

ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO DE LOSAS DE VIGUETA Y BOVEDILLA EN LA CIUDAD DE GTO.

Navarro Yebra María de los Ángeles (1), Dra. Cardona Benavides Gloria (2).

1 [Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [angelesnavarro_@hotmail.com]

2 [Departamento de Arquitectura, División de Arquitectura, Arte y Diseño, Campus Guanajuato, UG] | Dirección de correo electrónico: [arqgloriacardona@gmail.com]

Resumen

En el presente documento se plasman los resultados de la investigación realizada en la ciudad de Guanajuato, Gto., en la que se realizó el análisis de cinco tipos de losas a base de vigueta y bovedilla, lo anterior considerando los diferentes materiales que se utilizan en la construcción de los sistemas. En dicho estudio se tomó como muestra "patrón" una losa con área promedio representativa de losas que se encontraron en diferentes zonas en construcción y viables de análisis en la ciudad, las cuales se identificaron en la colonia Villas de Guanajuato y sus alrededores.

Los sistemas de losas prefabricadas elegidas para el análisis constan de vigueta de concreto pretensada, vigueta de concreto de alma abierta o semivigueta y vigueta de acero (LOSARYD), las dos primeras en combinación con bovedillas de concreto (cemento- arena) y poliestireno. La última en combinación con bovedilla de poliestireno.

El análisis costo-beneficio se realizó tomando como base tres variables importantes: Costo, Tiempo y Mano de Obra, y se llevó a cabo para cada uno de los cinco sistemas de losa considerados por medio de precios unitarios para su posterior comparación.

Abstract

At the present document is shown the results of the investigation realized at Guanajuato City, on the one that was made the analysis of five types of slabs using the "Vigueta and bovedilla" system, considering the different materials that are used in the construction of those systems. On the mention analysis, it was taken a sample of slab as a "patron" and it was determinate as an average area of the sizes of the slabs that where found at the different zones of construction and that where able to analyze in the city. These slabs where identify at the "Colonia villas de Guanajuato" and around the area.

The system of prefabricated slabs chosen for the analysis are made of prestressed concrete beams, concrete beams of "alma abierta" or "semivigueta" and steel beam. The first two in combination with "bovedilla" of concrete (cement and sand) and polystyrene. The last combination with polystyrene "bovedilla".

The analysis cost-benefit was made taking three important variables: cost, time and workforce. It was made for each one of the five considered systems of slabs using unit prices for a latter comparison.

Palabras Clave

Costo-Beneficio, Losas, Tiempo, Costo, Mano de Obra.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de losas prefabricadas se han utilizado mayormente en la construcción de vivienda de interés social, pero no son limitativos a ésta, sino que se pueden usar en cualquier estructura.

El sistema de vigueta y bovedilla se compone de tres partes principales:

1. Componentes portantes (Viguetas y semiviguetas).
2. Componentes aligerantes (Bovedillas).
3. Capa de compresión de concreto armado.

Los sistemas de losas se analizaron con respecto a tres variables:

1. Tiempo
2. Costo
3. Mano de Obra.

Las cuales se consideraron más representativas porque influyen de forma muy importante en la ejecución de una obra, con ellas es posible realizar la comparación de ventajas entre los diferentes sistemas y de ésta manera poder elegir la mejor opción, es decir, el sistema que se apegue mejor al proyecto.

OBJETIVO GENERAL.

1. Analizar los sistemas de construcción de losas de casas habitación en la ciudad de Guanajuato, Gto.

OBJETIVOS PARTICULARES.

1. Localización de las casas habitación viables del análisis.
2. Identificación de los sistemas empleados en la construcción de losas de entresijos y azoteas.
3. Determinación y análisis de los materiales y procesos constructivos.
4. Análisis del costo-beneficio de los sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo al análisis realizado para la identificación de tipos de losas utilizados en la construcción de casas habitación viables de análisis en la ciudad de Guanajuato, Gto., se observó que se podrían analizar los sistemas de losas más empleados de vigueta y bovedilla, que están constituidos por: vigueta de concreto pretensada, semivigueta de concreto de “alma abierta” y vigueta de acero, las dos primeras en combinación con bovedilla de concreto y poliestireno, no así para la vigueta de acero que solo se emplea en conjunto con la bovedilla de poliestireno.

El análisis de la información obtenida en las visitas a los diferentes fraccionamientos y viviendas en construcción en la ciudad, nos permitió determinar las siguientes condiciones para la investigación:

1. Se consideró como área de losas a analizar 14m² con un claro máximo promedio de 3.50 m, ya que son las áreas máximas encontradas en los proyectos analizados. Ésta área se utilizó como muestra patrón.
2. Se analizaron los diferentes sistemas constructivos: con vigueta de concreto pretensada (IMAGEN 1), vigueta de concreto de alma abierta (semivigueta) (IMAGEN 2) y vigueta de acero (IMAGEN 3), las dos primeras en combinación con bovedilla de concreto y poliestireno, no así para la vigueta de acero que se encontró, solo se emplea en conjunto con la bovedilla de poliestireno. El análisis se llevó a cabo considerando el costo-beneficio de los cinco diferentes sistemas, apoyados en tres variables: Tiempo, Costo y Mano de Obra, porque en un proyecto podemos tener restricción en alguna de las variables, por lo que la investigación nos podrá apoyar a elegir el mayor beneficio dependiendo de la limitación específica del proyecto en particular.[1]

Finalmente con la información obtenida de cada uno de los sistemas constructivos antes mencionados se realizó un análisis de precios unitarios, para poder determinar las diferencias existentes en cada uno de los sistemas apoyados en las variables de costo, tiempo y mano de obra, con el fin de poder determinar los beneficios.[2]

Consideramos importante comentar que el sistema LOSARYD ha sido utilizado de forma minoritaria ya que en la Ciudad de Guanajuato no existe proveedor del sistema, la más cercana es la Cd. de León.



IMAGEN 1: Sistema de losa a base de viga de concreto pretensado con bovedilla de concreto.



IMAGEN 2: Sistema de losa a base de viga de concreto de alma abierta (semivigüeta), bovedilla de poliestireno.



IMAGEN 3: Sistema de losa a base de viga de acero (LOSARYD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron los análisis de precios unitarios para cada uno de los cinco sistemas de losa una vez que obtuvimos la información de campo suficiente para cada uno de ellos, con precios de venta de materiales en Guanajuato, en la Mano de Obra los precios oficiales nacionales y en la muestra patrón los tiempos de ejecución de obra reales en el fraccionamiento.

A continuación se muestran las descripciones de cada uno de los sistemas así como una tabla en forma de resumen con los resultados obtenidos (Tabla 1).

SEMIVIGUETA Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO [3]

Losa de semivigüeta de 3.50m x 4.00m con bovedilla de poliestireno de 0.13m x 0.75m x 2.44m. Espesor de losa de 0.18m con capa de compresión de 5 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, TMA 19 mm, cemento CPC 40 armado con malla electrosoldada 6 x 6 – 10/10, apuntalado con cuatro mdrinas a los cuartos para soportar siete cargadores perpendiculares a ellas, cada mdrina es sostenida por cuatro polines de 4" x 4" y para sujetar, utilizar torzal de alambre recocado. Incluye acarreo, desperdicios, material y mano de obra.

SEMIVIGUETA Y BOVEDILLA DE CONCRETO [4]

Losa de semivigueta de 3.50m x 4.00m con bovedilla de concreto de 0.13m x 0.75m x 0.20m. Espesor de losa de 0.18m con capa de compresión de 5 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, TMA 19 mm, cemento CPC 40 armado con malla electrosoldada 6 x 6 – 10/10, apuntalado con cuatro madrinan a los cuartos para soportar siete cargadores perpendiculares a ellas, cada madrina es sostenida por cuatro polines de 4" x 4", y para sujetar, utilizar torzal de alambre recocado. Incluye acarreo, desperdicios, material y mano de obra.

VIGUETA DE CONCRETO PRETENSADA Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO [5]

Losa de vigueta de concreto pretensada de 3.50m x 4.00m con bovedilla de poliestireno de 0.13m x 0.75m x 2.44m. Espesor de losa de 0.18m con capa de compresión de 5 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, TMA 19 mm, cemento CPC 40 armado con malla electrosoldada 6 x 6 – 10/10, apuntalado al centro del claro con polines de 4" x 4" y para sujetar, utilizar torzal de alambre recocado. Incluye acarreo, desperdicios, material y mano de obra.

VIGUETA DE CONCRETO PRETENSADA Y BOVEDILLA DE CONCRETO [6]

Losa de vigueta pretensada de 3.50m x 4.00m con bovedilla de concreto de 0.13m x 0.75m x 0.20m. Espesor de losa de 0.18m con capa de compresión de 5 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, TMA 19 mm, cemento CPC 40 armado con malla electrosoldada 6 x 6 – 10/10 apuntalado al centro del claro con polines de 4" x 4" y para sujetar, utilizar torzal de alambre recocado. Incluye acarreo, desperdicios, material y mano de obra.

VIGUETA DE ACERO Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO [7][8]

Losa de vigueta de acero LOSARYD de 3.50m x 4.00m con bovedilla de poliestireno de 0.13m x

0.75m x 1.22m. Espesor de la losa 0.18m con capa de compresión de 5 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, TMA 19 mm, cemento CPC 40 armado con malla electrosoldada 6 x 6 -8/8, apuntalando al centro del claro con polines 4" x 4", duela de 1" x 4" x 8 ¼ ' a los cuartos y para sujetar torzal de alambre recocado. Incluye acarreo, desperdicios, material y mano de obra.

| SISTEMA DE LOSA | Costo total por losa 14m ² (pesos) | Costo por m ² (pesos) | Tiempo de ejecución por losa 14 m ² (jornal) | Cantidad de mano de obra |
|---|---|----------------------------------|---|--------------------------|
| 1. SEMIVIGUETA Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO | 5945.79 | 429.79 | 2 | 8 |
| 2. SEMIVIGUETA Y BOVEDILLA DE CONCRETO | 5921.50 | 422.96 | 1.55 | 7 |
| 3. VIGUETA DE CONCRETO PRETENSADA Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO | 5391.80 | 385.12 | 1.54 | 8 |
| 4. VIGUETA DE CONCRETO PRETENSADA Y BOVEDILLA DE CONCRETO | 5386.81 | 384.77 | 1.78 | 8 |
| 5. VIGUETA DE ACERO Y BOVEDILLA DE POLIESTIRENO | 3320.95 | 237.21 | 1.371 | 7 |

Tabla 1: Resultado de las tres variables analizadas mediante precios unitarios.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados obtenidos, así como el conocimiento adquirido con la investigación en campo nos permite concluir lo siguiente:

1. El sistema de losa de entrepiso y azotea más utilizado en las casas habitación del estado de Guanajuato es el compuesto por vigueta de concreto de alma abierta (semivigueta) y bovedilla de poliestireno (muestra patrón). El análisis de precios unitarios para este sistema arrojó, como se puede observar en la Tabla 1, que el tiempo de ejecución por losa de 14 m² es el más grande, dicho resultado se puede explicar con el hecho de que, en las construcciones de casas habitación que actualmente se están llevando a cabo en la ciudad empleando dicho sistema de losa se dispone de un mismo personal para realizar las actividades de fierro, albañil y carpintero, hecho que no se consideró sucedía en el análisis de los restantes cuatro sistemas. Por lo anterior y teniendo como base los resultados del análisis se puede concluir que teniendo personal especializado en cada actividad y no empleando una misma persona en varias tareas se reducen los tiempos de ejecución.
2. El sistema más eficiente hablando de costo, tiempo y mano de obra es el que consta de vigueta de acero (LOSARYD) y bovedilla de poliestireno.

Es importante mencionar que durante la investigación nos percatamos de que este sistema no es muy conocido y es quizá, debido, a que se trata de un producto relativamente nuevo en el mercado, y al hecho de que se ha tratado de poner en duda su funcionalidad, sin embargo dicho sistema ofrece absolutamente una alternativa de ahorro en costo del 44.14 % con respecto a la muestra patrón (semivigueta y bovedilla de poliestireno), en tiempo y mano de obra.

La investigación realizada indica que las losas a base de este sistema cumplen perfectamente con la Norma Mexicana NMX-C-406-1997-ONNCCE según pruebas realizadas en el laboratorio "La Perlita" de la Universidad de Guanajuato.

3. El ahorro comparativo en Costo/m² del sistema de vigueta de acero y bovedilla de poliestireno con el sistema de vigueta de concreto pretensada y bovedilla de poliestireno (el sistema más bajo) es del 38.35%.
4. El ahorro en tiempo por losa de 14m² con la losa patrón es de 31.45%.

AGRADECIMIENTOS

1. A la Dra. Gloria Cardona Benavides, mi asesora, por su incondicional apoyo.
2. A la Universidad de Guanajuato por este espacio que motiva a Investigar.

REFERENCIAS

- [1] ANYVYP (2008), Manual de Diseño Estructural de Sistemas de Piso a Base de Vigueta Pretensada y Bovedilla, pp 114-120,
- [2] Medina, Sánchez Eduardo, (2008), Construcción de Estructuras de Hormigón Armado, Edificación, Ed. Delta, (2da. Edición), Madrid, España.
- [3] DeAcero, (2015), Armadura y losas de vigueta y bovedilla, pp. 23-26
- [4] Antaac, (2008), Construcción de Techos Sistema Vigueta y Bovedilla, pp 3-23
- [5] DeAcero, (2015), Manual Técnico, Vigueta Pretensada, pp. 7-9,
- [6] Viprocosa (2015), Ficha Técnica de Losa de Vigueta Pretensada y Bovedilla, pp. 2-5,
- [7] León, Mata Víctor Adrián, (2004), Proceso Constructivo para la Unidad Habitacional de Interés Social "El Serafín" Tesis para obtener el grado de Ingeniero-Constructor, México, DF, pp157-163
- [8] LOSARYD, Presentación Sistema Omega, pp 1-45.

Norma Mexicana NMX-C-406-1997-ONNCCE