

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
410-18	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Control de Revisiones

Versión	Revisión	Fecha	Descripción Modificación	Folios
4	1	2019-12-19	Generada a partir de la sección 321-11 de las IDU ET-2011 versión 3.0. A partir de la Resolución 10910 de 2019 se adoptan las especificaciones ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C.	8

El documento original ha sido aprobado mediante el SID (Sistema Información Documentada del IDU). La autenticidad puede ser verificada a través del código



410-18

Participaron en la elaboración¹	Ivan Alberto Caamano Murillo, DTE / Jairo Alexander Ibarra Trujillo, DTE / Jose Alberto Prieto Hernandez, DTE / Nattalia Angelica Romero Hermosilla, DTE / Nestor Fabian Gomez Carvajal, OAP / Oscar Mauricio Velasquez Bobadilla, DTE / Roberto Carlos Aleman Lopez, OAP / Stefania Olivera Rios, DTE / Vicente Edilson Leal Moreno, DTE Yuly Caterin Diaz Jimenez, DTE /
Validado por	Isauro Cabrera Vega, OAP Validado el 2019-12-18
Revisado por	Joanny Camelo Yepez, DTE Revisado el 2019-12-18
Aprobado por	Diana Maria Ramirez Morales, SGDU Aprobado el 2019-12-19

¹El alcance de participación en la elaboración de este documento corresponde a las funciones del área que representan

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
410-18	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN

CONTENIDO

		Pág.
410.1	ALCANCE	3
410.2	MATERIALES	3
410.3	EQUIPO	4
410.4	REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	4
410.5	CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	6
410.6	MEDIDA	7
410.7	FORMA DE PAGO	8
410.9	ITEMS DE PAGO	8

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
410-18	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

410.1 ALCANCE

La presente Especificación tiene como alcance establecer el procedimiento para la mejora de las condiciones mecánicas de la subrasante con material tipo rajón. Los trabajos consisten en la adecuación y compactación de la fundación para la estructura de pavimento y el suministro y colocación de materiales pétreos adecuados de acuerdo con los planos y secciones transversales del proyecto. También aplica para cuando los suelos de fundación se encuentren constituidos por subrasantes blandas con capacidades de soporte bajas, generalmente con CBR inferiores a 2.5% en condición de humedad natural o 1.5% en condición sumergida, o cuando se encuentren rellenos o suelos que sea necesario reemplazar, con el fin de mitigar problemas de hundimientos o de deformaciones plásticas.

La colocación del rajón debe definirla el diseñador o el especialista de geotecnia o pavimentos, cuando se requieran mejorar las características mecánicas de las subrasantes blandas, dotándolas de un esqueleto mineral grueso que proporcione un terreno de fundación apto para soportar las cargas provenientes del tránsito, tanto de construcción, como el de servicio de la estructura de pavimento.

410.2 MATERIALES

410.2.1 Definición

- Rajón: corresponde a un material pétreo, de buena resistencia, con tamaño máximo de 30 cm o el equivalente a los dos tercios (2/3) del espesor de la capa de mejoramiento, siempre y cuando no supere los 30 cm.
- Capa de sello: al mejoramiento con rajón se le debe colocar encima un material de sello, que reúna las características de una subbase granular, con el fin de llenar los vacíos ínter granulares y lograr de esta manera una transición que permita que se desarrolle el nivel de compactación deseado.

Para el caso de esta Especificación el material de sello de subbase granular hace parte integral del conjunto de material de rajón y por ello debe considerarse incorporado a su costo.

Debido a la distribución de los tamaños involucrados en esta capa de mejoramiento con rajón, su densidad no podría verificarse por métodos convencionales de laboratorio. En este caso su densificación se considera satisfactoria después de que el equipo de compactación pueda pasar sobre cada capa el número de veces definido para el tramo experimental que queda establecido para todo el proyecto de acuerdo con la extensión del mismo, de acuerdo a lo que se establece en la especificación 102.

410.2.2 Requisitos de calidad

Los materiales por emplear en la construcción de los mejoramientos con rajón deben proceder de fuentes aprobadas, y deben estar constituidas por cantos rodados o bloques de roca sana, compacta resistente y durable.

- El tamaño máximo del rajón no puede superar 30 cm o los dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
410-18	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

- El porcentaje en peso de partículas menores al tamiz de 25.0 mm (1”), debe ser inferior al treinta por ciento (30%).
- Sin embargo, de acuerdo con la información obtenida durante la fase de experimentación que adelante el Contratista de Obra y que se menciona en la presente Especificación, éste puede modificar, con el visto bueno del Interventor la distribución de tamaños, adaptándola a las características del material y al proceso que se apruebe para la ejecución de la obra, según tramos experimentales.
- El desgaste en máquina de los Ángeles (ensayo INV E 219-13) debe ser inferior al 50%.
- Para el material de sello de la capa de rajón debe utilizarse material de subbase granular natural clase B - SBG50 o subbase granular reciclada AR_SBG50 conforme a lo dispuesto en el capítulo 5 de estas especificaciones.
- El Contratista de Obra debe garantizar que la capa terminada no presente tamaños superiores al indicado, dado que lo que se busca es que éstos queden parcialmente embebidos en la subrasante.

410.3 EQUIPO

La colocación del rajón puede efectuarse por medios manuales o adelantarse utilizando equipo liviano, ya sea Cargador, Bulldozer (D5 o D6 o un equipo equivalente) o con retroexcavadora de peso limitado.

410.4 REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Interventor debe exigir al Contratista de Obra que los trabajos se efectúen con una adecuada programación entre las actividades de apertura de la excavación y la colocación del rajón de tal forma que aquella quede expuesta el menor tiempo posible para evitar que el material in-situ alrededor de la excavación pierda sus condiciones iniciales.

A este respecto, es fundamental que el Contratista de Obra planifique los trabajos, de modo que, cuando las excavaciones se inicien y progresen, se tenga material suficiente y disponible de rajón para colocarlo en la excavación, tratando en lo posible que haya una secuencia oportuna en las actividades, a medida que avanzan las obras de mejoramiento, para evitar el deterioro del suelo de subrasante ante la influencia de condiciones climáticas.

El Contratista de Obra debe atender este requerimiento presentando el programa de construcción para aprobación del Interventor, el cual debe incluir los materiales que va a utilizar, con sus respectivos soportes de calidad mediante ensayos de laboratorio. Así mismo presentar el replanteo y/o localización donde se colocan los rellenos de material de mejoramiento a construir con rajón, materializando en planos los alineamientos, perfiles y secciones del trayecto donde éste se debe ejecutar.

410.4.1 Preparación de la superficie de apoyo

Antes de proceder a la colocación y compactación de los rellenos con rajón, se debe realizar la excavación del material inadecuado, sí a ello hubiere lugar. Tal actividad debe contemplar la necesidad de dejar al menos el sobre ancho previsto en los planos alrededor de la estructura. Cuando se detecte la presencia local de terrenos inestables compuestos por turba, basuras, limos orgánicos o suelos de consistencia muy blanda, se debe asegurar el retiro de estos materiales antes de iniciar los rellenos.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
410-18	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Las excavaciones para la conformación de la subrasante y la cimentación de estos rellenos de rajón deben ajustarse la Especificación 300-18 de las presentes especificaciones.

En los casos en que se detecte que el material de fundación es de muy baja consistencia y posee espesores muy grandes, se puede realizar el reforzamiento de este con capas sucesivas de rajón extendidas y compactadas. En todos los casos, la subrasante debe compactarse por pasadas de Bulldozer o compactador liviano o retroexcavadora, ajustándose adicionalmente a las experiencias que se obtengan durante la fase de experimentación.

Sólo se autoriza la colocación de materiales de relleno en rajón cuando la superficie de apoyo esté adecuadamente preparada.

El material de rajón se coloca en capas sensiblemente paralelas a la superficie de la explanación con espesor uniforme buscando que los vacíos entre los fragmentos más grandes se llenen con las partículas más pequeñas del mismo material, de modo que se obtenga el nivel de densificación deseado.

El rajón se coloca directamente en la excavación, evitando su vertido desde alturas mayores a dos metros (2,0 m), con el fin de reducir la segregación de los fragmentos al caer.

Debe extenderse con procedimientos manuales o con equipos livianos para facilitar la densificación de la capa en una forma eficiente. Se puede compactar con pasadas de Bulldozer o retroexcavadora de manera que las puntas del rajón penetren parcialmente en el terreno natural.

El método de colocación y compactación para construir las diferentes capas en que se construya el mejoramiento con rajón debe establecerse en la fase de experimentación o tramo de prueba determinando el espesor de cada capa y el sistema de colocación, acomodación y/o compactación con la obtención de las compacidades deseadas, así como el equipo adecuado para este propósito, con su número de pasadas requerido, lo cual debe someterse a la aprobación del Interventor.

410.4.2 Ajustes y verificación de la eficiencia del mejoramiento

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista de Obra debe presentar un informe técnico generado por el especialista en geotecnia donde propone al Interventor el diseño del mejoramiento y el método de construcción que considere más apropiado, para el material que se vaya a utilizar en los rellenos de rajón con el fin de cumplir las exigencias de la presente Especificación.

En dicha propuesta se especifican las características de la maquinaria por utilizar, los métodos de excavación, cargue y transporte de los materiales, el procedimiento de colocación, y el método de acomodación y/o compactación del rajón, incluyendo su densificación final con el material de sello. Así como el aporte a la estructura y el incremento de resistencia esperado respecto a la condición inicial de la subrasante, y los correspondientes parámetros que deben ser verificados (resistencia o deformación) mediante ensayos in situ tales como prueba de placa, LFWD o CBR de campo, para verificar la eficiencia del mejoramiento.

410-18

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
410-18	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Durante esta fase adicionalmente se determina, mediante muestras representativas, la granulometría y resistencia al desgaste del material colocado.

Se deben controlar, además, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales del relleno de rajón, después de cada pasada del equipo de compactación y se debe determinar el porcentaje (en volumen) de rajón que penetra dentro del suelo blando, sí a ello hubiere lugar.

410.4.3 Transporte, almacenamiento y manejo en obra

El transporte del material de rajón se debe realizar en volqueta, y una vez se descargue se debe evitar su contaminación.

410.4.4 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permite adelantar los trabajos objeto de la presente Especificación cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2 °C) o haya lluvia.

410.4.5 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante las excavaciones, en la extensión y compactación del rajón (incluyendo su sello), así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito o una prolongada exposición a éste, deben ser corregidos por el Contratista de Obra, de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

410.5 CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

410.5.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantan los siguientes controles principales, por parte del Interventor:

- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción del rajón y su sello cumplan los requisitos de calidad mencionados en esta Especificación.
- Controlar los espesores y demás requisitos exigidos a las capas colocadas y compactadas de relleno con rajón.
- Los controles referentes al sello del rajón con material de subbase granular se efectúan de acuerdo con lo que se establece el capítulo 5 de estas especificaciones para Subbase granular.

410.5.2 Controles específicos

Además debe cumplir con los lineamientos establecidos en los numerales de aseguramiento de la calidad de la Especificación 102.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
410-18	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Tabla 410. 1
Verificaciones Periódicas de calidad de los materiales

Ensayo	Norma de ensayo	Cantidad de ensayos		Criterio de aceptación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación Individual
Desgaste en la Máquina de los Ángeles Rajón	INV E 219-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	≤50%	≤50%
Control de tamaños máximos del rajón.	N/A	2 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	Cota diseño ± 30 mm	Cota diseño ± 30 mm
granulometría para el material de sello	INV E 213-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	Tmax<50mm	Tmax<50mm
Prueba in-situ.	A definir (Nota 1)	1 cada 1600 m ²	N/A	≥85% según diseño	≥85% según diseño

(1) La norma de ensayo depende del criterio de verificación definido por el especialista numeral 410.4.2

Los resultados de tales pruebas deben satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 410.2.2 de esta Especificación, so pena de rechazo.

Durante la etapa de producción se examinan las diferentes descargas de los materiales y se ordena el retiro de aquellos que, a simple vista, contengan tierra vegetal, materia orgánica, fragmentos de arcillolitas o arenitas tiernas o rocas deleznable; o tamaños superiores al máximo especificado.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente Especificación deben ser corregidas por el Contratista de Obra, asumiendo los costos que esta actividad implique.

410.6 MEDIDA

La unidad de medida para los rellenos de rajón para el mejoramiento de subrasante, incluyendo el material de sello, es el metro cúbico (m³) de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final, aproximado al metro cúbico completo.

Si el cómputo de la fracción decimal es igual o mayor a cinco décimas (≥ 0.5), la aproximación al metro cúbico (m³) completo se debe hacer por exceso y si es menor a cinco décimas (< 0.5) se hace por defecto.

Los volúmenes de rajón deben ser medidos con base en las áreas de las secciones transversales deducidas de los planos y los controles topográficos que se realicen.

En aquellas zonas en que el rajón se construya sobre terrenos inestables, mediante el proceso de hundimiento o desplazamiento de la masa, el volumen de rajón empleado hasta alcanzar el nivel del terreno original se mide en metros cúbicos sueltos (m³), aproximados al metro cúbico completo.

Para estos efectos, el Interventor efectúa su cotejo con base en el volumen de material que efectivamente llegue en volquetas debidamente enrasadas, a partir de la suma de los volúmenes medidos en cada viaje de volqueta cuya cantidad es vertida en el tramo. Esta verificación exige medir, en cada viaje, el volumen de material que contiene el platón de la volqueta respectiva, que debe estar enrasada, para finalmente totalizar la suma de los metros cúbicos sueltos que llegaron a la obra para

410-18

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
410-18	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

ser colocados como rellenos de rajón.

410.7 FORMA DE PAGO

El pago por el mejoramiento de la subrasante con rajón se debe hacer por metro cúbico, al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada, de acuerdo con la presente Especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario debe cubrir los costos de adquisición del material de rajón y su capa de sello con material de subbase granular, además debe incluir los costos relacionados con el uso de los equipos. Todo esto conforme a las disposiciones de la presente Especificación.

Dentro de lo anteriormente citado están implícitas las actividades relacionadas con el acopio, desperdicios, cargues, descargues, colocación, conformación, nivelación y compactación de los materiales utilizados, las actividades de conservación de la capa terminada y en general, toda actividad relacionada con la correcta construcción de la capa, conforme a los requerimientos para la ejecución de los trabajos de esta Especificación.

Se excluyen del precio unitario las labores de excavación y de preparación y conformación de la superficie de apoyo del rajón, las cuales se pagan de acuerdo con la Especificación 300 "Excavaciones para conformación de la subrasante" de estas especificaciones.

410.9 ITEMS DE PAGO

410.9.1	Rajón compacto (incluye material de sello)	Metro cúbico (m ³)
410.9.2	Rajón suelto (A partir de la suma de los volúmenes medidos en cada viaje de volqueta enrasada)	Metro cúbico (m ³)