

PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO

ARTÍCULO 510 – 13

510.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la colocación de una capa de arena, la colocación, la compactación y el confinamiento de adoquines de concreto y el sello del pavimento, de acuerdo con los alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor.

510.2 MATERIALES

510.2.1 Adoquines

Los adoquines deberán cumplir los requisitos generales establecidos en la norma NTC 2017, “Adoquines de concreto para pavimentos”, con excepción de los requisitos de calidad, que serán los indicados en la Tabla 510 - 1; estos requisitos de calidad reemplazan a los establecidos en la norma NTC 2017 para resistencia a la flexotracción, absorción de agua y resistencia a la abrasión.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, los adoquines serán rectangulares de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 8 cm de espesor, con separadores y biseles.

Tabla 510 - 1. Requisitos de calidad para adoquines de concreto

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	
		VALOR PROMEDIO DE 5 ELEMENTOS	VALOR INDIVIDUAL
Resistencia a la compresión a 28 días, mínimo (MPa)	E-426	55	50
Absorción, máximo (%)	E-427	5	7
Resistencia a la abrasión mediante chorro de arena:			
- Coeficiente de pérdida de volumen por abrasión, máximo (cm ³ /cm ²)	E-425	15 cm ³ / 50 cm ²	-
- Pérdida promedio de espesor, máximo (mm)		3	

510.2.2 Arena para la capa de soporte

La arena utilizada para la capa de apoyo de los adoquines, será de origen aluvial, sin trituración, libre de polvo, materia orgánica y otras sustancias objetables. Deberá, además, satisfacer los siguientes requisitos:

510.2.2.1 Granulometría

La arena por emplear se deberá ajustar a la gradación que se indica en la Tabla 510 - 2.

Tabla 510 - 2. Granulometría de la arena para soporte de los adoquines

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.150	0.075
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
% PASA								
ÚNICA	100	95-100	80-100	50-85	25-60	5-30	0-10	0-1

510.2.2.2 Calidad

La arena para la capa de soporte de los adoquines deberá cumplir los requisitos de calidad especificados en la Tabla 510 - 3.

510.2.3 Arena para sello

La arena utilizada para el sello de las juntas entre los adoquines será de origen aluvial sin trituración, libre de finos plásticos, polvo, materia orgánica y otras sustancias objetables. En la Tabla 510 - 4 se especifica su granulometría.

En cuanto a calidad, la arena para sello deberá cumplir los mismos requisitos establecidos en la Tabla 510 - 3 para la arena de soporte de los adoquines.

Tabla 510 - 3. Requisitos de calidad de la arena para la capa de soporte de los adoquines

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-245	8
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de sodio, máximo (%)	E-220	7
Geometría de las partículas (F)		
Partículas sub-angulares y sub-redondeadas combinadas, mínimo (%)	E-102	60
Limpieza (F)		
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	NP
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	60

Tabla 510 - 4. Requisitos granulométricos para la arena de sello

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)					
	2.36	1.18	0.6	0.3	0.150	0.075
	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
% PASA						
ÚNICA	100	90-100	60-90	30-60	5- 30	0-15

510.3 EQUIPO

Básicamente, el equipo necesario para la ejecución de los trabajos consistirá en elementos para el transporte ordenado de los adoquines que impida la alteración de calidad de las piezas, vehículos para el transporte de la arena, una vibrocompactadora de placa y herramientas manuales como rieles, reglas, enrasadoras, palas, llanas, palustres, escobas, cepillos, etc.

Para la instalación se podrán utilizar, también, equipo mecánico adecuado para este propósito.

510.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

510.4.1 Preparación de la superficie existente

La capa de arena de soporte de los adoquines no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan los límites que acepta la especificación correspondiente a dicha unidad de obra, se deberá corregir de acuerdo con lo establecido en ella, a plena satisfacción del Interventor.

510.4.2 Colocación y nivelación de la capa de arena

La arena se colocará seca y en un espesor uniforme tal que, una vez compactado el pavimento, la capa tenga un espesor entre treinta y cuarenta milímetros (30 - 40 mm).

Si la arena ya colocada sufre algún tipo de compactación antes de colocar los adoquines, se someterá a la acción repetida de un rastrillo para devolverle su carácter suelto y se enrasará de nuevo.

La capa de arena se deberá extender coordinadamente con la colocación de los adoquines, de manera que ella no quede expuesta al término de la jornada de trabajo.

510.4.3 Colocación de los adoquines

Los adoquines se colocarán directamente sobre la capa de arena nivelada, al tope unos con otros, de manera que generen juntas que no excedan de tres milímetros (3 mm).

Los adoquines no se nivelarán individualmente, pero sí se podrán ajustar horizontalmente para conservar el alineamiento.

Para zonas en pendiente, la colocación de los adoquines se hará preferiblemente de abajo hacia arriba.

La colocación seguirá un patrón uniforme, el cual se controlará con hilos para asegurar su alineamiento transversal y longitudinal.

El patrón de colocación de los adoquines deberá estar definido en los documentos del proyecto. Si estos no lo definen, se podrán usar las

siguientes guías para su definición en obra; el patrón de colocación que finalmente proponga el Constructor deberá contar con la aprobación del Interventor.

510.4.3.1 Adoquines rectangulares de relación largo/ancho de 2/1

El patrón de colocación será preferiblemente de espina de pescado, dispuesto en cualquier ángulo sobre la superficie, patrón que se seguirá de manera continua, sin necesidad de alterar su rumbo al doblar esquinas o seguir trazados curvos.

Si los adoquines se colocan en hileras, deberán cambiar de orientación para respetar la perpendicularidad a la dirección preferencial de circulación.

510.4.3.2 Adoquines de otras formas

Los adoquines de otras formas se tratarán de colocar en hileras perpendiculares a la dirección preferencial de circulación, pero sin cambiarles el sentido al doblar esquinas o seguir trazados curvos.

510.4.4 Ajustes

Una vez colocados los adoquines que quepan enteros dentro de la zona de trabajo, se colocarán ajustes en las áreas que hayan quedado libres contra las estructuras de drenaje o de confinamiento.

Estos ajustes se harán, preferiblemente, partiendo adoquines en piezas con la forma necesaria. Los ajustes cuya área sea inferior a la cuarta parte del tamaño de un adoquín, se harán después de la compactación final, empleando un mortero compuesto, en volumen, por una (1) parte de cemento, cuatro (4) de arena y poca agua.

510.4.5 Compactación inicial

Una vez terminados los ajustes con piezas partidas, se procederá a la compactación inicial de la capa de adoquines, mediante la pasada de una vibrocompactadora de placa, cuando menos dos (2) veces en direcciones perpendiculares.

El área adoquinada se compactará hasta un metro (1 m) del borde del avance de la obra o de cualquier borde no confinado. Al terminar la jornada de trabajo, los adoquines tendrán que haber recibido, al menos, la compactación inicial, excepto en la franja de un metro (1 m) recién descrita.

Todos los adoquines que resulten partidos durante este proceso, deberán ser extraídos y reemplazados por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

510.4.6 Sello de juntas y compactación final

Inmediatamente después de la compactación inicial, se aplicará la arena de sello sobre la superficie, en una cantidad equivalente a una capa de tres milímetros (3 mm) de espesor y se barrerá repetidamente y en distintas direcciones, con una escoba o cepillo de cerdas largas y duras. En el momento de su aplicación, la arena se deberá encontrar lo suficientemente seca para penetrar con facilidad por las juntas.

Simultáneamente, se aplicará la compactación final, durante la cual cada punto del pavimento deberá recibir al menos cuatro (4) pasadas de la vibrocompactadora de placa, preferiblemente desde distintas direcciones.

Si el Interventor lo considera conveniente, la compactación se completará con el paso de un rodillo neumático o uno liso de rodillos pequeños, con el fin de reducir las deformaciones posteriores del pavimento.

510.4.7 Confinamiento

Los pavimentos de adoquines deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje del tránsito vehicular.

Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y deberán penetrar, por lo menos, quince centímetros (15 cm) en la capa de base que se encuentre bajo la capa de arena y su nivel superior cubrirá, como mínimo, la mitad del espesor del adoquín después de compactado.

510.4.8 Apertura al tránsito

El tránsito automotor no se permitirá hasta que el pavimento haya recibido la compactación final y esté completamente confinado.

510.4.9 Limitaciones en la ejecución

Ninguna de las operaciones que forman parte de la construcción del pavimento de adoquines de concreto se realizará en momento de lluvia o fundados temores de que esta ocurra. Si la capa de arena que sirve de apoyo a los adoquines ha soportado lluvia o agua de escorrentía, deberá ser levantada y reemplazada por una arena suelta de humedad baja y uniforme.

Si se tenían adoquines colocados sin compactar ni sellar, el Interventor investigará si el agua ha producido erosión de la arena por debajo de las juntas y, en caso de que ello haya sucedido, el Constructor deberá retirar los adoquines y la capa de arena y repetir el trabajo, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Los trabajos de construcción del pavimento de adoquines de concreto se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

510.4.10 Manejo ambiental

Todas las labores para la construcción de pavimentos de adoquines se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales

510.4.11 Conservación

Durante un lapso de cuanto menos dos (2) semanas, se dejará un sobrante de arena esparcido sobre el pavimento terminado, de manera que el tránsito y las posibles lluvias ayuden a acomodar la arena en las juntas.

No se permitirá lavar el pavimento con chorro de agua a presión, ni recién terminada su construcción, ni posteriormente.

510.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

510.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se efectuarán los siguientes controles principales.

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción;
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación;
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo adoptado y aprobado;
- Realizar medidas para levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

510.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

510.5.2.1 Calidad de la arena

De cada procedencia de las arenas empleadas en la capa de soporte y en el sello y para cualquier volumen previsto, el Interventor tomará cuatro (4) muestras y a cada fracción de ellas se le deberán realizar los ensayos que se encuentran indicados en la Tabla 510 - 3.

Durante la etapa de producción, se realizarán las verificaciones periódicas de calidad indicadas en la Tabla 510 - 5.

Además, se deberán adelantar las pruebas adicionales que le permitan al Interventor tener certeza de la calidad de las arenas utilizadas, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer los requisitos indicados en este Artículo o, de lo contrario, el Interventor rechazará aquellos materiales que resulten inadecuados.

Tabla 510 - 5. Verificaciones periódicas sobre las arenas de soporte y sello

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Dureza (O)		
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-245	1 por mes
Composición (F)		
Granulometría	E-123	1 por jornada
Geometría de las partículas (F)		
Partículas sub-angulares y sub-redondeadas combinadas	E-102	1 por jornada
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de sodio	E-220	1 por mes
Limpieza (F)		
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana

510.5.2.2 Calidad de los adoquines

Los adoquines deberán cumplir las condiciones generales (apariencia, forma, dimensiones), que se establecen en la norma NTC 2017 y los requisitos de calidad (resistencia a la compresión, absorción y resistencia a la abrasión) indicados en la Tabla 510 - 1.

El Constructor deberá entregar la certificación expedida por el fabricante donde conste el cumplimiento de los requisitos mencionados en el párrafo anterior. No se aceptará el uso de adoquines que no cuenten esta certificación.

La certificación no evitará la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. Para la comprobación de la calidad de los adoquines, se deberán seguir los lineamientos de la norma NTC 2017 en cuanto al muestreo y la frecuencia de los ensayos.

510.5.2.3 Calidad del producto terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa construida no podrá ser menor que la indicada en los planos o la determinada por el Interventor.

La cota de cualquier punto del pavimento terminado no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, la superficie del pavimento terminado no podrá presentar irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), según la norma de ensayo INV E-793; la regla se colocará tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

510.6 MEDIDA

La unidad de medida del pavimento de adoquines de concreto será el metro cuadrado (m²), aproximado al metro cuadrado completo, de pavimento colocado y terminado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor. No se incluirá en la medida ningún área por fuera de estos límites.

510.7 PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato y por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales, así como los costos de explotación, clasificación, cargues, transportes, descargues, desperdicios, almacenamiento y colocación de la arena conforme lo exige esta especificación.

También, deberá cubrir todos los costos de adquisición de los materiales para elaborar los adoquines, su fabricación, cargues, transportes, descargues, desperdicios, almacenamiento, colocación, elaboración de ajustes y compactación; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la señalización de la vía y el ordenamiento del tránsito durante el período de realización de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por dicho concepto. Si dicho ítem no está incluido en el contrato, el Constructor deberá incluir el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del pavimento de adoquines de concreto.

Además, el precio unitario deberá incluir la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Las obras de confinamiento del pavimento de adoquines se ejecutarán y pagarán según el ítem correspondiente contemplado en los documentos del proyecto; en el caso de bordillos de concreto, aplicará lo establecido en el Artículo 672, "Bordillos de Concreto".

510.8 ÍTEM DE PAGO

510.1 Pavimento de adoquines de concreto

Metro cuadrado (m²)