

---

Título

Métodos de Ensayo. Determinación de las dimensiones geométricas, absorción y del módulo de ruptura de los adoquines de concreto.

---

Correspondencia

Para la elaboración de esta norma, se tomó como base la norma NTG 41087 h1 de agosto del 2012. La cual fue actualizada con los aportes basados en el conocimiento y experiencia de los integrantes del CTN de Concreto.

---

Observaciones

Esta norma sustituye a la norma NTG 41087 h1 aprobada el 17 de agosto del 2012.

Aprobado: 2019-10-04



Comisión Guatemalteca de  
Normas Ministerio de Economía

Calzada Atanasio Tzul 27-32 zona  
12. Tel (502) 2447 2600  
Info-coguanor@dsnc.gt  
<http://www.mineco.gob.gt>

Referencia:  
ICS:

"CONTINÚA"

## **Prólogo COGUANOR**

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el Organismo Nacional de Normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. Sus funciones están definidas en el marco de la Ley del Sistema Nacional de la Calidad, Decreto 78-2005 del Congreso de la República.

COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía, su principal misión es proporcionar soporte técnico a los sectores público y privado por medio de la actividad de normalización.

COGUANOR, preocupada por el desarrollo de la actividad productiva de bienes y servicios en el país, ha armonizado las normas internacionales.

El estudio de esta norma, fue realizado a través del Comité Técnico de Normalización de Concreto (CTN Concreto), con la participación de:

Ing. Freddy Paolo Gómez Sagastume  
Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA)

Ing. Gabriel Casasola  
Mixto Listo

Ing. Rodolfo Rosales  
Corporación Suisa, S.A.

Ing. Sergio Sevilla Parada  
Prefabricados Cifa

Ing. Luis Alvarez Valencia  
Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (ICCG)

Ing. Rolando Morgan Sagastume  
Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (ICCG)

Ing. Xiomara Sapón Roldán  
Coordinadora de Comité

"CONTINÚA"

Ing. Dilma Yanet Mejicanos Jol  
Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII-USAC)

Ing. Joel Velarde Calderón  
Megaproductos, S.A.

Ing. Julio César Alvarez Guillén  
Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII-USAC)

Lic. Marco Antonio Duarte Carranza  
Prefabricados de Cemento, S.A.

Ing. Gabriel Granados  
Prefabricados de Cemento, S.A.

Licda. Angie Sandoval  
Tecnomaster, S.A.

Sr. Bradford Ramírez  
Tecnomaster, S.A.

Ing. Evelyn Maribel Morales Ramírez  
Inmobiliaria La Roca, S.A.

Ing. Israel Alfonso Orellana Barrera  
Profesional Individual

Lic. Erick Humberto Dardón Castillo  
Pegamorteros de Guatemala, S.A.

Ing. Victor Gálvez Ochoa  
Conlab

Ing. Frank Bickford  
Blocasa, S.A.

"CONTINÚA"

Ing. Víctor Flores  
Global Cement Guatemala

Eder Ivan Cano Salazar  
Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII-USAC)

Sr. Efraín Gómez  
Independiente

"CONTINÚA"

**Índice**

	Título	Página
1	Objeto.....	6
2	Documentos de referencia.....	6
3	Terminología.....	6
4	Especímenes para ensayo.....	7
5	Determinación de las dimensiones geométricas.....	7
6	Determinación de la absorción.....	11
7	Determinación del módulo de ruptura.....	13
8	Informe.....	15
9	Palabras clave.....	15

"CONTINÚA"

## 1. Objeto

**1.1.** La presente norma tiene como objeto establecer los métodos para la determinación de las dimensiones geométricas, absorción, densidad, y del módulo de ruptura de los adoquines de concreto de cemento hidráulico empleados para tránsito vehicular y peatonal.

**1.2.** El texto de esta norma incluye notas y notas a pie de página que proveen información explicativa. Estas notas (excluyendo aquellas en los cuadros y en figuras) no deben ser tomadas como requisitos de la norma.

**1.3.** Esta norma no pretende cubrir todos los aspectos de seguridad, si los hubiera, asociados con su utilización. Es responsabilidad del usuario de esta norma el establecimiento de prácticas apropiadas de seguridad, salud ocupacional y la determinación de la aplicabilidad de disposiciones reglamentarias antes de su utilización.

## 2. Documentos de referencia

### 2.1. Normas COGUANOR<sup>1</sup>

NTG 41086      Adoquines de concreto para pavimentos. Especificaciones.

## 3. Terminología

**3.1.** Adoquín de concreto: Elemento compacto de concreto, prefabricado, con la forma de prisma recto, cuyas bases pueden ser polígonos, que permiten conformar superficies completas como componente de un pavimento articulado, estos pueden ser bicapa o monocapa.

**3.2.** Adoquín bicapa: Adoquín que se compone de dos capas de concreto de características diferentes.

**3.3.** Adoquín biselado: Adoquín cuya superficie de desgaste está limitada por biseles.

**3.4.** Adoquín monocapa: Elemento conformado de una sola capa de concreto.

**3.5.** Ancho nominal: Es igual al ancho especificado más un ancho de junta estándar.

**3.6.** Ancho real: Es igual a la dimensión de la prolongación del eje menor del rectángulo inscrito hasta donde intercepta las caras del espécimen.

---

<sup>1</sup> Las normas NTG pueden consultarse en la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, Calzada Atanasio Tzul 27-32 zona 12, Guatemala.

**3.7. Bisel:** Borde inclinado de la cara expuesta de un adoquín, el cual debe tener igual forma o perfil en toda su longitud.

**3.8. Elemento separador:** Pequeño perfil saliente situado en la cara lateral de un adoquín.

**3.9. Espesor nominal (en):** Es la dimensión del adoquín, tal como la especifica el productor, medida en dirección perpendicular a la superficie de desgaste (Ver figura 1 d).

**3.10. Espesor real:** Es igual al espesor medido del espécimen perpendicular a la cara de desgaste e igual a la distancia entre la cara de desgaste y la cara de apoyo (Ver NTG 41087 h1).

**3.11. Junta estándar (Sisa):** El ancho de la junta estándar debe ser de 2.5 mm.

**3.12. Largo nominal:** Es igual al largo especificado más un ancho de junta estándar.

**3.13. Largo real:** Es igual a la dimensión de la prolongación del eje mayor del rectángulo inscrito hasta donde intercepta las caras del espécimen.

**3.14. Rectángulo inscrito:** Es el rectángulo de mayor área que se puede inscribir dentro de la cara inferior del adoquín (Ver figura 1 d).

**3.15. Superficie de desgaste:** Es la cara superior del adoquín la cual soporta directamente el tránsito vehicular y peatonal.

#### **4. Especímenes para ensayo**

**4.1.** Para la determinación de las dimensiones y sus características geométricas se deben utilizar 5 adoquines.

**4.2.** Para el ensayo de absorción se deben utilizar como mínimo 3 adoquines de tamaño completo de acuerdo a lo especificado en los cuadros 3 y 5 de la norma NTG 41086.

**4.3.** Para el ensayo de módulo de ruptura se deben utilizar como mínimo 3 adoquines de tamaño completo de acuerdo a lo especificado en los cuadros 2 y 5 de la norma NTG 41086.

#### **5. Determinación de las dimensiones geométricas**

**5.1.** Equipo para determinar las características geométricas: Para tomar las mediciones de los adoquines se debe utilizar un calibrador de regla y aguja con divisiones a cada 0.1 mm (Vernier).

"CONTINÚA"

## 5.2. Procedimiento

**5.2.1.** Para establecer las medidas de longitud, ancho y espesor de los adoquines de forma rectangular y de forma irregular se debe determinar el rectángulo inscrito en dichos adoquines (Ver figura 1d y figura 2a).

**5.2.1.1.** Para determinar el rectángulo inscrito se debe colocar cada espécimen apoyado sobre su cara de desgaste y se debe dibujar sobre la cara de apoyo el mayor rectángulo que se pueda inscribir dentro de sus paredes (Ver figura 2a).

**5.2.1.2.** Luego se debe repetir la operación para la cara de desgaste proyectando el rectángulo inscrito de manera que cuando exista el bisel éste no será impedimento para su determinación.

**5.2.1.3.** A continuación se deben marcar los ejes mayor y menor de dicho rectángulo y se deben prolongar (Proyectar) hasta interceptar las paredes de cada espécimen (Ver figura 1d y figura 2a). Adicionalmente, se deben marcar las líneas, paralelas al eje menor, localizadas a 10 mm de cada lado de la pared del adoquín (Ver figura 3).

**5.2.1.4.** Para los adoquines de forma rectangular, la longitud real ( $l_r$ ) y el ancho real ( $a_r$ ) de cada adoquín se deben tomar sobre el eje mayor y el eje menor del rectángulo inscrito, respectivamente, tanto sobre la cara de desgaste como sobre la cara de apoyo. Se deben registrar las dos mediciones para la longitud real y obtener el promedio de la longitud real ( $l_r$ ) y las dos mediciones para el ancho real y obtener el promedio del ancho real ( $a_r$ ) del espécimen, esto se realiza para cada uno de los cinco adoquines que conforman la muestra. Luego se debe calcular el promedio de estas cinco mediciones (Promedios individuales) como la longitud real promedio ( $l_r$ ) de la muestra y el ancho real promedio ( $a_r$ ) de la muestra, respectivamente.

**5.2.1.5.** Para adoquines de forma irregular, la longitud real ( $l_r$ ) y el ancho real ( $a_r$ ) de cada adoquín se deben tomar sobre las prolongaciones (Proyecciones) del eje mayor y del eje menor del rectángulo inscrito (Ver figura 1d y figura 2b), respectivamente, tanto sobre la cara de desgaste como sobre la cara de apoyo. Se deben registrar las dos mediciones para la longitud real y obtener el promedio de la longitud real ( $l_r$ ) y las dos mediciones para el ancho real y obtener el promedio del ancho real ( $a_r$ ) del espécimen, esto se realiza para cada uno de los cinco adoquines que conforman la muestra. Luego se debe calcular el promedio de estas cinco mediciones (Promedios individuales) como la longitud real promedio ( $l_r$ ) de la muestra y el ancho real promedio ( $a_r$ ) de la muestra, respectivamente.

**5.2.1.6.** Para el espesor real ( $e_r$ ) se deben tomar cuatro mediciones en aquellos puntos donde los ejes mayor y menor del rectángulo inscrito intercepten las paredes. Se deben registrar las cuatro mediciones para cada espécimen y se calcula el espesor real promedio ( $e_r$ ) para cada espécimen. Luego se debe calcular el promedio de estas cinco mediciones (Promedios individuales) como el espesor real promedio ( $e_r$ ) de la muestra.

"CONTINÚA"

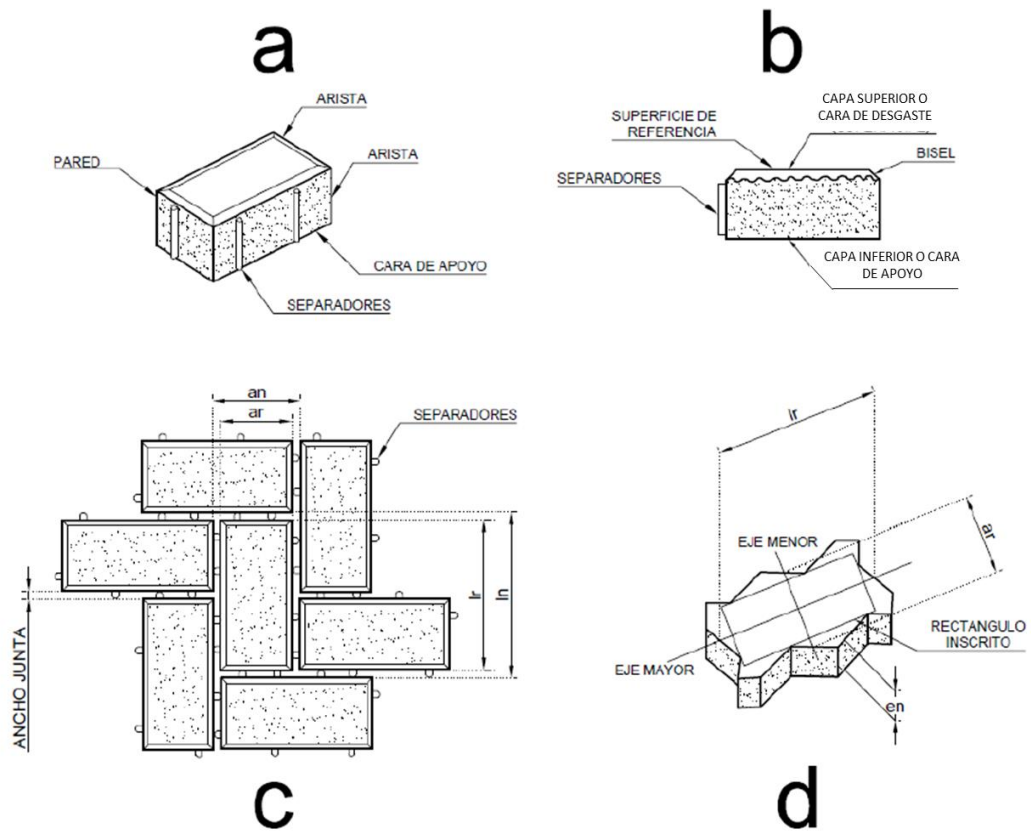


El rango (Diferencia entre la mayor y la menor de las cuatro mediciones) y el espesor real promedio ( $e_r$ ) para cada espécimen no debe ser mayor de 2 mm.

**5.2.1.7.** Cuando la línea para la medición coincida con un separador, la medición se debe realizar inmediatamente al lado de éste. Cuando la línea para la medición coincida con adherencias (Protuberancias, pequeños salientes, etc.) de concreto, éstos deben ser removidos antes de tomar la medición.

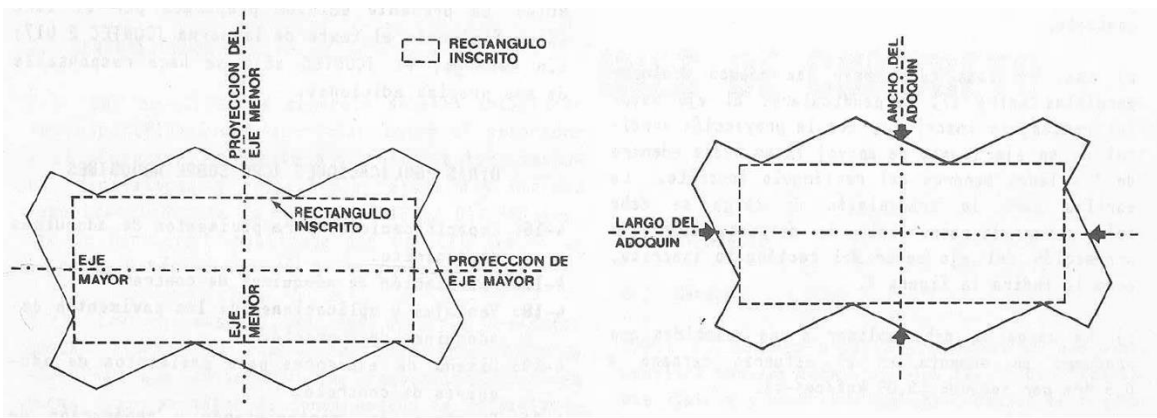
**5.2.1.8.** En los adoquines con acabado con juntas falsas, cuando éstas coincidan con los ejes del rectángulo inscrito, el espesor se debe tomar inmediatamente al lado de las juntas falsas

Figura 1. Características geométricas y dimensiones de adoquines.



"CONTINÚA"

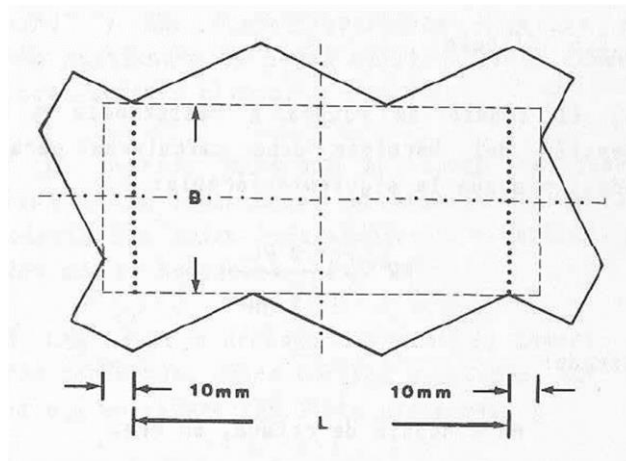
Figura 2. Prolongación o proyección del eje mayor y menor en un adoquín de forma irregular, largo y ancho de un adoquín de forma irregular.



a PROYECCIÓN DEL EJE MAYOR Y MENOR

b LARGO Y ANCHO DE UN ADOQUIN IRREGULAR

Figura 3. Líneas paralelas al eje menor a una distancia de 10 mm del borde del rectángulo inscrito.



### 5.2.2. Separadores

5.2.2.1. El ancho de cada separador (as) que posea el adoquín, se debe medir con las puntas de los brazos del calibrador (Vernier) y el espesor de cada separador (es) con la aguja del calibrador, a 10 mm de los extremos, superior e inferior, del mismo. (Dos mediciones para el ancho y dos mediciones para el espesor de cada separador, en cada espécimen).

"CONTINÚA"

**5.2.2.2.** Se deben registrar todas las mediciones de cada espécimen (5 adoquines) y se debe calcular y registrar el promedio del ancho y espesor de cada separador del espécimen.

**5.2.2.3.** Registrar el valor promedio máximo y promedio mínimo del ancho y espesor del separador (es) de cada adoquín. Con dichos promedios se debe calcular y registrar el ancho y espesor del separador (es) de cada espécimen.

### **5.2.3. Capa superficial Adoquín bicapa**

**5.2.3.1.** El espesor de la capa superficial (ecs) se debe tomar sobre cada adoquín una vez se hayan ensayado a flexión.

**5.2.3.2.** Sobre una de las piezas del adoquín resultantes del ensayo a flexión se debe medir con el calibrador, el espesor mínimo (E1) de la parte más delgada de la capa superficial (ecs).

Luego se deben partir o cortar al centro, en sentido del eje mayor del adoquín, cada una de las piezas obtenidas del ensayo a flexión. Después se debe tomar una de las partes de cada pieza y se debe medir el espesor mínimo de la capa superficial (E2 y E3). Después de obtener y registrar los tres valores mínimos de espesor (E1, E2 y E3) de cada adoquín, se debe tomar el valor mínimo de los tres valores registrados como el espesor mínimo de cada uno de los 3 adoquines. Entre dicho valor mínimo de cada adoquín se selecciona el valor menor y se registra como el espesor de la capa superficial (ecs) para la muestra.

## **6. Determinación de la absorción**

**6.1.** Equipo para determinar la absorción:

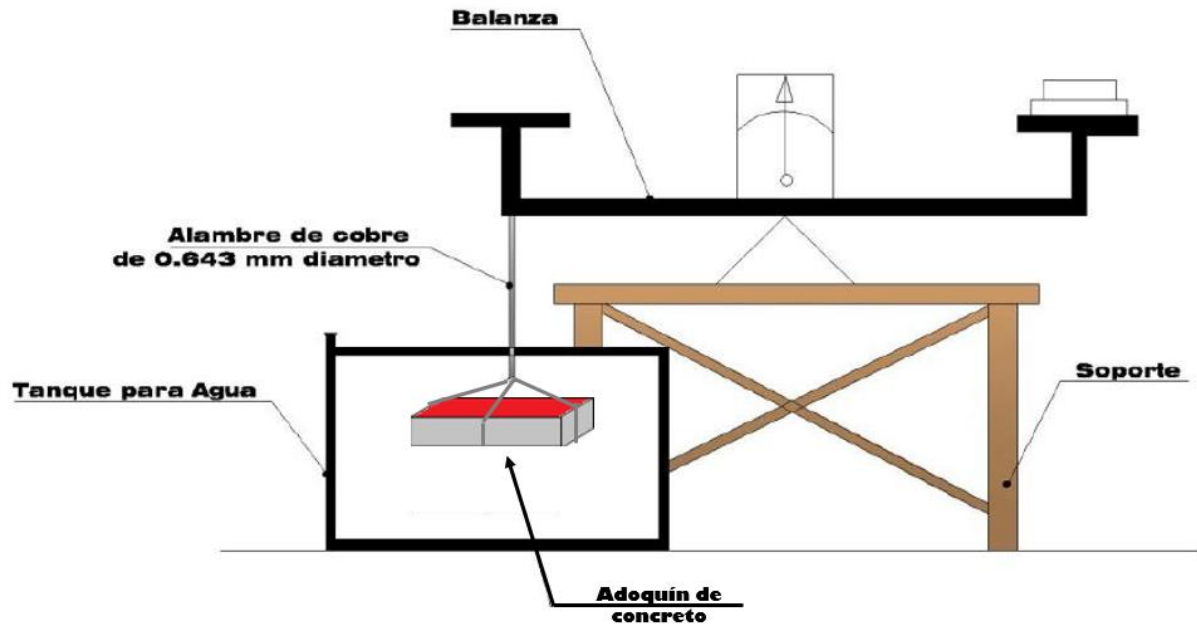
**6.1.1.** Balanza de dos brazos con una sensibilidad dentro de 0.5 % de la masa del menor espécimen ensayado.

**6.1.2.** Horno de secado ventilado y regulado entre 100° C y 115° C.

**6.2.** Saturación: Sumergir los adoquines como mínimo en agua a una temperatura de 16° C a 27° C por un período de 24 a 28 horas. Determinar la masa de los adoquines, mientras están suspendidos por un alambre metálico y completamente sumergido en agua como se indica en la figura 2 y registrar la masa suspendida sumergida ( $M_3$ ) en kg. Remover del agua los adoquines, dejarlos drenar (escurrir) por  $60 \pm 5$  segundos sobre una malla de  $\frac{3}{8}$ " (9.5 mm) o mayor y remover el agua superficial visible, con un paño húmedo. Luego se determina la masa en kg y se registra como masa saturada de superficie seca ( $M_2$ ).

"CONTINÚA"

Figura 2. Determinación de la masa de los adoquines



**6.3. Secado:** Después de la saturación, se secan todos los adoquines en un horno de secado ventilado regulado entre 100° C y 115° C, por lo menos 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de 2 horas indiquen una pérdida de peso no mayor del 0.2 % del peso inmediato anterior del espécimen. Se registra la masa de los adoquines secos al horno como ( $M_1$ ).

#### 6.4. Cálculos de absorción

**6.4.1. Absorción de agua en porcentaje de masa:** Puede obtenerse de la siguiente manera:

$$\text{Absorción en \%} = ((M_2 - M_1) / M_1) \times 100$$

Donde:

$M_1$  = Masa seca al horno del adoqueón en kg.

$M_2$  = Masa saturada de superficie seca del adoqueón en kg.

"CONTINÚA"

**6.4.2.** Absorción de agua en masa por unidad de volumen: Calcular la absorción como sigue:

$$\text{Absorción en kg/m}^3 = ((M_2 - M_1) / (M_2 - M_3)) \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

Donde:

$M_1$  = Masa seca al horno del adoquín en kg.

$M_2$  = Masa saturada de superficie seca del adoquín en kg.

$M_3$  = Masa suspendida sumergida del adoquín en kg.

1000 = Densidad del agua a 4° C en kg/m<sup>3</sup>.

**6.5.** Determinación de la densidad: Calcular la densidad seca al horno (D). como sigue:

$$D = (M_1 / (M_2 - M_3)) \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

Donde:

D = Densidad en kg/m<sup>3</sup>.

$M_1$  = Masa seca al horno del adoquín en kg.

$M_2$  = Masa saturada de superficie seca del adoquín en kg.

$M_3$  = Masa suspendida sumergida del adoquín en kg.

1000 = Densidad del agua a 4° C en kg/m<sup>3</sup>.

## **7. Determinación del módulo de ruptura**

**7.1.** Equipo para ensayo a flexión: Se debe utilizar una prensa o máquina universal para el ensayo a flexión, con placas cuyo tamaño mínimo sea igual a la superficie del adoquín, para asegurar un soporte de las barras de apoyo y transmisión de carga.

**7.2.** Preparación de la muestra: Los especímenes deben permanecer saturados por inmersión durante las 24 ± 2 horas antes del ensayo. Luego se deben retirar del agua y se deben dejar escurrir durante 1 minuto colocándolos sobre una malla metálica con aberturas de mínimo 9.5 mm. A continuación se debe secar el agua superficial con un paño seco y se someten a ensayo.

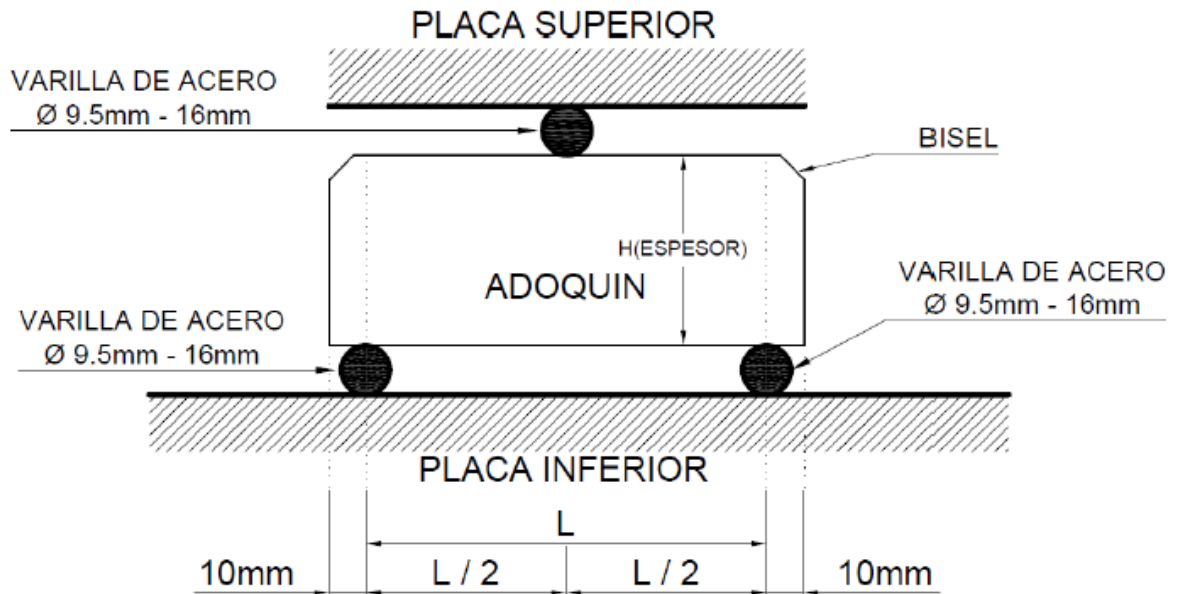
**7.2.1.** Para determinar la resistencia a flexión o módulo de ruptura del adoquín de acuerdo a las especificaciones de la norma NTG 41086, los adoquines deberán ensayarse a la edad de 28 días después de fabricados.

**7.3.** Principio del método: Cada adoquín se debe llevar hasta la ruptura como una viga simplemente apoyada, cuyo eje coincida con el eje mayor del rectángulo inscrito,

"CONTINÚA"

mediante la aplicación de una carga uniformemente distribuida a lo ancho del adoquín y sobre la proyección, en la superficie de desgaste, del eje menor del rectángulo inscrito (Ver figura 3).

Figura 3. Esquema del ensayo a flexión.



#### 7.4. Procedimiento

**7.4.1.** El adoquín se debe colocar en la máquina de ensayo con la superficie de desgaste hacia arriba. Como apoyos y elemento de transmisión de carga se debe utilizar tres barras lisas de acero del mismo diámetro, el cual debe estar comprendido entre 9.50 mm y 16.00 mm y con una longitud igual o mayor que el ancho respectivo del adoquín en el eje de contacto.

**7.4.2.** Las barras de apoyo se deben colocar paralelas entre sí, perpendiculares al eje mayor del rectángulo inscrito y con la proyección vertical de su eje (punto de apoyo) 10 mm hacia adentro de los lados menores del rectángulo inscrito. La barra para la transmisión de carga se debe colocar en la superficie del desgaste sobre la proyección del eje menor del rectángulo inscrito, como lo indica la figura 3.

**7.4.3.** El adoquín se debe someter a una carga con una velocidad que produzca un aumento en el esfuerzo cercano a 0.5 MPa por segundo.

"CONTINÚA"

## 7.5. Cálculos

7.5.1. El módulo de ruptura del adoquín debe calcularse según la siguiente fórmula:

$$MR = \frac{3PL}{2BH^2}$$

Donde:

MR = Módulo de ruptura, en MPa

P = Carga máxima aplicada, en N

L = Distancia entre los ejes de los apoyos, expresado en mm.

B = Longitud del eje menor del rectángulo inscrito, expresado en mm.

H = Espesor del adoquín, expresado en mm.

7.5.2. El valor calculado se debe expresar con una exactitud de 0.1 MPa (1 kg/cm<sup>2</sup>). Se debe registrar el valor del módulo de ruptura de cada uno de los especímenes de la muestra y del módulo de ruptura promedio para la muestra.

## 8. Informe

8.1. En el informe de los ensayos debe indicarse lo siguiente:

- a) Fabricante y planta
- b) Descripción de la muestra
- c) Identificación del lote
- d) Fecha, lugar y procedimiento de muestreo
- e) Todos los detalles necesarios que permitan la completa identificación de la muestra.
- f) Resultados de los ensayos realizados y la comparación con los requisitos de la norma NTG 41086.
- g) Firma y sello de la entidad inspectora.

8.2. Se recomienda que el informe sea guardado por el fabricante y por la entidad inspectora por lo menos dos años.

## 9. Palabras clave

9.1. Adoquín, características geométricas, absorción, densidad, flexión, módulo de ruptura, concreto.

-- Última línea --