

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONDICIONES PARTICULARES.

CAPÍTULO 1 – ADOQUINES DE HORMIGÓN.

Artículo 1. DESCRIPCIÓN

1.1. Adoquín requerido.

Adoquín de hormigón, no reforzado, apto para construcción de pavimentos de de adoquín de hormigón para tránsito vehicular sobre llanta neumática.

TIPO: ADOQUÍN ESTÁNDAR, BISELADO, CON SEPARADORES, TIPO 1 RECTANGULAR ANGULADO UNI-STONE, MONOCAPA GRIS, 8 CM DE ESPESOR.

Clasificación según norma IRAM 11656:2010. Capítulo N° 4.

1.2. Cara lateral.

Aquella cara del adoquín que hace contacto con las adyacente, presentando una superficie continua, cuya proyección vertical corresponde al lado perimetral de la cara vista, permitiendo la yuxtaposición de los adoquines y formando una junta entre ellos, denominada junta trabada.

1.3. Transferencia de cargas.

Aquellas cargas que se transfieren en forma interactiva entre adoquines adyacentes a través de sus caras laterales en contacto. Las cargas verticales se transmiten en la junta vertical por fricción entre los adoquines y las cargas horizontales resultantes son resistidas por el trabado interpuesto.

1.4. Bisel.

Plano oblicuo a 45° o menos, con relación a la cara vista, que corta la cara vista y la cara lateral y que reemplaza la arista del lado perimetral de la cara vista.

1.5. Aspecto.

1.5.1. Cara vista: La superior del adoquín, expuesta al tránsito.

1.5.2. Cara inferior: La inferior, base de apoyo del adoquín, en contacto con el terreno o base estructural, generalmente a través de una capa de arena.

1.5.3. Superficie lateral: La cara lateral del adoquín, en contacto con los adoquines adyacentes, generalmente por intermedio de una junta de arena.

1.6. Defectos.

1.6.1. Melladura de arista: Discontinuidad en una arista situada en la cara vista del adoquín.

1.6.2. Melladura de esquina: Discontinuidad en una esquina situada en la cara vista del adoquín.

1.6.3. Rebaba: Porción sobrante de hormigón que presenta el adoquín en sus bordes y en su superficie.

1.7. Medidas

1.7.1. Ancho: Cuando existe un solo eje de simetría, distancia entre las tangentes al contorno de la figura tomadas sobre la cara vista del adoquín y paralelas al eje de simetría, que están más alejadas de éste. Cuando existen dos ejes de simetría, distancia entre las tangentes al contorno de la figura, tomadas sobre la cara vista de adoquín, paralelos al eje de simetría mayor y que están más alejadas de éste.

1.7.2. Largo: Cuando existe un solo eje de simetría, distancia entre las tangentes al contorno de la figura tomadas sobre la cara vista del adoquín, normales al eje de simetría y que están más alejadas entre sí. Cuando existen dos ejes de simetría, distancia entre las tangentes al contorno de la figura tomadas sobre la cara vista del adoquín, paralelas al eje de simetría menor y que están más alejadas de éste. Nota: Cuando solo existe simetría central, el ancho y largo de los adoquines se determinará midiendo las distancias entre los lados opuestos del paralelogramo circunscrito.

1.7.3. Espesor: Promedio de los espesores del adoquín, medidos en su centro y en 3 puntos convenientes de su cara vista, ubicados a 5 cm del borde, equidistantes entre sí y del centro.

Artículo 2. FORMAS DE COTIZACIÓN, PAGO Y CONDICIONES DE ENTREGA

2.1. Forma de cotización:

Los oferentes **deberán** cotizar el precio final del m² del adoquín requerido (IVA incluido), incluyendo el costo de carga de los equipos.

La oferta básica deberá incluir además, el costo del transporte y descarga de los adoquines en las instalaciones de acopio de la municipalidad de Malargüe o en lugar de obra (en el radio urbano del distrito cabecera del departamento de Malargüe), según lo indique la inspección oportunamente.

Los oferentes podrán cotizar alternativas que no incluyan costos de transporte y descarga de los adoquines, sin embargo, en todos los casos se deberá cotizar con el costo de carga de los equipos.

NO SERÁN ADMISIBLES AQUELLAS PROPUESTAS QUE OMITAN LA OFERTA BÁSICA.

LA MUNICIPALIDAD DE MALARGÜE SE RESERVA EL DERECHO DE ADJUDICAR LA COMPRA DE ADOQUINES SIN TRANSPORTE INCLUIDO.

2.2. Plazos y condiciones de entrega y pago.

Se establece un plazo máximo de 4 meses para la entrega de la totalidad del material solicitado, contados a partir de la notificación de adjudicación.

Las entregas mensuales no serán menores al 25 % del total del material requerido.

Los pagos se concretarán en forma mensual, contra certificación y verificación de calidad.

En todos los casos, el control de recepción DEFINITIVA se ejecutará en las instalaciones de acopio de la municipalidad de Malargüe, por lo que la aceptación definitiva estará sujeta a los resultados de los ensayos correspondientes.

Previo a la fabricación de cada una de las partidas o lotes de adoquines correspondientes a la Municipalidad de Malargüe y con la antelación suficiente para coordinar la visita, LA EMPRESA notificará al Municipio, indicando fecha exacta de inicio de los trabajos y asegurará el ingreso a fábrica de personal técnico designado por la Municipalidad de Malargüe (2 operarios), quienes inspeccionarán la fabricación y rotulado de los lotes correspondientes; pudiendo ser la fabricación parcial o total. A su vez, y en conjunto con personal de LA EMPRESA, se procederá a seleccionar muestras representativas y las mismas serán sometidas a los ensayos de laboratorio indicados en la Norma IRAM 11656 exclusivamente a los 28 días de fabricación de los mismos.

Cuando los ensayos sean efectuados en el laboratorio del fabricante, y los resultados no sean los especificados en pliego, no se procederá al despacho de tales partidas, sin embargo, cuando los resultados sean aceptables, se procederá al despacho, quedando la recepción definitiva de los mismos supeditada a los resultados de ensayos ejecutados por la Municipalidad de Malargüe.

Cuando los ensayos sean ejecutados en Universidades, y los mismos sean satisfactorios, tal ensayo será aval suficiente para la recepción definitiva de los lotes ensayados.- En consecuencia se realizara el acta correspondiente

de aprobación del lote previo a su despacho, indicando cantidad en m² y número de lote para su identificación. Tal aceptación no implica que se puedan rechazar in situ, aquellos adoquines que al momento de despaletizar, sean inadecuados a juicio de la inspección, basándose en los requisitos de la IRAM 11.656.

En el caso de lotes rechazados, el proveedor deberá hacer retiro del lote rechazado y reposición de un lote adecuado, procederá a hacerlo a su cargo, sin que esto de derecho a reclamación alguna de su parte.

**EL INCUMPLIMIENTO EN LOS PLAZOS Y CANTIDADES DE ENTREGA
SERÁ PENALIZADO SEGÚN ART. 153 Y 154 DE LA LEY 8.706, Y
DECRETO REGLAMENTARIO Nº 1000 B.O. 25/06/15.**

Artículo 3. REQUISITOS FÍSICOS

3.1. Materiales

- 3.1.1. IRAM 1512 - Agregado fino para hormigón de cemento.
- 3.1.2. IRAM 1531 - Agregado grueso para hormigón de cemento.
- 3.1.3. IRAM 1567 - Agregados livianos para hormigón estructural.
- 3.1.4. IRAM 1601 - Agua para morteros y hormigones de cemento portland.
- 3.1.5. IRAM 1663 - Hormigón de cemento. Aditivos químicos.
- 3.1.6. IRAM 1698 - Aditivos incorporadores de aire para hormigones.
- 3.1.7. IRAM 11657 - Adoquines de hormigón para pavimentos. Requisitos para su colocación y recomendaciones sobre la estructura básica.
- 3.1.8. IRAM 50000 - Cemento. Cemento para uso general. Composición, características, evaluación de la conformidad y condiciones de recepción.
- 3.1.9. IRAM 50001 - Cemento. Cementos con propiedades especiales.
- 3.1.10. IRAM-IAS U 500-503 - Aceros al carbono para uso estructural.
- 3.1.11. ASTM C 979 - Standard Specification for Pigments for Integrally Colored Concrete.

3.2. Requisitos Geométricos

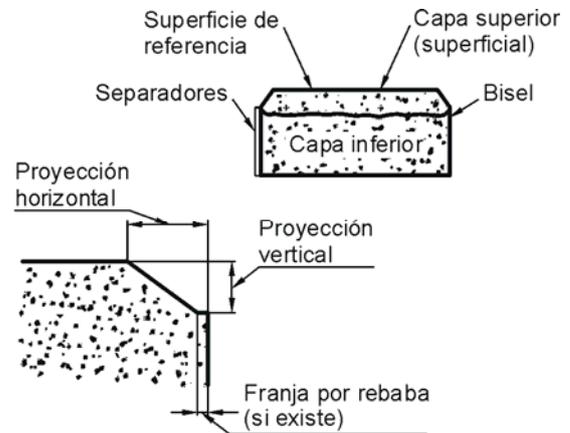
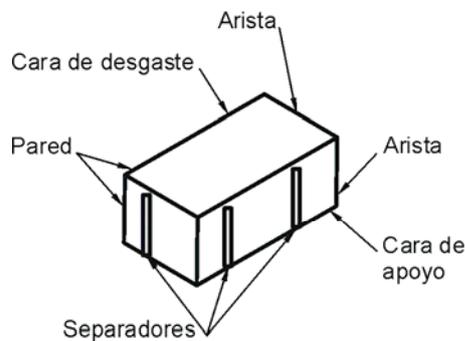
- 3.2.1. **Largo:** El largo nominal (ln) de los adoquines será de 200 mm.
- 3.2.2. **Ancho:** El ancho nominal (an) de los adoquines será de 100 mm.
- 3.2.3. **Espesor:** El espesor estándar (ee) de los adoquines será de 80 mm.
- 3.2.4. **Junta estándar:** El ancho de la junta estándar debe ser como mínimo de 2,5 mm hasta un máximo de 5 mm (IRAM 11657).
- 3.2.5. **Tolerancias:** Las cuatro medidas del espesor real (er), tomadas para cada espécimen de la muestra, no deben diferir en más de 3 mm.
Tanto el largo real promedio (lr) como el ancho real promedio (er) para cada espécimen de la muestra, no deben diferir del largo estándar (le) y del ancho estándar (ae), respectivamente, en +/- 2 mm.

En los adoquines, el espesor real promedio (e_r) para cada espécimen de la muestra, no debe diferir del espesor real estándar (e_e) en ± 2 mm.

En adoquines con acabado impreso o acabado arquitectónico (secundario), el fabricante debe indicar la variación adicional que se debe considerar para la tolerancia debida a dicho acabado, tanto para la medición del espesor estándar (e_e) como para la diferencia máxima entre cualquier par de medidas.

3.2.6. Aristas: Para las aristas de la cara de desgaste de los adoquines no biselados se deben aceptar saltaduras con una dimensión tal que sus proyecciones sobre el plano horizontal (superficie de desgaste o de referencia) y sobre el plano vertical (paredes) no excedan 3 mm. Las saltaduras mayores que las anteriores se deben considerar como defectos.

3.2.7. Bisel: El bisel debe tener igual forma o perfil en todo su largo, tanto la proyección horizontal (phb) como la proyección vertical (pvb) del perfil del



bisel deben tener como mínimo 3 mm y como máximo 7 mm (ver figura). La diferencia entre la mayor y la menor de las cuatro mediciones de la proyección horizontal del bisel (phb) y de la proyección vertical del bisel (pvb), tomadas para cada espécimen de la muestra no debe ser mayor que 1,5 mm.

3.2.8. Separadores: El fabricante debe definir las características de los separadores en su catálogo y éstos deben tener un ancho y un espesor uniformes en todo su largo.

Cada cara lateral del adoquín debe contar con un separador, de forma tal que se genere una junta estándar de ancho constante entre los adoquines adyacentes que permita su posterior llenado con arena de sello.

El separador debe ser fabricado conjuntamente con el adoquín siempre en una misma posición, de forma tal que ante cualquier patrón de colocación utilizado, nunca se produzca la coincidencia de los separadores entre adoquines adyacentes, respetándose de tal modo, el ancho de la junta estándar generada entre ellos. La ubicación más común de los separadores con respecto al extremo del adoquín, es igual a $1/3$ ó $1/4$ del largo de la cara en la que se generan dichos separadores.

Los adoquines pueden ser fabricados con elementos espaciadores, caras laterales con conicidad perimetral o achaflanada y perfilados. En estos casos, el fabricante debe especificar sus medidas nominales.

El tamaño del espacio donde va colocado el adoquín debe incluir un margen para las juntas y sus tolerancias.

En los adoquines que se van a colocar manualmente o con máquina con sujeción por succión en la cara de desgaste, los separadores deben ir desde la cara de apoyo hasta la mitad de su espesor real, pudiendo llegar, como mínimo, hasta el borde del bisel sobre la pared correspondiente. En los adoquines que se van a colocar con máquina con sujeción por empuje lateral sobre las paredes, los separadores deben ir hasta una distancia del borde inferior del bisel hasta 5 mm como máximo.

Considerar especificaciones para adoquín colocado a mano.

3.3. Apariencia

Los requisitos de acabado son obligatorios para cada muestra. Los requisitos de textura, color y eflorescencia de la cara de desgaste sólo se deben exigir cuando las características deseadas en los adoquines así lo requieran.

3.3.1. Acabado: El fabricante debe indicar en su catálogo el acabado de sus adoquines, ya sea primario o secundario, utilizando las denominaciones establecidas en la norma IRAM 11656-2010 y dicha denominación debe ser parte de la descripción del producto en los términos del contrato de suministro de los adoquines.

Todos los adoquines deben estar sanos y no deben tener fisuras ni otros defectos que interfieran con el proceso de colocación, o que perjudiquen significativamente el comportamiento y estabilidad del pavimento. La presencia de fisuras menores, inherentes al método de fabricación, o las saltaduras menores que resultan de los métodos usuales de manipulación en el despacho y en la entrega, no son motivo de rechazo.

El 5% del lote o del despacho puede tener pequeñas fisuras, o saltaduras no mayores que 10 mm en cualquiera de las aristas diferentes a las de la cara de desgaste.

Las rebabas horizontales se pueden producir en la parte inferior del adoquín por desgaste del molde. Si son mayores que los separadores pueden generar el desvío de la línea del pavimento dando origen a juntas no homogéneas que deben ser corregidas de acuerdo con la IRAM 11657.

3.3.2. Textura de la cara de desgaste: La textura de la cara de desgaste puede ser definida por el proyectista, el fabricante y el director de obra, teniendo en cuenta muestras de los límites dentro de los cuales puede variar la producción.

El hecho de que la textura de la cara de desgaste de los adoquines sea abierta o cerrada afecta la apariencia, la resistencia al resbalamiento, al deslizamiento y la generación y atenuación de ruido. La textura puede ser

tan abierta como se quiera, siempre y cuando las partículas de agregado no se desprendan de la masa, pero las texturas abiertas conllevan mayor acumulación de polvo, suciedad y mayor cambio del color de referencia de dicha superficie.

3.3.3. Color de la cara de desgaste: El color de la cara de desgaste puede ser definido por el proyectista, el fabricante y el director de obra, en base a los catálogos suministrados por el fabricante y muestras de los límites dentro de los cuales puede variar la producción.

El color del hormigón no tiene un valor ni una uniformidad absolutos, pues las variaciones naturales e inevitables en el color de los cementos, de los agregados y del proceso de producción, hacen cambiar, en mayor o menor cantidad, el color de los adoquines, sin que esto sea una falla del fabricante, siempre y cuando ocurra dentro del rango de tonalidades previsto por las muestras suministradas por él.

3.4. Requerimientos técnicos

3.4.1. Absorción de agua: En el momento de la entrega en obra, los adoquines de hormigón deben tener una absorción de agua total (Aa%), para todo el volumen del espécimen, **no mayor que 5% para el promedio y menor o igual a 7% para el valor individual, referida a la masa del adoquín seco.**

3.4.2. Módulo de rotura a la flexión (Mr): Los adoquines de hormigón deben cumplir los siguientes requisitos del módulo de rotura a la flexión (Mr), **valor promedio mayor o igual a 6 MPa, valor individual mayor o igual a 5 MPa.**

3.4.3. Resistencia a la Compresión: Las resistencias mínimas de rotura a la compresión a los 28 días del hormigón utilizado en los adoquines será, **como promedio, mayor o igual que 50 MPa y la individual mayor o igual que 45 MPa.**

3.4.4. Resistencia a la abrasión: El valor promedio del largo de la huella de tres especímenes sometidos al método de ensayo no debe ser mayor que **21 mm.**

Artículo 4. MUESTREO Y RECEPCIÓN

4.1. Muestras previas a la adjudicación:

Para controlar la apariencia de los adoquines con relación al acabado, la textura, el color y la eflorescencia y para la aprobación del Municipio, el fabricante debe entregar al momento de la apertura de sobres, 9 (NUEVE) adoquines patrón, representativos de los extremos dentro de los cuales puede variar el acabado y la textura, dos para el color, dos para la

eflorescencia, y tres para evaluar el MR.

Inmediatamente luego de la apertura de sobres y en un plazo no mayor a 5 días la Municipalidad de Malargüe procederá al muestreo de 6 adoquines adicionales, los cuales serán seleccionados por personal municipal el día de elaboración de los mismos. A tal efecto la empresa oferente deberá adjuntar en su oferta nota indicando aceptación de ingreso del personal municipal a las instalaciones de fabricación del producto y su posterior muestreo.

Una vez adjudicada la compra, los patrones serán conservados por el Municipio, para la recepción del producto y para los rechazos.

4.2. Tamaño del lote y de la muestra:

Cada lote tendrá una cantidad de 10 000 unidades como máximo (se considerará como tamaño del lote a la cantidad que llegue a obra en cada uno de los equipos).

De cada lote o fracción se deben tomar al azar Nueve (9) unidades como muestra representativa del mismo y Nueve (9) unidades como muestra testigo.

Esta muestra es independiente a los patrones previos a la adjudicación.

Los adoquines se deben rotular de manera que se pueda identificar su procedencia en cualquier momento (proyecto, lote, muestra, espécimen).

4.3. Aceptación o rechazo:

La aceptación o el rechazo se producirán según las condiciones indicadas en la norma IRAM 11627, pero teniendo en cuenta lo mencionado a continuación:

1. Si al efectuar las determinaciones se obtuvieran resultados satisfactorios, se aceptará el lote.
2. Si al efectuar las determinaciones se obtuvieran resultados que no cumplan con los requisitos establecidos, se rechazará el lote correspondiente.
3. Si el vendedor no aceptará los valores experimentales obtenidos, se repetirán el o los ensayos en cuestión sobre la porción de muestra reservada para los casos de discrepancia, que será ensayada por las partes en forma conjunta o remitida a un árbitro, de acuerdo con lo que se convenga.
4. Si algunos de los ensayos realizados sobre esta porción no diera resultados satisfactorios, se confirmará el rechazo, correspondiendo al vendedor hacerse cargo de los gastos originados por la repetición de los ensayos.
5. Si todos los ensayos dieran resultados satisfactorios, se aceptará el lote y corresponderá al comprador, en este caso, hacerse cargo de los gastos originados por la repetición de los ensayos.
6. **EL PROVEEDOR NO PODRÁ FACTURAR NINGÚN LOTE QUE NO CUENTE CON EL CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN EMITIDO POR LA DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS.**
7. **CUANDO EL LOTE SEA ACEPTADO, PERO AL MOMENTO DEL DESEMBALAJE PARA UTILIZACIÓN DE LOS ADOQUINES SE DETECTEN**

DEFICIENCIAS CAUSANTES DE RECHAZO, LOS MISMOS SE ACUMULARÁN EN EL DEPÓSITO MUNICIPAL Y DEBERÁN SER REEMPLAZADOS EN IGUAL CANTIDAD POR EL PROVEEDOR, A SU CARGO, SIN QUE ESTO DE DERECHO A RECLAMACIÓN ALGUNA DE SU PARTE.

Artículo 5. MÉTODOS DE ENSAYO

Para cada espécimen de cada muestra se deben evaluar, sucesivamente, los siguientes parámetros: apariencia, medidas, absorción de agua (Aa%), densidad (d), largo de la huella (lh), módulo de rotura (Mr) y resistencia a la compresión.

5.1. Apariencia

Para evaluar el acabado y textura, el color y la eflorescencia se deben colocar los cinco especímenes de la muestra ordenados progresivamente para ver la intensidad de la característica que se desea evaluar sobre una superficie de color uniforme iluminada con luz natural. Luego se deben tomar los dos patrones previamente definidos para la característica que se desea evaluar y se deben colocar al lado correspondiente de la secuencia. Dichos patrones deben seguir siendo los valores extremos para poder aceptar que la muestra cumple con la característica que se está evaluando.

Luego se repite el procedimiento para las demás características que se deseen evaluar.

5.2. Medidas:

Instrumental: Regla graduada, que permita leer asegurando los 0.5 mm; calibrador, que permita leer 0,5 mm.

Especímenes: Con respecto al número, se medirá el número de especímenes que surja de la aplicación de la norma IRAM 11627. Con respecto al tamaño, se toma el espécimen completo. A los efectos de su posterior identificación, se marcan los especímenes con un número y/o una letra.

Procedimiento: Se miden con la regla, el ancho y el largo y con el calibrador el espesor del adoquín, efectuándose como mínimo dos mediciones para cada medida y promediándose los resultados.

Para adoquines con caras vistas irregulares, se completa la medición con las medidas necesarias para tener su relevamiento sobre un plano debidamente acotado.

Cálculo. Las áreas de la cara vista, cara inferior y caras laterales, se calculan por la suma de las medidas de las superficies poligonales respectivas, inscriptas y /o circunscriptas, según sea necesario.

Informe. El informe incluirá:

El método empleado y el número de esta norma;

El número y/o letra de identificación de los especímenes;

Cada una de las medidas del largo, ancho, espesor y demás medidas necesarias y el promedio; Los valores de las áreas de la cara vista, inferior y laterales.

5.3. Absorción de agua y Densidad

Instrumental: Estufa de aire, que permita alcanzar una temperatura de 110 °C + 5 °C; desecador; balanza, que permita efectuar las pesadas asegurando los 10 g.; recipientes, con agua (IRAM 1601).

Especímenes: Se deben utilizar los tres adoquines de la muestra después de haberles efectuado las mediciones (excepto la del espesor de la capa superficial (ecs)), y a los que posteriormente se les va a determinar su resistencia a la flexión [módulo de rotura (Mr)].

Procedimiento: Se secan los especímenes en la estufa de aire a una temperatura comprendida entre 105 °C y 110 °C y luego se dejan enfriar en el desecador a la temperatura ambiente. Se pesan y se repite el secado en estufa por períodos de 6 h, hasta que dos pesadas sucesivas no difieran en más de 0,1 g/100g.

Se secan los especímenes secos asegurando los 10 g, designando su masa con m1 , luego se sumergen en una recipiente con agua (IRAM 1601) a temperatura ambiente durante 24 h, de modo que no se toquen entre sí o con las paredes del recipiente y cuidando que el agua los cubra totalmente.

Se sacan los especímenes del recipiente, se enjuagan con un baño húmedo y se pesan asegurando los 10 g, designando su masa con m2.

Cálculo: La absorción de agua se calcula con la fórmula siguiente:

$$Ab = \frac{(m_2 - m_1) * 100}{m_1}$$

Ab La absorción de agua, en gramos por 100 gramos;

m1 La masa del adoquín seco, en gramos;

m2 La masa del adoquín embebido, a las 24 h, en gramos.

Informe. El informe incluirá:

El método empleado y el número de esta norma;

El número y/o letra de identificación de los especímenes;

Cada uno de los valores obtenidos según 4.3 y el promedio.

5.4. Resistencia a la Compresión

Instrumental: Máquina de ensayo, de las características especificadas en la norma IRAM 1566; regla graduada, que permita leer asegurando los 0,5 mm; probetas (se prepara el número de especímenes que surja de la aplicación de la norma IRAM

11627; se toman elementos enteros y sanos; y se marcan las probetas con un número y/o letra para su posterior identificación)

Preparación: Las probetas se deben ensayar usando placas de presión de acero de 30 mm de espesor como mínimo y su medida se debe seleccionar según la tabla 2. La colocación de las placas de presión sobre el elemento de prueba debe efectuarse lo más simétricamente posible.

Los adoquines para pavimento intertrabado de sección cuadrada, cuyo espesor sea mayor que 0,9 veces el ancho y los de sección rectangular, hasta una relación de lados 1:2 y cuyo espesor sea mayor que 0,9 veces el ancho, se cargan sobre toda la superficie sin colocar placas de presión.

Tabla 2: Medidas de la placa de presión

| Altura de la probeta (mm) | Placa de presión | |
|---------------------------|------------------|------------|
| | Ancho (mm) | Largo (mm) |
| De 55 a 65 | 60 | 120 |
| Más de 65 hasta 75 | 70 | 140 |
| Más de 75 hasta 85 | 80 | 160 |
| Más de 85 hasta 95 | 90 | 180 |
| Más de 95 hasta 105 | 100 | 200 |
| Más de 105 hasta 115 | 110 | 220 |
| Más de 115 | 120 | 240 |

Las dos superficies de presión del adoquín, deber ser paralelas y lisas, para lo cual debe aplicárseles una capa de terminación (pasta de cemento o mortero de azufre). La capa de terminación deber ser del menor espesor posible y no debe despegarse ni fracturarse durante el ensayo, el que debe realizarse después de los 6 días de ejecutada dicha capa.

Los adoquines se ensayarán luego de transcurridos 29 días de su moldeo.

Acondionadas las bases de las probetas y antes de efectuarse el ensayo, se mide su altura, la que deberá corresponder al espesor del adoquín. En caso contrario se volverán a preparar las bases.

Procedimiento: Una vez colocados los adoquines en posición de carga, se eleva la presión lentamente y en forma constante hasta alcanzar la rotura. La carga debe ser incrementada en 1 segundo, aproximadamente 0,5 N/mm², de forma que la velocidad de aplicación de la carga sea de 5 kg/cm² por segundo.

Cálculo. La resistencia a la compresión, se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\sigma_c = \frac{G}{a * L}$$

σ_c La resistencia de rotura a la compresión, a los 28 días, en MPa.

G La carga de rotura, en newton;

a El ancho de la placa de presión, en milímetros;

L El largo de la placa de presión, en milímetros.

5.5. Módulo de Rotura a la Flexión

Equipo: Regla graduada que asegure 0,5 mm.

Dispositivo de aplicación de la carga, debe ser un cilindro de diámetro de $(12 \pm 0,5)$ mm o una barra prismática de (5 ± 1) mm de ancho. El dispositivo debe estar montado a una rótula de manera tal que no se introduzca esfuerzo torsional, aplicando la carga axialmente al espécimen.

Dispositivo de apoyo. Formado por dos cilindros de diámetro de $(12 \pm 0,5)$ mm o dos barras de (5 ± 1) mm de ancho. Ambos deben estar dispuestos en forma paralela y también paralelos al dispositivo de aplicación de la carga.

Capacidad del dispositivo de aplicación de Carga: debe ser capaz de aplicar cargas de hasta 20 kN.

Muestras: La muestra debe estar conformada por 3 adoquines.

Una vez trazado el rectángulo inscripto en el adoquín se debe determinar: el espesor real (e_r), el largo real (l_r), el largo del rectángulo inscripto (l_i), el ancho real (a_r) y el ancho del rectángulo inscripto (a_i). Cada uno de los valores se determina como el promedio de dos lecturas medidas directamente sobre el espécimen.

Paralelamente al eje menor del espécimen y a una distancia de aproximadamente 10 mm sobre los bordes del rectángulo inscripto se deben trazar dos líneas. La distancia entre éstas determina la luz de ensayo (L_e).

Para realizar todas estas mediciones se debe utilizar una regla graduada con una precisión de 0,5 mm.

Procedimiento: Las muestras deben permanecer sumergidas en agua a una temperatura entre 15 °C y 27 °C hasta que la diferencia entre dos pesadas sucesivas luego de 24 h sea menor que 0,2% respecto de la pesada anterior. Se deben dejar escurrir durante un minuto y luego se debe eliminar el agua superficial restante con un paño húmedo. Las muestras se colocan en agua en posición horizontal sobre dos guías, para que el agua tenga libre acceso en las seis caras del adoquín.

Se debe colocar el espécimen en el dispositivo de ensayo interponiendo en los contactos apoyos/adoquín y dispositivo de carga/adoquín una planchuela de caucho de 2 mm de espesor para absorber las irregularidades.

La distancia entre apoyos debe ser igual a la luz de ensayo (L_e) y el dispositivo de carga se debe colocar sobre la cara de desgaste a la mitad de dicha luz.

Se debe aplicar la carga a una velocidad tal que produzca un aumento de tensión en las fibras inferiores del adoquín de $(0,1 \pm 0,05)$ MPa.

Cálculo: Según el tipo de adoquín se debe utilizar alguna de las fórmulas siguientes:

Adoquín Holanda:

$$M_r = \frac{3 \cdot C_{m\acute{a}x.} \cdot L_e}{2a_r \cdot e_r^2}$$

siendo:

- M_r el módulo de rotura a la flexión, en megapascal;
- $C_{m\acute{a}x.}$ la carga máxima, de rotura, en newton;
- L_e la luz de ensayo, en milímetros;
- a_r el ancho real del espécimen, en milímetros;
- e_r el espesor real del espécimen, en milímetros.

Adoquín Uni-Stone:

Considerando el promedio entre el ancho real y el ancho del rectángulo inscripto:

$$M_r = \frac{3 \cdot C_{m\acute{a}x.} \cdot L_e}{(a_r + a_i) \cdot e_r^2}$$

siendo:

- M_r el módulo de rotura a la flexión, en megapascal;
- $C_{m\acute{a}x.}$ la carga máxima, de rotura, en newton;
- L_e la luz de ensayo, en milímetros;
- a_r el ancho real del espécimen, en milímetros;
- a_i el ancho del rectángulo inscripto, en milímetros;
- e_r el espesor real del espécimen, en milímetros.

5.6. Resistencia a la Abrasión

Máquina de ensayo: Se hará uso de la máquina de desgaste, que estará compuesta por el disco de abrasión, una tolva para el almacenamiento del material, con una válvula de control que regula la salida y otra que guía el flujo de material, un carro

porta espécimen con sujetador y contrapeso, todo ello en cumplimiento con las indicaciones de la norma IRAM 11656.

Material abrasivo: Corresponde a una arena silíceo de grano redondeado, seca (contenido mínimo de SiO₂ 82%).

La granulometría del material abrasivo debe ser la que se indica en la siguiente tabla:

Granulometría del material abrasivo

| Tamiz | Pasa (g/100 g) |
|--------------|---------------------------|
| IRAM 850 mm | 100 |
| IRAM 600 mm | mayor que 95 |
| IRAM 425 mm | menor que 25 |

Preparación de las probetas: Se deben ensayar tres adoquines enteros que tengan incorporada la cara de desgaste de los mismos, con una dimensión mínima de 100 mm x 70 mm. Puede ser nueva o extraída de un solado existente.

La cara de desgaste debe ser plana, con una tolerancia de ± 1 mm en dos direcciones perpendiculares, medida sobre, como mínimo 100 mm. La tolerancia de planitud se debe determinar mediante una regla recta y galgas de acero.

Los especímenes deben estar limpios, secos y no haber sido utilizados en el ensayo de absorción. Antes del ensayo se debe pintar su superficie con un marcador de tinta indeleble, con punta de fieltro, de un color contrastante con la de la probeta, para facilitar la determinación de la huella.

Procedimiento de ensayo: La tolva de almacenamiento se debe llenar con el material abrasivo, en estado seco, y se debe colocar un recipiente vacío, bajo el disco de abrasión, para recoger el material abrasivo que fue usado para el ensayo. El abrasivo sólo puede ser utilizado una vez. Se debe fijar la probeta al carro porta espécimen, colocando la probeta de tal manera que la huella se produzca, como mínimo, a 15 mm de distancia de cualquiera de sus bordes.

Se debe poner en contacto el material a ensayar con el disco de abrasión. Luego se abre la válvula de control de flujo y, simultáneamente, se debe encender el motor de tal manera que el disco de abrasión complete 75 vueltas en (60 ± 3) s. Luego de 75 vueltas del disco, se suspende el flujo del material abrasivo y se debe detener el disco.

Siempre que sea posible deben realizarse dos huellas en la probeta.

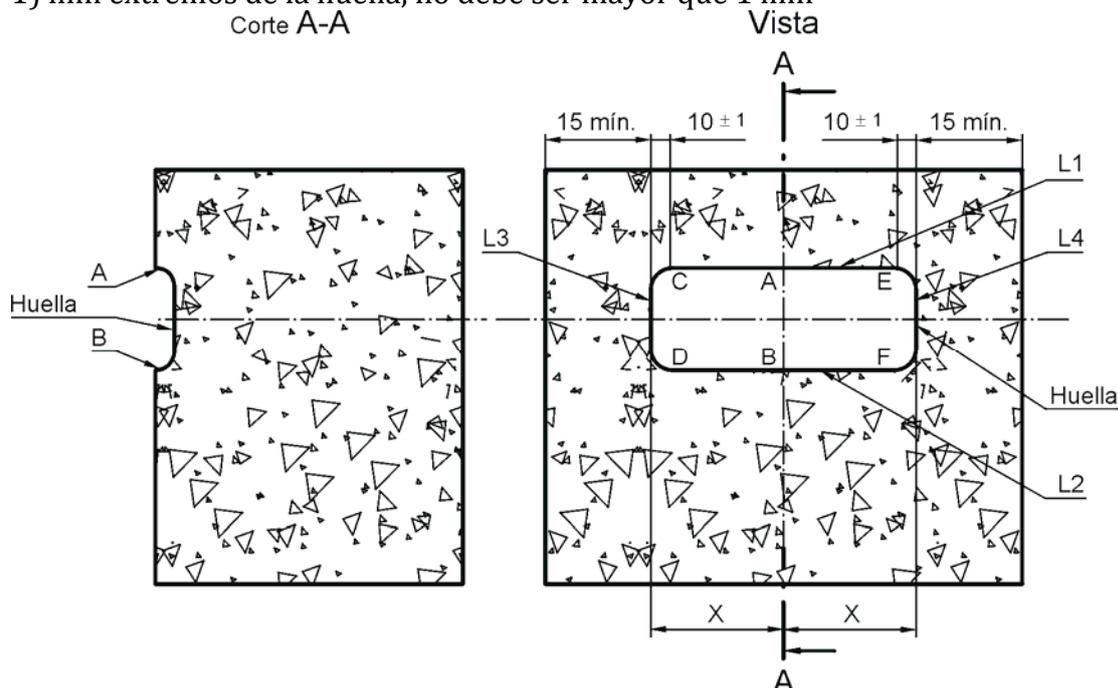
Se mide la huella de acuerdo con lo especificado.

Medición de la huella. La huella se debe medir usando el siguiente procedimiento: se deben dibujar los límites superior e inferior de la huella (L1 y L2) y los límites laterales (L3 y L4), por medio de la regla metálica. Se deben trazar la línea media entre L1 y L2 y la línea media entre L3 y L4. En el punto de la intersección de

dichas líneas se traza en forma perpendicular a L1 y L2, la línea AB que es donde se mide el largo de la huella.

Para determinar el largo de la huella medida, se deben colocar las puntas del instrumento en los puntos A y B, del borde interno de los límites longitudinales de la huella (L1 y L2) y se debe registrar la medida con una aproximación de 1 mm. Se deben determinar, adicionalmente, el largo de la huella a los (10 ± 1) mm desde las líneas L3 y L4 hacia la línea AB, obteniendo las líneas (CD y EF), y se registran estas dimensiones.

La huella en el material de calibración debe ser rectangular, definida como tal con base en que la diferencia de medidas a lo largo de ambas líneas CD y EF, a los (10 ± 1) mm extremos de la huella, no debe ser mayor que 1 mm



Se debe considerar aceptable el largo de la huella (medida AB), si la diferencia entre las medidas determinadas sobre las líneas CD y EF es menor que 1 mm, excepto para propósitos de calibración, en cuyo caso dicha diferencia debe ser menor que 0,5 mm.

Como factor de calibración (Fc) de la máquina se debe tomar el valor de la huella obtenida como resultado de la calibración, el que debe estar entre $(20 \pm 0,5)$ mm. El aparato debe ser calibrado cada vez que haya efectuado 400 huellas o ante la carga de un nuevo lote de material abrasivo o un nuevo disco de abrasión.

Expresión de los resultados: Como resultado del ensayo de abrasión se debe tomar el largo de la huella, corregida por el factor de calibración. El resultado que se debe informar con una exactitud de 0,5 mm, debe ser la suma del largo de la huella (medida AB) y la diferencia (positiva o negativa) entre 20 mm y el factor de calibración (Fc).

El resultado:

$$lh = AB + (20 - Fc)$$

siendo:

lh = largo de la huella resultante, en milímetros;

Fc = factor de calibración, en milímetros; AB = largo de la huella medida, en milímetros.

Si se realizan dos huellas en un espécimen, se debe tomar el valor mayor como resultado del ensayo.

El informe del ensayo debe incluir la información siguiente:

- Nombre del laboratorio de ensayo;
- Nombre del solicitante;
- Fecha del ensayo;
- Largo corregido de las huellas sobre cada uno de los especímenes;
- Nombre del operador.