

## LOSA PREFABRICADA

### Campo de la invención

- 5 La presente invención se relaciona con elementos prefabricados utilizados para la construcción de losas y entrepisos en edificaciones.

### Descripción del estado de la técnica

10

El estado de la técnica enseña elementos prefabricados para construcción de losas como los divulgados en los documentos: FR1216154A y SECTION FORGED SLAB AND BEAM, encontrado en la página web <http://www.bloquesautocad.com/seccion-forjado-bovedilla-vigueta-semirresistente-canto-30/>

15

El documento FR1216154A divulga una vigueta y una bovedilla prefabricadas, donde la vigueta tiene forma de T invertida y está conformada por refuerzos de malla soldada, y elementos longitudinales de acero. Por su parte la bovedilla tiene forma abovedada en la parte superior, comprende dos tabiques interiores inclinados y dos paredes laterales dentadas en su parte superior y que presentan muescas en su parte inferior. Dichos tabiques forman cavidades que aligeran la bovedilla. Además, las muescas de la bovedilla se ubican sobre la base de las viguetas, haciendo que ambas, bovedilla y vigueta, encajen.

20

Adicionalmente el documento FR1216154A divulga una capa de compresión compuesta de hormigón que se vierte sobre las viguetas y las bovedillas y la cual esta reforzada con una malla. Gracias a los refuerzos de la vigueta, a la rugosidad de esta y de la bovedilla, y a la forma de ambos elementos, el hormigón de la capa de compresión se aglutina con el material de las viguetas y las bovedillas conformando un cuerpo monolítico. Sin embargo, el sistema de losa prefabricado del documento FR1216154A presenta la desventaja de incluir, adicionalmente a las barras de refuerzo, otros elementos que aumentan su peso y por consiguiente el peso total de la estructura civil.

25

30

Por su parte, el documento SECTION FORGED SLAB AND BEAM, encontrado en la página web <http://www.bloquesautocad.com/seccion-forjado-bovedilla-vigueta-semirresistente-canto-30/> también divulga una losa. El documento muestra imágenes con

5 detalles de una bovedilla y una vigueta, donde la vigueta tiene forma de T invertida que comprende elementos longitudinales como varillas. La bovedilla comprende un primer recinto inferior y un segundo recinto superior, cada uno dividido por tres tabiques interiores verticales; también presenta muescas en sus extremos inferiores, las cuales se apoyan sobre chaflanes ubicados en los extremos del patín de la vigueta.

10

Con base en lo anterior, se puede decir que en el estado de la técnica no existe una losa prefabricada que incluya en el diseño de sus elementos, arcos o formas con arcos, que aproveche la capacidad de compresión de dichas figuras, manteniendo sus cualidades de mano-portabilidad, y bajo peso.

15

### **Breve descripción de la invención**

La presente invención corresponde a una losa prefabricada que comprende dos viguetas paralelas entre sí y una bovedilla. Cada vigueta se conforma de un patín dispuesto horizontalmente y un alma que se extiende hacia arriba desde el patín. Por su parte la bovedilla está formada por un marco y un arco central. Dicho marco tiene una región inferior con un primer extremo longitudinal, y un segundo extremo longitudinal; además el marco tiene dos soportes situados cada uno en un extremo longitudinal de la región inferior. Dichos soportes descansan en el patín de las dos viguetas. Por otro lado el arco central se extiende entre los soportes anteriormente mencionados.

20  
25

La losa prefabricada de la presente invención aprovecha la forma del arco central para configurar una bovedilla con alta capacidad de compresión. Adicionalmente las bovedillas, al fabricarse con concreto de ultra-alto desempeño, pueden incrementar su longitud, disminuyendo la cantidad de elementos necesarios para la constitución de la losa; siendo posible esto sin sacrificar su bajo peso y mano-portabilidad.

30

## **Breve descripción de las figuras**

5 La FIG.1 corresponde a una vista en sección de un sistema de losa elaborado con una modalidad de la losa prefabricada de la presente invención, donde se observan las bovedillas (2) y las viguetas (1).

10 La FIG.2 corresponde a una vista en sección de la bovedilla (2) de la FIG.1, donde se observa el marco (5), el arco central (6), la región inferior (7), los soportes (8) y tres tabiques (11).

La FIG.3 corresponde a un detalle de la FIG.1, donde se observan los chaflanes (9) de las viguetas (1), en contacto con los soportes (8) de las bovedillas (2).

15 La FIG.4 corresponde a una vista en sección de una modalidad de la bovedilla (2) donde el arco central (6) está apoyado en dos soportes (8), los tabiques (11) rigidizan el arco central (6).

20 La FIG.5 corresponde a una vista en explosión del entrepiso fabricado con la losa prefabricada de la FIG.1, donde se observan las viguetas (1), las bovedillas (2), y los elementos de contra-piso (12).

25 La FIG.6 corresponde a una vista en sección de una modalidad de la vigueta (1), donde se observa el alma (4) y el patín (3), el cual contiene en su interior, una barra de refuerzo (10).

La FIG.7 corresponde a una vista en sección de una modalidad de la vigueta (1), donde se observa el alma (4) y el patín (3), el cual contiene en su interior, dos barras de refuerzo (10).

30 **Descripción detallada de la invención**

Las losas, también conocidas como “sistemas de losas”, permiten soportar cargas no estructurales ocasionadas por habitantes, muebles, maquinaria o cualquier tipo de carga que se ocasiona durante el uso de una estructura civil. Las losas se conectan a la estructura del edificio, la cual puede conformarse por pórticos, que incluyen vigas y columnas, y muros cargueros.

Dichas losas pueden conformarse en sitio, por medio de vaciado de concreto, o constituirse de elementos prefabricados.

Los elementos prefabricados permiten agilizar el proceso de armado de estructuras, tales como columnas, fachadas, y losas conformadas por bovedillas, vigas. Dichos elementos prefabricados se fraguan en plantas de producción de prefabricados, que tienen control de calidad del proceso, además de personal y maquinaria especializada. Lo anterior permite tener mayor control de los parámetros y características de los elementos estructurales prefabricados, y aumentar la velocidad de construcción de edificaciones en obra. Adicionalmente, el uso de elementos prefabricados evita ocupar mayor espacio de obra, y adquirir moldes y herramientas adicionales, como las formaletas de vigas y columnas. Usualmente los elementos prefabricados son livianos y mano-portables. Para la comprensión de la presente invención se define como “mano-portable” cualquier elemento que pueda ser transportado por una o dos personas por medio de sus manos o cuerpo, sin la ayuda de ningún tipo de maquinaria.

Por otro lado, el uso de concretos de alto desempeño y ultra alto desempeño en la elaboración de elementos prefabricados, permite generar nuevos diseños y configuraciones que aprovechen las propiedades novedosas de dichos materiales, tales como su bajo peso y alta resistencia.

Dicho lo anterior, la presente invención corresponde a una losa prefabricada que comprende dos viguetas (1) paralelas entre sí y una bovedilla (2). Cada vigueta (1) se conforma de un patín (3) dispuesto horizontalmente y un alma (4) que se extiende hacia arriba desde el patín (3). Por su parte la bovedilla (2) está formada por un marco (5) y un arco central (6). Dicho

marco (5) tiene una región inferior (7) con un primer extremo longitudinal, y un segundo extremo longitudinal; además el marco (5) tiene dos soportes (8) situados cada uno en un extremo longitudinal de la región inferior (7). Dichos soportes (8) descansan en el patín (3) de las dos viguetas (1). Por otro lado, el arco central (6) se extiende entre los soportes (8) anteriormente mencionados.

Haciendo referencia a la FIG.1 y FIG.5, las viguetas (1) se disponen de manera paralela entre sí; al ser los componentes portantes de la losa reciben las cargas a las que se somete esta y las transmiten a través de su cuerpo a otros elementos de la estructura como, paredes maestras, vigas ortogonales a dichas viguetas (1), columnas y finalmente a la cimentación del edificio. La sección transversal de las viguetas (1) puede tener forma de “T” invertida, de “I” o formas similares que sean conocidas por una persona medianamente versada en la materia.

La longitud de las viguetas (1) depende del diseño estructural de la losa, sin embargo, estas pueden tener una longitud comprendida entre 2m y 8m.

Preferiblemente las viguetas (1) tienen una longitud entre 3m y 5m, esto permite transportarlas en camiones sin necesidad de obtener permisos especiales de movilidad a las autoridades de tránsito, como los que usualmente se solicitan en jurisdicciones como la colombiana. Además, permite movilizarlos dentro de la obra sin necesidad de utilizar grúas de alta capacidad de carga, lo cual, disminuye costos logísticos de la obra civil.

La distancia entre las viguetas (1) depende del diseño arquitectónico y el análisis estructural del edificio, para la determinación de dicha distancia es importante considerar las propiedades mecánicas de los materiales con los cuales se fabricaran viguetas (1) y bovedillas (2), además de la carga a la cual estén sometidas. A su vez, la carga depende del uso de la edificación, por ejemplo, si es residencial, industrial, un parqueadero multinivel, o cualquier otro tipo de edificación conocida por una persona versada en la materia. Sin embargo, la distancia entre dos viguetas (1) es preferiblemente entre 90cm y 150cm.

Las viguetas (1) de la presente invención pueden fabricarse por diferentes procesos que pueden ser: fraguado en moldes o con máquinas extrusoras. Este tipo de vigueta (1) prefabricada es más económica, ya que no requiere el uso de la madera en encofrado, solo requiere apuntalamiento, además que el tiempo de ejecución de la obra es más rápido que el tradicional.

Las viguetas (1) de la presente invención se pueden adaptar para ser transportadas por personal de la obra o de acuerdo a las capacidades de carga de equipos de movilización en construcción, tales como torre-grúas, grúas telescópicas, montacargas, camiones-grúa, manipuladores a distancia (tele-handlers, en inglés), elementos equivalentes conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinación de las anteriores.

Las viguetas (1) pueden fabricarse con múltiples materiales según las cargas que soporten, estos pueden ser: madera , acero, polímeros, materiales compuestos como el concreto, concreto reforzado o combinaciones de los anteriores.

Particularmente, la vigueta (1) puede ser de concreto de ultra alto desempeño, el cual tiene una resistencia a la compresión entre 150MPa y 250MPa, una resistencia a la tracción entre 5MPa y 10MPa, y un módulo de elasticidad entre 38GPa y 45GPa.

Haciendo referencia a la FIG.1 y FIG.3, la vigueta (1) está conformada por un patín (3) y un alma (4). El patín (3) es una sección de la vigueta (1) de la cual surge el alma (4) y donde se apoyan los soportes (8) de la bovedilla (2). El patín (3) comprende dos chaflanes (9) situados en sus bordes longitudinales superiores, usados para que los soportes (8) de la bovedilla (2) se ajusten sobre las viguetas (1), permitiendo que el arco central (6) se apoye directamente en las viguetas (1) y transfiera sus cargas a estas.

Las viguetas (1) adicionalmente, pueden comprender en su interior una armadura de refuerzo. Dicha armadura de refuerzo puede fabricarse en acero, aluminio, latón, acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al

cromo-molibdeno, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso combinaciones de los mismos, o cualquier otro material apto para elementos estructurales conocido por una persona versada en la materia.

5

Si las viguetas (1) se fabrican con cualquier tipo de concreto es recomendable embeber en ellas una armadura de refuerzo de acero, la cual aumenta la resistencia a la tracción de dichas viguetas (1), debido a que el concreto, a pesar de ser un material durable y con buena resistencia a la compresión, presenta una resistencia a la tracción menor.

10

De esta manera la armadura de refuerzo de acero resistirá los esfuerzos de tracción que aparecen en la estructura, mientras que el concreto resistirá la compresión. Además, la armadura de refuerzo de acero aumenta la capacidad de soportar esfuerzo compuestos a flexo-tracción a los que estarán sometidas las viguetas (1) principales.

15

Por otro lado, el acero confiere a las viguetas (1) mayor ductilidad, permitiendo que las mismas se deformen apreciablemente antes del colapso. Una estructura que emplea concreto reforzado deberá tener un modo de fallo dúctil, razón por la cual elementos tipo viga o columna emplean varas longitudinales de acero, llamadas armadura principal o longitudinal.

20

Estas barras de acero se dimensionan de acuerdo a la magnitud del esfuerzo axial y los momentos flectores, mientras que el esfuerzo cortante y el momento torsor condicionan las características de la armadura transversal o secundaria.

25

Haciendo referencia a la FIG.6 y FIG.7, las viguetas (1) pueden tener al menos una barra de refuerzo (10) embebidas en el patín (3) como armadura de refuerzo. Dicha barra de refuerzo (10) puede ser de acero, aluminio, latón, combinaciones de los mismos, o cualquier otro material apto para elementos estructurales como acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316,

30

acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso o combinaciones de los anteriores.

- 5      Preferiblemente la barra de refuerzo (10) es de acero corrugado que cumpla con las normas técnicas de construcciones civiles, tales como normas ASTM A706/A706M, normas técnicas colombianas, por ejemplo, la NTC 2289. También, la armadura de refuerzo puede ser de perfiles de acero de acuerdo con las normas ASTM para acero estructural.

- 10      Las especificaciones de las barras de refuerzo (10) tales como diámetro, cantidad y espaciamiento, depende de la sección transversal que tenga la viga (1), y manteniendo las cuantías mínimas longitudinales solicitadas por el análisis estructural. También, las especificaciones de la armadura de refuerzo pueden exceder las cuantías mínimas de diseño, debido a factores de seguridad.

- 15      Preferiblemente, la armadura de refuerzo se fabrica en acero al carbono ASTM A36, el cual cumple con las normas técnicas colombianas NTC 2289 y el Reglamento de Construcciones Sismo-resistentes NSR-10 en su capítulo C.3, sección C.3.5, o en su defecto las normas ASTM-1562 y ASTM-615-68 respectivamente.

- 20      La armadura de refuerzo debe tener adicionalmente un recubrimiento de concreto suficiente y controlado mayor o igual a los mínimos estipulados en el Reglamento de Construcciones Sismo-Resistentes NSR-10 de Colombia o la normativa que cubra el país del uso de la invención.

- 25      Por “recubrimiento de concreto” se entenderá el espesor del concreto que queda entre la armadura de refuerzo y la superficie de las viguetas (1).

- 30      Haciendo referencia a la FIG.1, FIG.3 y FIG.5, el alma (4) de la viga (1) se dispone entre los marcos (5) de las bovedillas (2) y sobresale por encima de estos para entrar en contacto con una capa de concreto que se vierte sobre las viguetas (1) y las bovedillas (2) y que al fraguar permite que la losa constituya un cuerpo monolítico.



Por otro lado, y haciendo referencia a la FIG.2, la bovedilla (2) es un componente aligerante y de relleno para la losa, que se apoya directamente en las viguetas (1). La bovedilla (2) comprende un marco (5) que encuadra el resto de componentes de la bovedilla (2) tales como el arco central (6) y los tabiques (11). Además, el marco (5) comprende una región inferior (7) y soportes (8) ubicados en los extremos longitudinales de dicha región inferior (7).

La bovedilla (2) está sujeta a distintas condiciones de carga donde se presentan esfuerzos de tracción y compresión, por ejemplo, una de ellas es una carga distribuida en el área central de la bovedilla (2), la cual representa la fuerza causada por la pisada de un trabajador durante el proceso de colocación y armado de la losa. Otro tipo de carga es producida por el peso de la capa de compresión de concreto que es vertida en la etapa final y que produce una carga distribuida a lo largo de la bovedilla (2). Dichas cargas son recibidas por el arco central (6) y transmitidas por medio de los soportes (8) a los patines (3) de la vigueta (1), como se observa en la FIG.3.

La bovedilla (2) puede fabricarse con materiales cerámicos, madera o polímeros. Estos materiales pueden ser arcilla, hormigón, concreto, concreto de ultra alto desempeño, poliestireno expandido, u otros materiales equivalentes conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de los anteriores.

Sin embargo es preferible fabricar la bovedilla (2) en concreto de ultra alto desempeño, pues su diseño, al incluir el arco central (6), aprovecha la alta resistencia a la compresión de dicho concreto (entre 150MPa y 250MPa) que además presenta una resistencia a la tracción entre 5MPa y 10MPa, y un módulo de elasticidad entre 38GPa y 48GPa. Además, al utilizarse concreto de ultra alto desempeño es posible modificar las dimensiones de la bovedilla (2), para disminuir el número de elementos que requiera la losa, por ejemplo su longitud puede ser ampliada si la distancia entre viguetas (1) se amplía teniendo en cuenta el uso del concreto de ultra alto desempeño. Dicha longitud puede estar entre 50cm y 145cm.

Por otro lado, la bovedilla (2) puede incluir tabiques (11) usados para rigidizar el arco central (6) y que otorgan a la bovedilla (2) mayor solidez, el número de dichos tabiques (11) puede variar según la carga que soporte la bovedilla, como se observa en la FIG. 2 y FIG.4.

- 5 La bovedilla (2) de la presente invención se puede adaptar para ser transportada por personal de la obra o de acuerdo a las capacidades de carga de equipos de movilización en construcción, tales como torre-grúas, grúas telescópicas, montacargas, camiones-grúa, manipuladores a distancia (tele-handlers, en inglés), elementos equivalentes conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinación de las anteriores.

10

Haciendo referencia a la FIG.5 las bovedillas (2) se disponen en fila entre las viguetas (1), de manera que los soportes (8) encajen en los chaflanes (9) y los marcos (5) de todas las bovedillas (2) se encuentren al mismo nivel. Luego de que se han instalado las viguetas (1) y bovedillas (2) comúnmente se realizan las instalaciones hidráulicas y eléctricas que se requieran, y las cuales se disponen a lo largo de la losa, atravesando eventualmente las bovedillas (2).

15

Posteriormente se ubican sobre las viguetas (1) y las bovedillas (2) elementos de contra-piso (12) que pueden seleccionarse entre mampostería, alistamientos cerámicos, capa de compresión de concreto, mallas de refuerzo o combinaciones de los mismos, como se observa en la FIG.1 y FIG.5.

20

Usualmente como elementos de contra-piso (12) se dispone una capa de compresión de concreto con un espesor entre 3cm y 6cm, la cual tiene embebida una malla de refuerzo que comúnmente es de acero electrosoldado y un acabado de baldosa con mortero de nivelación.

25

Dicha malla de refuerzo se utiliza para control de fisuración o agrietamiento causado por la retracción de fraguado y movimiento entre las piezas prefabricadas tales como viguetas (1) y bovedillas (2).

30

Tanto los elementos de contra-piso (12) como los demás elementos de la losa prefabricada (viguetas (1) y bovedillas (2)) pueden fabricarse con concreto de ultra alto desempeño, el cual tiene una resistencia a la compresión entre 150MPa y 250MPa, una resistencia a la tracción entre 5MPa y 10MPa, y un módulo de elasticidad entre 38GPa y 45GPa.

## 5 Ejemplo 1:

Haciendo referencia a la FIG. 5, se diseñó y construyó un entrepiso con la losa prefabricada de la presente invención, con las siguientes características:

10 Las viguetas (1) se fabricaron con concreto de ultra alto desempeño con un módulo de elasticidad de 40GPa, una resistencia máxima a compresión de 125MPa y una resistencia máxima a tracción de 7MPa.

15 Cada vigueta (1) tiene una longitud de 4m, un ancho de patín (3) de 8cm y una altura total de 20cm, además, en los extremos longitudinales superiores del patín (3) se disponen chaflanes (9).

20 Por otro lado, a 2,5cm desde la base del patín (3) se encuentran embebidas dos barras de refuerzo (10), ambas de 12mm de diámetro. Cada vigueta (1) tiene un peso de 21.6kg por metro, es decir, un peso de 86.4kg para la longitud de 4m, y un consumo de concreto de 32l.

25 Por su parte, las bovedillas (2) utilizadas se fabricaron con el concreto de ultra alto desempeño anteriormente descrito y tienen una longitud entre viguetas (1) de 87cm, un ancho de 25cm, y una altura total de 17cm. Presentan un arco central (6) rigidizado con tres tabiques (11) y soportes (8) inclinados que se apoyan sobre los chaflanes (9) de los patines (3) de las viguetas (1).

Adicionalmente se utilizaron como elementos de contra-piso (12) una malla electrosoldada embebida en concreto con un espesor de 5cm.

A continuación, se muestran las cantidades de materiales (por m<sup>2</sup>) requeridos para el entrepiso fabricado:

| Item                                         | Unidad         | Cantidad |
|----------------------------------------------|----------------|----------|
| Concreto de ultra alto desempeño             | L              | 14.4     |
| Barras de refuerzo fy=420 Mpa                | kg             | 4        |
| Capa de compresión de concreto<br>f'c=21 Mpa | m <sup>3</sup> | 0,05     |
| Malla electrosoldada 4mm@ 15cm               | kg             | 1,07     |
| Bovedillas                                   | m <sup>2</sup> | 0,85     |

- 5 La presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.