>\$ 1.55</b>

Costo Directo	\$	440.31
Indirectos ( 2.88%)	\$	12.68
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	43.94
Subtotal	\$	496.93
Financiamiento ( 0.85%)	\$	4.22
Subtotal	\$	501.15
Utilidad ( 10.00%)	\$	50.12
Subtotal	\$	551.27
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	2.76
Precio Unitario	\$	554.03

\*\* QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO PESOS 03/100 M.N. \*\*

000073



**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**

PAVIMENTACION CON CONCRETO

WIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE

ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.

SONORA, COL. MAGISTERIAL,

DELEGACION OTAY CENTENARIO,

TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024

Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024

Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025

Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 4.01

Renivelación de caja de válvulas, incluye: demolición de losa tapa existente, retiro de brocal y tapa de hierro fundido, suministro y colocación de concreto f'c=250 kg/cm2, colocación de brocal y tapa de hierro fundido, juntas frías y curado, retiro de escombros a banco de tiro y limpieza de la zona de trabajo según proyecto. enrase de muro block de 20 cm de espesor asentado con mezcla mortero-arena 1:5, aplanado interior floteado a base de mezcla mortero-arena 1:3. en una seccion cuadrada de 1.50 x 1.50 x (0.20 a 0.60mts) de profundidad

Unidad : pza  
Cantidad : 2.00  
Precio unitario : \$ 11,262.87  
Total : \$ 22,525.74

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	02-861	Varilla No. 3 a 5	kg	24.75000	\$ 22.20	\$ 549.45
	02-005	Alambre recocido #16	kg	1.23000	\$ 29.50	\$ 36.29
	02-006	Alambreon de 1/4"	kg	3.12000	\$ 31.50	\$ 98.28
	03-048	Barrote 2x4 #2	ml	9.76000	\$ 65.57	\$ 639.96
	02-107	Clavo Comun # 8 y 16 p/madera	kg	0.50000	\$ 45.00	\$ 22.50
	05-139	Desmoldante	LTS	0.16667	\$ 102.15	\$ 17.03
	01-060	Curacreto	lt	2.00000	\$ 16.68	\$ 33.36
	03-785	Triplay de Pino 5/8" Ocara	m2	1.44000	\$ 250.00	\$ 360.00
	02-107	Clavo Comun # 8 y 16 p/madera	kg	0.25000	\$ 45.00	\$ 11.25
	04-049	Block 20x20x40 cm comun	pza	32.00000	\$ 28.50	\$ 912.00
<b>Total de Materiales</b>					<b>\$</b>	<b>2,680.12</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-005	Ayudante	jor	2.00000	\$ 658.48	\$ 1,316.96
	15-010	Oficial Albanil	jor	2.00000	\$ 1,165.19	\$ 2,330.38
<b>Total de Mano de Obra</b>					<b>\$</b>	<b>3,647.34</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 3,647.34	\$ 109.42
<b>Total de Herramienta</b>					<b>\$</b>	<b>109.42</b>
<b>Equipo</b>						
	F 14-910	Vibrador GASOLINA	hora	2.00000	\$ 67.37	\$ 134.74
	F 14-370	Retroexcavadora Case 580	hora	0.25000	\$ 802.59	\$ 200.65
	F 14-371	Martillo hidraulico para Retroexcavadora	hora	0.25000	\$ 496.39	\$ 124.10
	F 14-035	Camion volteo cap. 12 m3	hora	0.20000	\$ 887.76	\$ 177.55
<b>Total de Equipo</b>					<b>\$</b>	<b>637.04</b>
<b>Auxiliares</b>						
	+ 16-012	MORTERO 1:5	m3			
	01-003	Agua	m3	0.25000	\$ 70.00	\$ 17.50
	F 14-032	Camion pipa	hora	0.01000	\$ 613.83	\$ 6.14
	01-007	Arena puesta en obra	M3	1.20000	\$ 500.00	\$ 600.00
	01-050	Cemento Puzolana Tipo II Gris	kg	302.00000	\$ 6.84	\$ 2,065.68
	15-005	Ayudante	jor	0.50000	\$ 658.48	\$ 329.24
	F 14-700	Revolvedora 1 saco	hora	2.00000	\$ 65.87	\$ 131.74
					Suma	\$ 3,150.30
					Cantidad : 0.05760	Total \$ 181.46
	+ 06-113	Concreto h.en O.f'c=250kg/cm2 TMA 3/4"	m5			
	01-007	Arena puesta en obra	M3	0.62700	\$ 500.00	\$ 313.50
	01-085	Grava titurada de 3/4" puesta en obra	m3	0.74100	\$ 500.00	\$ 370.50
	01-050	Cemento Puzolana Tipo II Gris	kg	350.00000	\$ 6.84	\$ 2,394.00
	01-003	Agua	m3	0.22800	\$ 70.00	\$ 15.96
	F 14-032	Camion pipa	hora	0.01000	\$ 613.83	\$ 6.14
	15-005	Ayudante	jor	1.00000	\$ 658.48	\$ 658.48

0000079



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 658.48	\$ 19.75
					Suma \$	3,778.33
				Cantidad : 0.36990	Total \$	1,397.60
+	16-011	MORTERO 1:3	m3			
	01-003	Agua	m3	0.25000	\$ 70.00	\$ 17.50
	01-050	Cemento Puzolana Tipo II Gris	kg	454.00000	\$ 6.84	\$ 3,105.36
	01-007	Arena puesta en obra	M3	1.10000	\$ 500.00	\$ 550.00
	15-005	Ayudante	jor	0.50000	\$ 658.48	\$ 329.24
F	14-032	Camion pipa	hora	0.01000	\$ 613.83	\$ 6.14
F	14-700	Revolvedora 1 saco	hora	2.00000	\$ 65.87	\$ 131.74
					Suma \$	4,139.98
				Cantidad : 0.07200	Total \$	298.08
<b>Total de Auxiliares</b>						<b>\$ 1,877.14</b>

Costo Directo	\$	8,951.06
Indirectos ( 2.88%)	\$	257.79
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	893.32
Subtotal	\$	10,102.17
Financiamiento ( 0.85%)	\$	85.87
Subtotal	\$	10,188.04
Utilidad ( 10.00%)	\$	1,018.80
Subtotal	\$	11,206.84
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	56.03
Precio Unitario	\$	11,262.87

\*\* ONCE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS PESOS 87/100 M.N. \*\*

000080



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 4.02

Renivelación de pozo de visita, incluye: enrase de muro de tabique, asentado con mezcla mortero-arena 1:5, aplanado interior floteado a base de mezcla mortero-arena 1:3, colocación de brocal y tapa de fierro fundido, colado de anillo de concreto fc=200 kg/cm2 de 20 cm de espesor armado con 3 varillas de 3/8", y estribos de 1/4" @ 15 cm.; incluye: excavación a mano para ubicación de pozo en una sección circular de 2.00 x (0.20 a 0.60mts) de profundidad, relleno y compactación con material producto de la excavación, limpieza del área de trabajo, materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Unidad : pza  
 Cantidad : 2.00  
 Precio unitario : \$ 8,692.42  
 Total : \$ 17,384.84

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	04-451	Ladrillo comun secc.7x14x28cm	pza	112.00000	\$ 8.50	\$ 952.00
	02-861	Varilla No. 3 a 5	kg	7.28000	\$ 22.20	\$ 161.62
	02-006	Alambreon de 1/4"	kg	4.12500	\$ 31.50	\$ 129.94
	02-005	Alambre recocido #16	kg	0.33000	\$ 29.50	\$ 9.74
	03-785	Triplay de Pino 5/8" 0cara	m2	0.46400	\$ 250.00	\$ 116.00
	03-048	Barrote 2x4 #2	ml	2.32000	\$ 65.57	\$ 152.12
	05-139	Desmoldante	LTS	0.08333	\$ 102.15	\$ 8.51
	01-060	Curacreto	lt	0.51200	\$ 16.68	\$ 8.54
	06-099	Conc.prem.fc=200kg/cm2 normalTMA 3/4"	m3	0.53760	\$ 2,600.00	\$ 1,397.76
<b>Total de Materiales</b>					<b>\$</b>	<b>2,936.23</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-005	Ayudante	jor	1.00000	\$ 658.48	\$ 658.48
	15-010	Oficial Albanil	jor	1.00000	\$ 1,165.19	\$ 1,165.19
	15-005	Ayudante	jor	1.00000	\$ 658.48	\$ 658.48
<b>Total de Mano de Obra</b>					<b>\$</b>	<b>2,482.15</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 2,482.15	\$ 74.46
<b>Total de Herramienta</b>					<b>\$</b>	<b>74.46</b>
<b>Equipo</b>						
	H 14-010	Bailarina	hora	1.00000	\$ 105.04	\$ 105.04
	H 14-910	Vibrador GASOLINA	hora	0.50000	\$ 67.37	\$ 33.69
	H 14-370	Retroexcavadora Case 580	hora	0.25000	\$ 802.59	\$ 200.65
	H 14-371	Martillo hidraulico para Retroexcavadora	hora	0.25000	\$ 496.39	\$ 124.10
	H 14-035	Camion volteo cap. 12 m3	hora	0.20000	\$ 887.76	\$ 177.55
<b>Total de Equipo</b>					<b>\$</b>	<b>641.03</b>
<b>Auxiliares</b>						
	+ 16-011	MORTERO 1:3	m3			
	01-003	Agua	m3	0.25000	\$ 70.00	\$ 17.50
	01-050	Cemento Puzolana Tipo II Gris	kg	454.00000	\$ 6.84	\$ 3,105.36
	01-007	Arena puesta en obra	M3	1.10000	\$ 500.00	\$ 550.00
	15-005	Ayudante	jor	0.50000	\$ 658.48	\$ 329.24
	H 14-032	Camion pipa	hora	0.01000	\$ 613.83	\$ 6.14
	H 14-700	Revolvedora 1 saco	hora	2.00000	\$ 65.87	\$ 131.74
					Suma	\$ 4,139.98
				Cantidad : 0.09040	Total	\$ 374.25
	+ 16-012	MORTERO 1:5	m3			
	01-003	Agua	m3	0.25000	\$ 70.00	\$ 17.50
	H 14-032	Camion pipa	hora	0.01000	\$ 613.83	\$ 6.14
	01-007	Arena puesta en obra	M3	1.20000	\$ 500.00	\$ 600.00

000081



**GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV**  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
	01-050	Cemento Puzolana Tipo II Gris	kg	302.00000	\$ 6.84	\$ 2,065.68
	15-005	Ayudante	jor	0.50000	\$ 658.48	\$ 329.24
F	14-700	Revolvedora 1 saco	hora	2.00000	\$ 65.87	\$ 131.74
					Suma	\$ 3,150.30
				Cantidad : 0.12700	Total	\$ 400.09
	<b>Total de Auxiliares</b>					\$ 774.34

Costo Directo	\$	6,908.21
Indirectos ( 2.88%)	\$	198.96
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	689.44
Subtotal	\$	7,796.61
Financiamiento ( 0.85%)	\$	66.27
Subtotal	\$	7,862.88
Utilidad ( 10.00%)	\$	786.29
Subtotal	\$	8,649.17
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	43.25
Precio Unitario	\$	8,692.42

\*\* OCHO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 42/100 M.N. \*\*

000082



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 5.01

Suministro e instalación de señalamiento restrictivo. tipo SR-6 (ALTO), con dimensiones de 30 cm cada lado , colado en poste galvanizado cuadrado de 2x2" perforado calibre 14 y lamina de calibre 16, fijado con tornillos anti vandálicos , incluye: excavación, fabricación de base de concreto f'c 150 kg / cm2 de 30x 50 cms. el señalamiento deberá cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la S.C.T.

Unidad : pza  
Cantidad : 2.00  
Precio unitario : \$ 4,191.20  
Total : \$ 8,382.40

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	13-358	señalamiento restrictivo. tipo SR-6 (ALTO)	pza	1.00000	\$ 1,950.00	\$ 1,950.00
	12-631	Poste Galvanizado. 2x2 Perforado CAL 14	ML	3.05000	\$ 130.00	\$ 396.50
	02-814.3	Tuerca hexagonal 1/2"	pza	2.00000	\$ 2.50	\$ 5.00
	02-779	Tornillo 1/2"	pza	2.00000	\$ 6.50	\$ 13.00
	16-682.3	Rondana plana de 1/2"	pza	2.00000	\$ 1.50	\$ 3.00
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$ 2,367.50</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-045	Oficial Instalador	jor	0.50000	\$ 911.85	\$ 455.93
	15-005	Ayudante	jor	0.50000	\$ 658.48	\$ 329.24
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$ 785.17</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 785.17	\$ 23.56
<b>Total de Herramienta</b>						<b>\$ 23.56</b>
<b>Auxiliares</b>						
	+ 06-110	Concreto h.en O.f'c=150 kg/cm2 TMA 3/4"	m3			
	01-007	Arena puesta en obra	M3	0.62700	\$ 500.00	\$ 313.50
	01-085	Grava titurada de 3/4" puesta en obra	m3	0.74100	\$ 500.00	\$ 370.50
	01-050	Cemento Puzolana Tipo II Gris	kg	300.00000	\$ 6.84	\$ 2,052.00
	01-003	Agua	m3	0.22800	\$ 70.00	\$ 15.96
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 329.24	\$ 9.88
	15-005	Ayudante	jor	0.25000	\$ 658.48	\$ 164.62
	15-005	Ayudante	jor	0.25000	\$ 658.48	\$ 164.62
	H 14-700	Revolvedora 1 saco	hora	1.00000	\$ 65.87	\$ 65.87
						Suma \$ 3,156.95
						Cantidad : 0.04900 Total \$ 154.69
<b>Total de Auxiliares</b>						<b>\$ 154.69</b>

Costo Directo	\$ 3,330.92
Indirectos ( 2.88%)	\$ 95.93
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$ 332.43
Subtotal	\$ 3,759.28
Financiamiento ( 0.85%)	\$ 31.95
Subtotal	\$ 3,791.23
Utilidad ( 10.00%)	\$ 379.12
Subtotal	\$ 4,170.35
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$ 20.85

Precio Unitario \$ 4,191.20  
\*\* CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y UN PESOS 20/100 M.N. \*\*

000083



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Vía Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 5.02

Suministro e instalación de señalamiento restrictivo. tipo SR-09 (Limite de Velocidad 40 km/h), con dimensiones de 86x86 cms cada lado , colado en poste galvanizado cuadrado de 2x2" perforado calibre 14 y lamina de calibre 16, fijado con tornillos anti vandálicos , incluye: excavación, fabricación de base de concreto f'c 150 kg / cm2 de 30x 50 cms. el señalamiento deberá cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la S.C.T.

Unidad : pza  
 Cantidad : 2.00  
 Precio unitario : \$ 4,191.20  
 Total : \$ 8,382.40

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	13-361	señalamiento restrictivo. tipo SR-09 ( Limite de Velocidad 60 km/h)	pza	1.00000	\$ 1,950.00	\$ 1,950.00
	12-631	Poste Galvanizado. 2x2 Perforado CAL 14	ML	3.05000	\$ 130.00	\$ 396.50
	02-814.3	Tuerca hexagonal 1/2"	pza	2.00000	\$ 2.50	\$ 5.00
	02-779	Tornillo 1/2"	pza	2.00000	\$ 6.50	\$ 13.00
	16-682.3	Rondana plana de 1/2"	pza	2.00000	\$ 1.50	\$ 3.00
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$ 2,367.50</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-045	Oficial Instalador	jor	0.50000	\$ 911.85	\$ 455.93
	15-005	Ayudante	jor	0.50000	\$ 658.48	\$ 329.24
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$ 785.17</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 785.17	\$ 23.56
<b>Total de Herramienta</b>						<b>\$ 23.56</b>
<b>Auxiliares</b>						
	+ 06-110	Concreto h.en O.f'c=150 kg/cm2 TMA 3/4"	m3			
	01-007	Arena puesta en obra	M3	0.62700	\$ 500.00	\$ 313.50
	01-085	Grava titurada de 3/4" puesta en obra	m3	0.74100	\$ 500.00	\$ 370.50
	01-050	Cemento Puzolana Tipo II Gris	kg	300.00000	\$ 6.84	\$ 2,052.00
	01-003	Agua	m3	0.22800	\$ 70.00	\$ 15.96
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 329.24	\$ 9.88
	15-005	Ayudante	jor	0.25000	\$ 658.48	\$ 164.62
	15-005	Ayudante	jor	0.25000	\$ 658.48	\$ 164.62
	F 14-700	Revolvedora 1 saco	hora	1.00000	\$ 65.87	\$ 65.87
						Suma \$ 3,156.95
						Cantidad : 0.04900
						Total \$ 154.69
<b>Total de Auxiliares</b>						<b>\$ 154.69</b>

Costo Directo	\$	3,330.92
Indirectos ( 2.88%)	\$	95.93
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	332.43
Subtotal	\$	3,759.28
Financiamiento ( 0.85%)	\$	31.95
Subtotal	\$	3,791.23
Utilidad ( 10.00%)	\$	379.12
Subtotal	\$	4,170.35
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	20.85

Precio Unitario \$ 4,191.20

\*\* CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y UN PESOS 20/100 M.N. \*\*

000084



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 5.03

Suministro y aplicación de pintado de rayas en alto de color blanco con 40 cmts de ancho, a base de pintura termoplástica color blanco reflejante, certificada por la S.C.T norma N-CMT-5-01-001/13, para señalamiento de trafico marca Comex ó similar, aplicación con equipo mecánico en una capa de 3 mm en una sola capa, calentamiento uniforme y continuo a una temperatura de 190° a 210° y agitarlo adecuadamente, antes de su aplicación la superficie debera estar libre de todo tipo de contaminante ( polvo, partes sueltas de sustrato: pintura vieja, grava suelta ), la superficie debera estar completamente seca, evitar aplicar sobre superficies mojadas o húmedas, limpiar con equipo de soplado de alta presión. previo a la aplicación de debera considerar 1 capa de sellador primario para garantizar la perfecta adherencia. Incluir: materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución, según el manual de dispositivos para control del transito en vialidades del Estado de Baja California y en general a lo establecido en la norma oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 Y 2016.

Unidad : ml  
 Cantidad : 40.00  
 Precio unitario : \$ 283.07  
 Total : \$ 11,322.80

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	05-362.2	Promotor de Adhesion (primer)	lt	0.04000	\$ 190.00	\$ 7.60
	05-663.2	Pintura termoplastoca	kg	1.40000	\$ 62.50	\$ 87.50
	11-502	Microesfera	kG	0.60000	\$ 58.00	\$ 34.80
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$ 129.90</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	15-060	Pintor en general	jor	0.03333	\$ 1,390.34	\$ 46.34
	15-005	Ayudante	jor	0.03333	\$ 658.48	\$ 21.95
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$ 68.29</b>
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 68.29	\$ 2.05
<b>Total de Herramienta</b>						<b>\$ 2.05</b>
<b>Equipo</b>						
	F 14-045	Compressor 185 CFM ,dos pistolas y dos mangueras.	hora	0.01333	\$ 437.57	\$ 5.83
	F 14-750	maquina Pinta Rayas ( TERMOPLASTICA)	HR	0.13333	\$ 141.66	\$ 18.89
<b>Total de Equipo</b>						<b>\$ 24.72</b>
					<b>Costo Directo</b>	<b>\$ 224.96</b>
					Indirectos ( 2.88%)	\$ 6.48
					Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$ 22.45
					Subtotal	\$ 253.89
					Financiamiento ( 0.85%)	\$ 2.16
					Subtotal	\$ 256.05
					Utilidad ( 10.00%)	\$ 25.61
					Subtotal	\$ 281.66
					Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$ 1.41
					<b>Precio Unitario</b>	<b>\$ 283.07</b>

\*\* DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS 07/100 M.N. \*\*

000085



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 5.04

Suministro y aplicación de pintado de raya en la orilla izquierda, continua de 10 cm de ancho, a base de pintura termoplástica color amarillo reflejante, certificada por la S.C.T norma N-CMT-5-01-001/13, para señalamiento de trafico marca Comex ó similar, aplicación con equipo mecánico en una capa de 3 mm en una sola capa, calentamiento uniforme y continuo a una temperatura de 190° a 210° y agitarlo adecuadamente, antes de su aplicación la superficie debera estar libre de todo tipo de contaminante ( polvo, partes sueltas de sustrato: pintura vieja, grava suelta ), la superficie debera estar completamente seca, evitar aplicar sobre superficies mojadas o húmedas, limpiar con equipo de soplado de alta presión. previo a la aplicación de debera considerar 1 capa de sellador primario para garantizar la perfecta adherencia. Incluir: materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución, según el manual de dispositivos para control del transito en vialidades del Estado de Baja California y en general a lo establecido en la norma oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 Y 2016.

Unidad : ml  
 Cantidad : 150.00  
 Precio unitario : \$ 78.16  
 Total : \$ 11,724.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	05-362.2	Promotor de Adhesion (primer)	lt	0.01000	\$ 190.00	\$ 1.90
	05-663.2	Pintura termoplastoca	kg	0.35000	\$ 62.50	\$ 21.88
	11-502	Microesfera	kG	0.15000	\$ 58.00	\$ 8.70
<b>Total de Materiales</b>						\$ 32.48
<b>Mano de Obra</b>						
	15-060	Pintor en general	jor	0.01111	\$ 1,390.34	\$ 15.45
	15-005	Ayudante	jor	0.01111	\$ 658.48	\$ 7.32
<b>Total de Mano de Obra</b>						\$ 22.77
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 22.77	\$ 0.68
<b>Total de Herramienta</b>						\$ 0.68
<b>Equipo</b>						
F	14-045	Compressor 185 CFM ,dos pistolas y dos mangueras.	hora	0.00333	\$ 437.57	\$ 1.46
F	14-750	maquina Pinta Rayas ( TERMOPLASTICA)	HR	0.03333	\$ 141.66	\$ 4.72
<b>Total de Equipo</b>						\$ 6.18

Costo Directo	\$	62.11
Indirectos ( 2.88%)	\$	1.79
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	6.20
<b>Subtotal</b>	\$	70.10
Financiamiento ( 0.85%)	\$	0.60
<b>Subtotal</b>	\$	70.70
Utilidad ( 10.00%)	\$	7.07
<b>Subtotal</b>	\$	77.77
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	0.39
<b>Precio Unitario</b>	\$	78.16

\*\* SETENTA Y OCHO PESOS 16/100 M.N. \*\*

000086



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 5.05

Suministro y colocación de vialeta reflejante de una cara color blanco con dimensiones de 10x10x2 cm, colocadas sobre acotamiento interno a cada 15 m, adherida al pavimento con epóxico, incluye: limpieza, pre marcado, colocación, materiales, mano de obra, limpieza del área de trabajo y equipo necesarios para su correcta ejecución.

Unidad : pza  
 Cantidad : 15.00  
 Precio unitario : \$ 85.72  
 Total : \$ 1,285.80

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	12-858	Vialeta 1 cara	pza	1.00000	\$ 45.00	\$ 45.00
	05-635	Pegamento epoxico p/conc. hid.	lt	0.02000	\$ 145.50	\$ 2.91
<b>Total de Materiales</b>						\$ 47.91
<b>Mano de Obra</b>						
	15-045	Oficial Instalador	jor	0.01250	\$ 911.85	\$ 11.40
	15-005	Ayudante	jor	0.01250	\$ 658.48	\$ 8.23
<b>Total de Mano de Obra</b>						\$ 19.63
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 19.63	\$ 0.59
<b>Total de Herramienta</b>						\$ 0.59

Costo Directo	\$	68.13
Indirectos ( 2.88%)	\$	1.96
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	6.80
Subtotal	\$	76.89
Financiamiento ( 0.85%)	\$	0.65
Subtotal	\$	77.54
Utilidad ( 10.00%)	\$	7.75
Subtotal	\$	85.29
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	0.43
Precio Unitario	\$	85.72

\*\* OCHENTA Y CINCO PESOS 72/100 M.N. \*\*

000087



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

**DOCUMENTO 21 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Descripción**

Clave: 5.06

Suministro y colocación de vialeta reflejante de una cara color amarilla con dimensiones de 10x10x2 cm, colocadas sobre acotamiento interno a cada 15 m, adherida al pavimento con epóxico, incluye: limpieza, pre marcado, colocación, materiales, mano de obra, limpieza del área de trabajo y equipo necesarios para su correcta ejecución.

Unidad : pza  
 Cantidad : 15.00  
 Precio unitario : \$ 85.72  
 Total : \$ 1,285.80

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
<b>Materiales</b>						
	12-858	Vialeta 1 cara	pza	1.00000	\$ 45.00	\$ 45.00
	05-635	Pegamento epoxico p/conc. hid.	lt	0.02000	\$ 145.50	\$ 2.91
<b>Total de Materiales</b>						\$ 47.91
<b>Mano de Obra</b>						
	15-045	Oficial Instalador	jor	0.01250	\$ 911.85	\$ 11.40
	15-005	Ayudante	jor	0.01250	\$ 658.48	\$ 8.23
<b>Total de Mano de Obra</b>						\$ 19.63
<b>Herramienta</b>						
	HM	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 19.63	\$ 0.59
<b>Total de Herramienta</b>						\$ 0.59

Costo Directo	\$	68.13
Indirectos ( 2.88%)	\$	1.96
Indirectos de Campo ( 9.98%)	\$	6.80
Subtotal	\$	76.89
Financiamiento ( 0.85%)	\$	0.65
Subtotal	\$	77.54
Utilidad ( 10.00%)	\$	7.75
Subtotal	\$	85.29
Cargos Adicionales ( 0.50%)	\$	0.43
Precio Unitario	\$	85.72

\*\* OCHENTA Y CINCO PESOS 72/100 M.N. \*\*

000088





GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

AYUNTAMIENTO DE TIJUANA  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

DOCUMENTO 22 RELACION Y COSTOS DE LOS MATERIALES

Clave	Descripción	Unidad	Costo unitario
01-003	Agua	m3	\$ 70.00
01-007	Arena puesta en obra	M3	\$ 500.00
01-046	Base Hidraulica TMA 1 1/12"	m3	\$ 165.00
01-050	Cemento Puzolana Tipo II Gris	kg	\$ 6.84
01-060	Curacreto	lt	\$ 16.68
01-085	Grava titurada de 3/4" puesta en obra	m3	\$ 500.00
01-091	Cal Hidratada	kg	\$ 3.14
02-005	Alambre recocido #16	kg	\$ 29.50
02-006	Alambron de 1/4"	kg	\$ 31.50
02-106	Clavo acerado para concreto	kg	\$ 95.00
02-107	Clavo Comun # 8 y 16 p/madera	kg	\$ 45.00
02-410	Varilla lisa 1" (cold roll)	kg	\$ 38.34
02-779	Tornillo 1/2"	pza	\$ 6.50
02-814.3	Tuerca hexagonal 1/2"	pza	\$ 2.50
02-861	Varilla No. 3 a 5	kg	\$ 22.20
02-861.7	Varilla para sujetar cimbra	KG	\$ 26.50
03-048	Barrote 2x4 #2	ml	\$ 65.57
03-049.1	Barrote 2x6 #3	ml	\$ 215.63
03-050	Estaca de madera de 12plg	pza	\$ 13.50
03-052	Barrote 2x8 #3	ml	\$ 209.35
03-182	LISTON FLOURESENTE	PZA	\$ 85.00
03-785	Triplay de Pino 5/8" 0cara	m2	\$ 250.00
04-049	Block 20x20x40 cm comun	pza	\$ 28.50
04-451	Ladrillo comun secc.7x14x28cm	pza	\$ 8.50
05-002	Aceite para motor	lt	\$ 75.00
05-095	Cola de rata	ML	\$ 5.50
05-139	Desmoldante	LTS	\$ 102.15
05-140	Diesel	lt	\$ 23.45
05-271	Gas butano	kg	\$ 14.50
05-272	Gasolina	lt	\$ 21.05
05-362.2	Promotor de Adhesion (primer)	lt	\$ 190.00
05-635	Pegamento epoxico p/conc. hid.	lt	\$ 145.50
05-642	Pintura aerosol	pza	\$ 95.00
05-663.2	Pintura termoplastoca	kg	\$ 62.50
05-665	Plastico Polietileno 300micras	m2	\$ 13.50
06-099	Conc.prem.f'c=200kg/cm2 normalTMA 3/4"	m3	\$ 2,600.00
06-114	Concreto MR-38	m3	\$ 3,040.00
09-512	ACCESORIOS PARA MAQUINA PINTA RAYAS (TERMOPLASTICA) DADOS Y DISPENSADORES	pza	\$ 30,000.00
10-136	Disco p/corte punta de diamante 1/8"	pieza	\$ 5,850.00
10-136.1	Disco de pasta para corte 14"	pza	\$ 385.00
10-180	Sellador sonomeric	lt	\$ 218.63
10-316	Hilo para trazo	Pza	\$ 75.00
10-451	Llanta p/motoconformadora	pza	\$ 8,500.00
10-452	Llanta para camion rin 15"	pieza	\$ 2,450.00
10-454	Llanta de hule	pza	\$ 450.00
10-455	Llanta para camion rin 20"	pieza	\$ 6,500.00
11-502	Microesfera	kg	\$ 58.00
12-631	Poste Galvanizado. 2x2 Perforado CAL 14	ML	\$ 130.00
12-858	Vialeta 1 cara	pza	\$ 45.00
13-185	Llanta para camion rin 17"	pieza	\$ 4,500.00
13-358	señalamiento restrictivo. tipo SR-6 (ALTO)	pza	\$ 1,950.00
13-361	señalamiento restrictivo. tipo SR-09 (Limite de Velocidad 60 km/h)	pza	\$ 1,950.00
16-682.3	Rondana plana de 1/2"	pza	\$ 1.50
19-100	Piezas Especiales para Revolvedora	pieza	\$ 1,850.00
19-103	servicio de herramienta electrica	pieza	\$ 1,050.00

0000035





GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

Presupuesto							
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total		
	PAVIMENTACIÓN DE CALLE SAN JORGE ENTRE C. CUAUHTÉMOC Y C. SONORA COL. MAGISTERIAL, DELEGACIÓN OTAY CENTENARIO, TIJUANA B.C						
1	PRELIMINARES				\$	57,279.20	
2	TERRACERIAS				\$	793,213.20	
3	PAVIMENTOS, Y GUARNICIONES				\$	2'185,524.80	
4	ALBAÑILERIA				\$	39,910.58	
5	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL				\$	42,383.20	
6	LIMPIEZA DE OBRA TERMINADA.				\$	34,523.00	
	Total de PAVIMENTACIÓN DE CALLE SAN JORGE ENTRE C. CUAUHTÉMOC Y C. SONORA COL. MAGISTERIAL, DELEGACIÓN OTAY CENTENARIO, TIJUANA B.C						
					\$	3'152,833.98	
	** TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y TRES PESOS 98/100 M.N. **						
	Subtotal de Presupuesto					\$	3'152,833.98
	** TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y TRES PESOS 98/100 M.N. **						
				I.V.A. 16.00%	\$	504,453.44	
				Total	\$	3'657,287.42	
	** TRES MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE PESOS 42/100 M.N. **						

000155

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV

*Emilio A.*  
*Olivera*  
*Edy A.*  
*RL*  
 1

*J.M.M.*  
 Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHTEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

Presupuesto						
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario		Total
	PAVIMENTACIÓN DE CALLE SAN JORGE ENTRE C. CUAUHTÉMOC Y C. SONORA COL. MAGISTERIAL, DELEGACIÓN OTAY CENTENARIO, TIJUANA B.C					
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
1.01	Trazo y nivelación; incluye: trazo de ejes, colocación de niveles, seccionamientos, estableciendo ejes de construcción y niveles de referencia en todas las etapas de la obra, por M2 de losa + guarnición, incluye materiales, mano de obra, herramienta. Precio unitario: ** DIECIOCHO PESOS 80/100 M.N. **	M2	2,300.00	\$ 18.80	\$	43,240.00
1.02	Demolición de elementos de concreto como: banquetas, guarniciones, losas, cunetas, etc.: incluye: ruptura, perfilado con disco, carga y acarreo del material producto de la demolición a distancia de 1 Km, abundamiento mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución. Precio unitario: ** SETECIENTOS UN PESOS 96/100 M.N. **	M3	20.00	\$ 701.96	\$	14,039.20
	<b>Total de PRELIMINARES</b>				\$	<b>57,279.20</b>
	<b>** CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE PESOS 20/100 M.N. **</b>					
<b>2</b>	<b>TERRACERIAS</b>					
2.01	Excavación en corte en material tipo "B" en seco, con equipo mecánico (medido en sección), incluye: carga y acarreo al 1er km, mano de obra y equipo necesarios para su correcta ejecución. Precio unitario: ** CIENTO SEIS PESOS 45/100 M.N. **	M3	920.00	\$ 106.45	\$	97,934.00
2.02	Tratamiento de terreno natural, en un espesor de 20 cm. Incluye escarificado con equipo mecánico, incorporación de humedad, homogenizado, nivelación y compactación al 100% de la prueba AASHTO Estándar. Precio unitario: ** CUARENTA Y TRES PESOS 44/100 M.N. **	M2	2,300.00	\$ 43.44	\$	99,912.00
2.03	Suministro y tendido de base hidráulica de 15 cms de espesor, con valor de soporte de California CBR mínimo de 80% y equivalente de arena mínimo de 40% compactada al 100% mínimo de la prueba AASHTO Estándar, limite liquido del 25% máximo, indice plástico 6% máximo, Desgaste Los Ángeles del 35% máximo. En base a la Norma SCT: N-CMT-4-02-002/04 "Materiales para bases hidráulicas" y deberá cumplir con lo indicado en la tabla 3 y 4, de la columna de hasta 1 millón de ejes equivalentes. Incluye: Compactación de la base hidráulica, compactación, rodillos y compactadores de impacto, camión de volteo, retroexcavadora mano de obra y herramienta. Así como todas las especificaciones y procedimientos de ejecución que indiquen las normas técnicas de construcción de pavimentos para Obras de Vialidades del estado de B.C., publicadas en el Periódico Oficial con fecha 21 de Octubre del 2016 No. 47. Precio unitario: ** SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS PESOS 88/100 M.N. **	M3	345.00	\$ 676.88	\$	233,523.60
2.04	Acarreo del material producto de las excavaciones, cortes y demoliciones, a kilómetros subsecuentes al primero, hasta el banco de tiro autorizado por la supervisión. Precio unitario: ** DOCE PESOS 27/100 M.N. **	M3/KM	28,200.00	\$ 12.27	\$	346,014.00
2.05	Acomodo por medios mecánico en el banco de tiro de material	M3	940.00	\$ 16.84	\$	15,829.60

000156

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
	producto de las excavaciones y cortes, incluye: bandeado en capas y balconeo, mano de obra y equipo necesarios para su correcta ejecución. Precio unitario: ** DIECISEIS PESOS 84/100 M.N. **				
<b>Total de TERRACERIAS</b>					<b>\$ 793,213.20</b>
<b>** SETECIENTOS NOVENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS TRECE PESOS 20/100 M.N. **</b>					
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS, Y GUARNICIONES</b>				
3.01	Construcción de guarnición de concreto, tipo "L" de 120 lt/ml, concreto fc = 200 Kg/cm2, TMA 3/4", incluye: trazo y nivelación, excavación y afine de la plantilla, suministro de concreto, cimbra y descimbra, colado, curado, acabado floreado fino, corte con disco, sellado con sonomeric 1, aproche con material producto de la excavación, materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución Precio unitario: ** SEISCIENTOS QUINCE PESOS 35/100 M.N. **	ML	400.00	\$ 615.35	\$ 246,140.00
3.02	Construcción con concreto premezclado MR=38 kg/cm2 resistencia a la flexión, de 15 cm. De espesor, con sistema de rodillos, incluye: suministro de concreto hidráulico MR-38 kg/cm2 t.m.a. 1 1/2" normal revenimiento 10+-2, cimbra, cimbrado, colado, corte con disco punta de diamante a 1/3" del espesor de la losa de 1/8" de ancho y ensanchamiento de 1/4 para el sellado con Backer Rod de 1/4", la modulación de las losas serán de 3.60 x 3.60 mts y sellado sonomeric 1, realizando el corte al inicio del proceso del fraguado del concreto, pasajuntas con varilla lisa (cold roll) de 1" de 46 cm. Longitud, con separación de 30 cm. @ 36 m, de longitud, vibrado, barras de amarre con varilla corrugada de 1/2" de diámetro de 60 cm de longitud, espaciadas @ 60 cm, barras de amarre en empate con losas existente, con varilla corrugada de 1/2" de diámetro de 60 cm de longitud, espaciadas @ 50 cm, con perforación hasta una profundidad de 30 cms, habilitado de acero, acabado rayado longitudinal, curado con curacreto base agua, descimbrado, colocación de plástico superficial de 6mm de espesor sobre todo el área de colado durante las primeras 8 horas de fraguado para su posterior retiro. Precio unitario: ** NOVECIENTOS TREINTA Y SEIS PESOS 07/100 M.N. **	M2	2,060.00	\$ 936.07	\$ 1'928,304.20
3.03	Construcción de dentellón de concreto MR= 38 Kg/cm2 de 60 lt/ml. Incluye todos los suministros, excavación, afine, colado, vibrado y todo lo necesario para su correcta ejecución. Precio unitario: ** QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO PESOS 03/100 M.N. **	ML	20.00	\$ 554.03	\$ 11,080.60
<b>Total de PAVIMENTOS, Y GUARNICIONES</b>					<b>\$ 2'185,524.80</b>
<b>** DOS MILLONES CIENTO OCHENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS VEINTICUATRO PESOS 80/100 M.N. **</b>					
<b>4</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>				
4.01	Renivelación de caja de válvulas, incluye: demolición de losa tapa existente, retiro de brocal y tapa de fierro fundido, suministro y colocación de concreto fc=250 kg/cm2, colocación de brocal y tapa de fierro fundido, juntas frías y curado, retiro de escombros a banco de tiro y limpieza de la zona de trabajo según proyecto. enrase de muro block de 20	pza	2.00	\$ 11,262.87	\$ 22,525.74

000157

*[Handwritten signatures]*

*[Handwritten signatures]*

*[Handwritten signature]*  
Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

Presupuesto						
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario		Total
	cm de espesor asentado con mezcla mortero-arena 1:5, aplanado interior floteado a base de mezcla mortero-arena 1:3, en una seccion cuadrada de 1.50 x 1.50 x (0.20 a 0.60mts) de profundidad Precio unitario: ** ONCE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS PESOS 87/100 M.N. **					
4.02	Renivelación de pozo de visita, incluye: enrase de muro de tabique, asentado con mezcla mortero-arena 1:5, aplanado interior floteado a base de mezcla mortero-arena 1:3, colocación de brocal y tapa de fierro fundido, colado de anillo de concreto fc=200 kg/cm2 de 20 cm de espesor armado con 3 varillas de 3/8", y estribos de 1/4" @ 15 cm.; incluye: excavación a mano para ubicación de pozo en una sección circular de 2.00 x (0.20 a 0.60mts) de profundidad, relleno y compactación con material producto de la excavación, limpieza del área de trabajo, materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución. Precio unitario: ** OCHO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 42/100 M.N. **	pza	2.00	\$ 8,692.42	\$	17,384.84
<b>Total de ALBAÑILERIA</b>					<b>\$</b>	<b>39,910.58</b>
<b>** TREINTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS DIEZ PESOS 58/100 M.N. **</b>						
<b>5</b>	<b>SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL</b>					
5.01	Suministro e instalación de señalamiento restrictivo. tipo SR-6 ( ALTO), con dimensiones de 30 cm cada lado , colado en poste galvanizado cuadrado de 2x2" perforado calibre 14 y lamina de calibre 16, fijado con tornillos anti vandálicos , incluye: excavación, fabricación de base de concreto fc 150 kg / cm2 de 30x 50 cms. el señalamiento deberá cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la S.C.T. Precio unitario: ** CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y UN PESOS 20/100 M.N. **	pza	2.00	\$ 4,191.20	\$	8,382.40
5.02	Suministro e instalación de señalamiento restrictivo. tipo SR-09 (Limite de Velocidad 40 km/h), con dimensiones de 86x86 cms cada lado , colado en poste galvanizado cuadrado de 2x2" perforado calibre 14 y lamina de calibre 16, fijado con tornillos anti vandálicos , incluye: excavación, fabricación de base de concreto fc 150 kg / cm2 de 30x 50 cms. el señalamiento deberá cumplir con las especificaciones del manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras de la S.C.T. Precio unitario: ** CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y UN PESOS 20/100 M.N. **	pza	2.00	\$ 4,191.20	\$	8,382.40
5.03	Suministro y aplicación de pintado de rayas en alto de color blanco con 40 cmts de ancho, a base de pintura termoplástica color blanco reflejante, certificada por la S.C.T norma N-CMT-5-01-001/13, para señalamiento de trafico marca Comex ó similar, aplicación con equipo mecánico en una capa de 3 mm en una sola capa, calentamiento uniforme y continuo a una temperatura de 190° a 210° y agitarlo adecuadamente, antes de su aplicación la superficie debera estar libre de todo tipo de contaminante ( polvo, partes sueltas de sustrato: pintura vieja, grava suelta ), la superficie debera estar completamente seca, evitar aplicar sobre superficies mojadas o húmedas, limpiar con equipo de soplado de alta presión. previo a la aplicación de debera considerar 1 capa de sellador primario para garantizar la perfecta adherencia. Incluir: materiales, mano de obra,	ml	40.00	\$ 283.07	\$	11,322.80

000158

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
PAVIMENTACION CON CONCRETO  
HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
	herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución, según el manual de dispositivos para control del transito en vialidades del Estado de Baja California y en general a lo establecido en la norma oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 Y 2016. Precio unitario: ** DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS 07/100 M.N. **				
5.04	Suministro y aplicación de pintado de raya en la orilla izquierda, continua de 10 cm de ancho, a base de pintura termoplástica color amarillo reflejante, certificada por la S.C.T norma N-CMT-5-01-001/13, para señalamiento de trafico marca Comex ó similar, aplicación con equipo mecánico en una capa de 3 mm en una sola capa, calentamiento uniforme y continuo a una temperatura de 190° a 210° y agitarlo adecuadamente, antes de su aplicación la superficie debera estar libre de todo tipo de contaminante ( polvo, partes sueltas de sustrato: pintura vieja, grava suelta ), la superficie debera estar completamente seca, evitar aplicar sobre superficies mojadas o húmedas, limpiar con equipo de soplado de alta presión. previo a la aplicación de debera considerar 1 capa de sellador primario para garantizar la perfecta adherencia. Incluir: materiales, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución, según el manual de dispositivos para control del transito en vialidades del Estado de Baja California y en general a lo establecido en la norma oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 Y 2016. Precio unitario: ** SETENTA Y OCHO PESOS 16/100 M.N. **	ml	150.00	\$ 78.16 \$	11,724.00
5.05	Suministro y colocación de vialeta reflejante de una cara color blanco con dimensiones de 10x10x2 cm, colocadas sobre acotamiento interno a cada 15 m, adherida al pavimento con epóxico, incluye: limpieza, pre marcado, colocación, materiales, mano de obra, limpieza del área de trabajo y equipo necesarios para su correcta ejecución. Precio unitario: ** OCHENTA Y CINCO PESOS 72/100 M.N. **	pza	15.00	\$ 85.72 \$	1,285.80
5.06	Suministro y colocación de vialeta reflejante de una cara color amarilla con dimensiones de 10x10x2 cm, colocadas sobre acotamiento interno a cada 15 m, adherida al pavimento con epóxico, incluye: limpieza, pre marcado, colocación, materiales, mano de obra, limpieza del área de trabajo y equipo necesarios para su correcta ejecución. Precio unitario: ** OCHENTA Y CINCO PESOS 72/100 M.N. **	pza	15.00	\$ 85.72 \$	1,285.80
	<b>Total de SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL</b> <b>** CUARENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS 20/100 M.N. **</b>			\$	42,383.20
<b>6</b>	<b>LIMPIEZA DE OBRA TERMINADA.</b>				
6.01	Limpieza de obra terminada; incluye: retiros, barrido y regado, limpieza del material excedente, basura, etc. Precio unitario: ** QUINCE PESOS 01/100 M.N. **	M2	2,300.00	\$ 15.01 \$	34,523.00
	<b>Total de LIMPIEZA DE OBRA TERMINADA.</b> <b>** TREINTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS VEINTITRES PESOS 00/100 M.N. **</b>			\$	34,523.00
	<b>Total de PAVIMENTACIÓN DE CALLE SAN JORGE ENTRE C. CUAUHEMOC Y C. SONORA COL. MAGISTERIAL, DELEGACIÓN OTAY CENTENARIO, TIJUANA B.C</b>			\$	3'152,833.98

4

GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV

000159  
Ing. Juan Manuel Marquez Contreras



GRUPO EDIFICADOR DEL NORTE S DE RL DE CV  
 Via Rapida poniente 15035-2 Rio Tijuana 3a etapa  
 Tijuana B.C.

**AYUNTAMIENTO DE TIJUANA**  
 PAVIMENTACION CON CONCRETO  
 HIDRAULICO DE CALLE SAN JORGE  
 ENTRE C. CUAUHEMOC Y C.  
 SONORA, COL. MAGISTERIAL,  
 DELEGACION OTAY CENTENARIO,  
 TIJUANA B.C.

Licitacion: IO-61-010-802004998-N-12-2024  
 Fecha de Inicio: 16 de Diciembre del 2024  
 Fecha de Terminacion: 15 de Marzo del 2025  
 Plazo de Ejecucion: 90 dias naturales

Fecha: 29 de Noviembre del 2024

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
** TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y TRES PESOS 98/100 M.N. **					
Subtotal de Presupuesto					\$ 3'152,833.98
** TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y TRES PESOS 98/100 M.N. **					
					I.V.A. 16.00% \$ 504,453.44
					Total \$ 3'657,287.42
** TRES MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE PESOS 42/100 M.N. **					

000160

Ing. Juan Manuel Marquez Contreras

*[Handwritten signatures]*

*[Handwritten signature]*