



Uso recomendado de la Bovedilla de poliestireno

1.0 Introducción

La construcción de losas de concreto a base de bovedilla de poliestireno y vigueta pretensada o la semivigueta de alma abierta ha ido en aumento en los tiempos recientes. La utilización de una bovedilla que cumpla las pruebas para su certificación las características mecánicas de resistencia mecánica y deformabilidad para su uso seguro, así como para el control de la flama en caso de incendio.

Sin embargo, en la práctica, se utiliza también material que, aun cuando no cumple los requerimientos de esta norma, se usa con seguridad añadiendo otros procesos constructivos durante su colocación y colado. Estos procesos no son certificables por lo que hacen imposible emitir una norma respectiva.

Además, las características mecánicas del poliestireno establecidas en las publicaciones especializadas están usualmente referenciadas al peso volumétrico del material ya expandido, pero corresponden a poliestireno “virgen” o “limpio”, es decir, sin material reciclado.

La utilización de material reciclado en la elaboración de la bovedilla de poliestireno es muy generalizada y puede utilizarse si se siguen ciertas recomendaciones constructivas. Su uso no solamente disminuye el costo de producción sino que es una práctica que apoya la sustentabilidad de la construcción, disminuye la huella de ozono y contribuye a la ecología. Su incorporación extendida en la

construcción hace necesario completar esta norma con recomendaciones generales que guíen a los ingenieros y arquitectos en las decisiones de obra usando ambos materiales, es decir, bovedilla de poliestireno expandido sin y con reciclado.

En todo caso, la combinación adecuada de bovedilla y sistema constructivo dará la completa seguridad a los trabajadores de la construcción. Lograr esta condición es el objetivo del presente anexo y debe ser la principal preocupación del constructor. Cuando la bovedilla no es capaz por sí sola de tener la resistencia necesaria para dar esta seguridad, deberá mejorarse mediante un procedimiento constructivo adecuado.

2.0 Características físicas del poliestireno expandido.

En la práctica internacional se acepta para el poliestireno expandido sin reciclado la nomenclatura a la que corresponden las características físicas de la Tabla 1, donde se presentan los valores mínimos que debe tener este material para ser considerado dentro de cada una de las clasificaciones. El término “EPS” corresponde a las siglas en inglés de “poliestrieno expandido”.

TABLA 1

Características Físicas del Poliestireno Expandido sin reciclado

Valores mínimos requeridos

		EPS10	EPS12	EPS15
Peso Volumétrico	kg/m3	9.0	11.2	14.4
Ruptura a la flexión	kg/cm2	0.06	0.68	1.69
Resistencia a la compresión $\epsilon=1\%$	kg/cm2	0.07	0.15	0.25
Resistencia a la compresión $\epsilon=5\%$	kg/cm2	0.16	0.34	0.54
Resistencia a la compresión $\epsilon=10\%$	kg/cm2	0.18	0.39	0.69
Absorción de agua % del vol.	%	4	4	3

Donde: ϵ es la deformación unitaria.

La inclusión de material reciclado disminuye notablemente las características físicas del poliestireno expandido de una forma que no es posible determinar previamente a su fabricación. Tampoco es posible determinar el porcentaje de material reciclado analizando el material ya fabricado. Esto se debe a la variabilidad de los materiales de reciclado, su densidad, tamaño, edad, etc. Por lo anterior, la medición del peso volumétrico como único parámetro para conocer las características físicas del poliestireno expandido con reciclado es completamente insuficiente. Se añade a lo anterior el que la calidad y peso volumétrico de los materiales reciclados normalmente no es uniforme.

Por lo anterior, se hace necesario dar una serie de recomendaciones generales para el uso de este material. Es de mucha ayuda una prueba de deformabilidad por colado y una prueba de la resistencia a carga puntual. La intención estas pruebas es que se realicen en obra sin instrumentos de medición más propios de un laboratorio.

3.0 Prueba de deformabilidad por colado:

El objetivo de esta prueba es la de verificar que la deformación de la bovedilla durante el colado no implique un incremento excesivo del volumen de concreto.

3.1 Equipo:

- a) La prueba se realiza en la misma bovedilla del proyecto.
- b) Se apoyará en muestras de vigueta que se utilizará también en el proyecto de largo igual a la longitud de la bovedilla más 20 cm mínimo.
- c) De ser necesario, se pueden colocar las fajillas de refuerzo (ver A 5.0).
- d) Bloques regulares prismáticos de concreto que funcionan como elementos de carga, de peso no mayor a 8 kg cada uno y de dimensión en la base no mayor a 15 cm. Pueden ser de sección cuadrada o circular (puede utilizarse adocreto, cilindros de prueba o cubos de

concreto colados expresamente para esta prueba). Su peso debe ser conocido y no variar en más de 1.5% entre cada elemento.

e) Calibrador tipo Vernier o deformímetro con aproximación de 0.1 mm.

3.2 Espécimen:

El espécimen será la misma bovedilla en geometría y tipo de material que se utilizará en el proyecto, inclusive con la colocación de fajillas de madera de ser necesario (ver 5.0).

3.3 Procedimiento de prueba:

a. Bajo la muestra se fijará en el centro del espécimen el deformímetro tomando una lectura inicial, antes de colocar los bloques de carga.

b. Se colocarán sobre el espécimen la cantidad de bloques de concreto correspondientes al peso del firme de concreto que se colocará en obra. Para calcular la cantidad de bloques de concreto N de peso W (kg) que se coloca sobre un espécimen de lados a (cm) por b (cm), que represente el peso de una capa de espesor t (cm) del firme de compresión, puede tomarse la siguiente expresión:

$$N = \frac{22 a b t}{10000 W}$$

Los bloques se colocarán uniformemente sobre la superficie plana del espécimen, cuidando de que entre ellos exista una separación no menor a 1.0 cm. Ver figura A-1.

c. Se dejará por lo menos un centímetro libre entre los bloques, de manera que nunca se toquen entre sí durante la prueba aun con el espécimen deformado.

d. La carga se dejará por lo menos seis horas, al término de los cuales se tomará una lectura final.

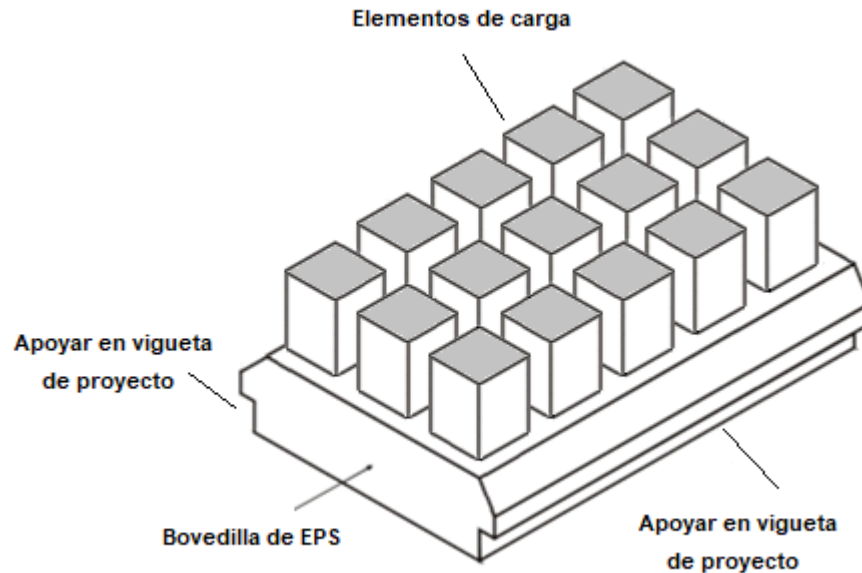


Figura A-1: Colocación de los elementos de carga de la prueba de deformabilidad al colado.

3.4 Resultados e interpretación:

El espécimen debe presentar una deformación igual o menor a 5 mm. En otro caso, el espécimen no es adecuado debido al incremento de volumen de concreto durante el colado. Debe notarse que esta prueba solamente verifica la idoneidad de un tipo de pieza para el proyecto específico (espesor del firme de concreto sobre la bovedilla), y las características de la bovedilla, como la geometría, densidad y de tipo de material (con o sin reciclado y el porcentaje de reciclado). De esta manera, para un espécimen con alguna de estas características diferentes, se deberá realizar otra prueba, (a menos que la única diferencia sea un ancho de la pieza menor o el espesor mayor). Si el espécimen no pasa esta prueba, deberá cambiarse de geometría, de material o se pueden colocar fajillas (ver A 5.0).

4.0 Prueba de resistencia:

El objetivo de esta prueba es la de verificar la seguridad de las personas durante la colocación y colado del firme de concreto

1.1 Equipo:

- a) La prueba se realizará en la misma bovedilla del proyecto.
- b) Se apoyará en muestras de vigueta que se utilizará también en el proyecto de largo igual a la longitud de la bovedilla más 20 cm mínimo. A su vez, las viguetas se apoyarán a una altura no mayor a 20 cm sobre el nivel del piso.
- c) De ser necesario, se pueden colocar las fajillas de refuerzo (ver 4.2).

1.2 Procedimiento:

Una persona camina sobre la muestra y percibe la idoneidad de su uso. Si el colado se realiza a mano con botes, la prueba se realiza con la persona cargando un bote lleno de concreto fresco.

1.3 Resultado:

Si la bovedilla no falla ni se deforma en exceso de manera que las personas que trabajarán sobre de ella durante el colado se sientan seguros, se puede considerar que la bovedilla es adecuada, de otra manera se cambiará de bovedilla o se puede colocar fajillas (ver A 5.0).

5.0 Refuerzo con Fajillas:

En caso de que la bovedilla por sí sola no cumpla con las pruebas descritas en 3.0 o 4.0, se puede mejorar su desempeño con la colocación de apoyos temporales de tablón de madera sostenidos directamente de la vigueta. Estos tabloncillos se pueden añadir a las pruebas descritas en 3.0 y 4.0 para verificar que son adecuadas. Como apoyo temporal puede utilizar cualquier tipo de material y dimensiones, sin embargo lo usual es utilizar tablón de madera de 12 x 2.5 cm de largos variables entre 4 a 10 m. Estos se fijan

temporalmente a la vigueta mediante un nudo de alambre recocido doble, como se muestra en la figura A-2. Estas fajillas se recuperan después del fraguado del firme de concreto y pueden fácilmente utilizarse en otro colado de losa.

La separación es variable y depende de las dimensiones de la bovedilla de poliestireno, pero por lo menos debe apoyar a cada bovedilla en sus extremos, una fajilla compartida entre dos bovedillas. En el caso de que esta separación sea insuficiente, se puede colocar una fajilla intermedia.

De requerirse por seguridad más de las fajillas indicadas, se puede pensar que este método resulta insuficiente y deberá pensarse en cimbrar toda la losa, convirtiendo la bovedilla en casetón, en este caso se puede utilizar poliestireno con materiales reciclados hasta en una 30%.

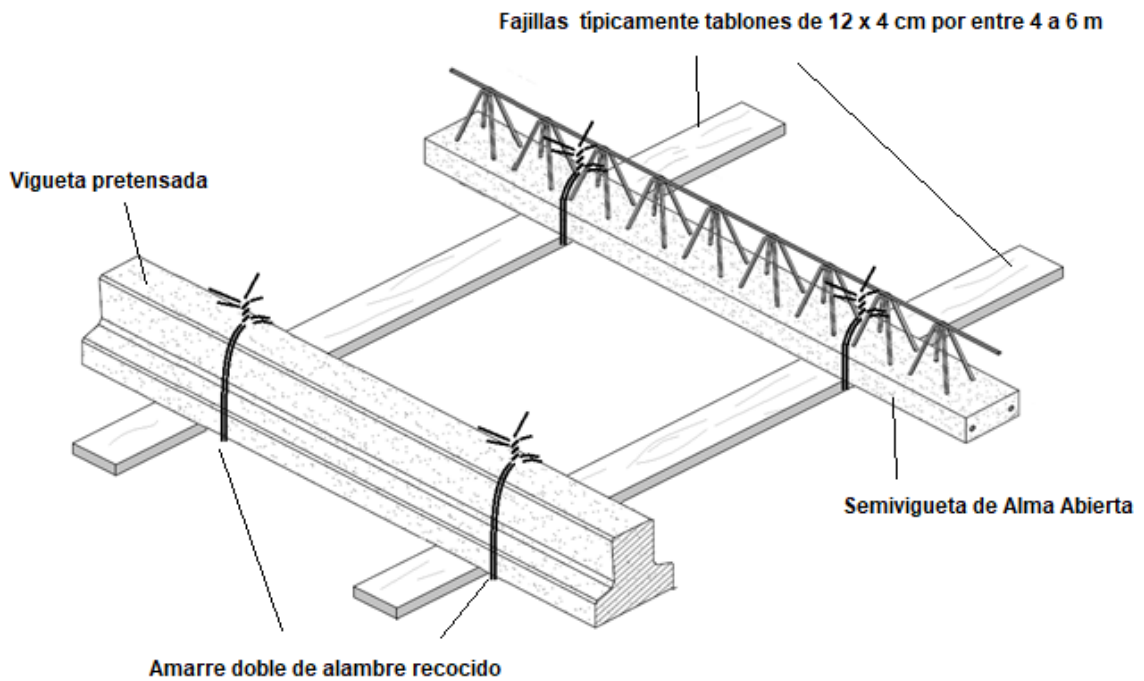


Figura A-2: Colocación de apoyos temporales.

6.0 Precauciones durante el colado:

Las indicaciones mencionadas hasta aquí deben permitir la colocación de los materiales que componen la losa de forma segura y su colado. Sin embargo, se recomiendan las siguientes precauciones:

- a) La colocación de la bovedilla debe ser de manera que se apoye completamente en la vigueta, en la trabe o en un puntal, haciendo que la circulación del personal y la colocación del material de la losa se realiza siempre con seguridad.
- b) Se han tenido experiencias negativas al momento del colado con bomba debido a que al inicio de las maniobras de colado se tiene una gran cantidad de concreto fresco en un solo punto, este peso es mayor al que se experimentará en el resto de la losa. De antemano se debe considerar dónde comenzará la descarga de concreto y en ese lugar colocar bajo las bovedillas una cimbra completa local, sostenidas por puntales adecuados a la carga y a la altura.
- c) Durante la colocación de las bovedillas se requiere en ocasiones de cortarla para ajustarla a la separación entre vigueta y trabe o contra la trabe en el extremo. Estas piezas cortas deben tener un apoyo adecuado que permita que los trabajadores puedan pisarla con seguridad.
- d) Debe evitarse el colado con carretilla, pues implica cargas que exceden a la capacidad de la bovedilla.
- e) Los puntales deben corresponder en resistencia a la carga y a la altura y estar debidamente contraventeados. La altura es un punto muy importante a considerar, pues los puntales usuales están diseñados para alturas también usuales, es decir, entre 3 a 3.5 m. Para alturas mayores se requiere de puntales más reforzados, pues de otro modo presentarán falla durante el colado.
- f) Los apoyos de los puntales deben estar fijamente colocados sobre firmes o suelos firmes secos, su colocación en suelos suaves produce una penetración de los puntales en el suelo afectando gravemente a la losa durante el colado.

Estas son recomendaciones generales pero no suficientes para la utilización de la bovedilla de poliestireno, pues es imposible abarcar todos los casos.

El trabajador de la construcción tiene responsabilidad sobre su propia seguridad y debe acatar los procedimientos que se determinen para ello. El constructor está obligado a proporcionar los elementos necesarios y a determinar los procesos constructivos que garanticen la seguridad del trabajador.

Para más información, favor de comunicarse con nuestro departamento técnico.

Ing. Andrés Bladinieres Correa
Director Técnico
Rocacero de Puebla, S.A. de .C.V.