

VALORACIÓN ECONÓMICA DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES PARA ÁREA HABITACIONAL DEL HOTEL PLAYA MARÍA AGUILAR

Dayana Rojas Ramos¹, Tamara Fundora Dávalos², Janet Otmara Martínez Cid³

¹Ingeniero Civil, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), Calle 114, # 11901, e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao. La Habana. Cuba, drojas@cemat.cujae.edu.cu

²Ingeniero Civil, Máster en Ciencias, Empresa de Proyectos de La Habana (EPROB), tfundora@eprob.cu

³Ingeniero Civil, Doctora en Ciencias Técnicas, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), Calle 114, # 11901, e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao. La Habana. Cuba., jcid@civil.cujae.edu.cu

RESUMEN

El desarrollo constructivo de Cuba en la última década se ha visto reflejado, fundamentalmente, en la construcción de hoteles en muchas zonas del país. La valoración técnica-económica de las posibles soluciones estructurales de estos nuevos proyectos arquitectónicos, constituye un paso determinante en las etapas iniciales de los mismos. En el presente trabajo se realiza una comparación económica entre cuatro propuestas de solución estructural para el área habitacional del hotel Playa María Aguilar, ubicado en la provincia de Sancti Spíritus. El objetivo es determinar la variante más económica para una arquitectura típica. Las cuatro variantes de tipología estructural combinan como elementos de soporte vertical muros de bloques y pórticos de hormigón armado y como sistema de entrepiso y cubierta la losacero (Steel deck) y Vigüeta y bovedillas. Se modelan las cuatro variantes con el programa CYPECAD, 2016. Los resultados se basan en la comparación en cuanto a consumo de materiales, mano de obra, empleo de equipos y costo total de la construcción, según las bases de referencia PRECONS II y el empleo del programa Preswin, AICROS. Se concluye con la recomendación de la variante estructural que mejor se adapta a los requisitos que se exigen y comparan en la investigación.

Palabras claves: Comparación económica, Cypecad, tipologías estructurales.

ECONOMIC VALUATION OF STRUCTURAL TYPOLOGIES FOR THE ROOM AREA OF THE MARÍA AGUILAR BEACH HOTEL

ABSTRACT

The constructive development of Cuba in the last decade has been represented, fundamentally, by the construction of hotels in many areas of the country. The economic and technical evaluation of the structural solutions of these new architectural projects is a determining step in its initial stages. In this paper, an economic comparison between four variants of structural solutions for the room area of María Aguilar Beach hotel, located in Sancti Spiritus, is made. The four variants of structural typology combine two types of vertical support and two solutions for stories and roof. Masonry walls and reinforced concrete frames for vertical support and Steel deck and Concrete joist with vaults for stories and roof. The four structural variants are modeled with CYPECAD program. The objective is to determine the most economical variant for a typical architecture. The results are based on the comparison in terms of materials expenditure, labor, use of equipment and total construction cost according to reference code PRECONS II and the software Preswin, AICROS. It concludes with the recommendation of the structural variant that best fits the requirements that are demanded and compared in this investigation.

Keywords: Cypecad, economic comparison, structural typologies.

Nota Editorial: Recibido: diciembre 2019; Aceptado: mayo 2020

1. INTRODUCCIÓN

En la etapa inicial de todo proyecto se realizan actividades que permiten definir las características esenciales de la estructura con el fin de identificar posibles problemas en su adopción y, principalmente, de poder

cuantificar sus partes y llegar a una estimación de los costos de las diversas soluciones [1]. En los últimos años, Cuba ha mostrado un desarrollo en la esfera de la construcción con la ejecución de un gran número de hoteles en diversas zonas del país. Dicho desarrollo exige soluciones que cumplan no solo con los requisitos de diseño estructural acorde a las normativas vigentes en el país, sino que sean económicas, que protejan al medio ambiente, y a su vez sean de fácil y rápida ejecución, acorde a las actuales exigencias internacionales con relación a la ejecución de obras [2], [3].

Como parte de este desarrollo hotelero en el país se encuentra el hotel Playa María Aguilar, ubicado en Trinidad, provincia de Sancti Spíritus. Este ocupa un área de 59 410 m² en la que se comprenden diferentes objetos de obra como los bloques habitacionales, el bloque de servicio, la piscina, el snack bar y ranchones.

Para la construcción de los bloques habitacionales existen cuatro propuestas tipológicas estructurales, las que combinan como elementos de soporte vertical muros de bloques y pórticos de hormigón armado y como sistema de entrepiso y cubierta la losacero (Steel deck) y losas de vigueta y bovedilla. Las propuestas de cada variante están dadas por las ventajas que poseen cada uno de estas soluciones.

Los pórticos se caracterizan por permitir un mejor aprovechamiento de los espacios, fácil ejecución y requerir mano de obra no especializada [4]. En el caso de la mampostería, se destaca su facilidad y rapidez de ejecución debido a la tradición constructiva del país en su empleo, así como por el ahorro en el consumo de hormigón y acero [5]. Constituye, al mismo tiempo, sistema resistente y elemento divisor de espacios [6].

El sistema de vigueta y bovedilla se caracteriza por su rápida ejecución. El conjunto forma una losa aligerada, trabajando en una dirección, la cual no requiere de empleo de encofrados para su ejecución, ni equipos para la colocación de las viguetas pues se realiza de forma manual. Su empleo contribuye a la disminución del consumo de hormigón, acero y encofrado [7].

El sistema de losa cero o Steel deck es también otro tipo de losa de rápida ejecución, conformado por una lámina de acero, que funciona como encofrado colaborante [8]. Su empleo reduce el consumo de acero de refuerzo y de hormigón en la losa, además de no requerir de encofrados [9].

Se requiere definir cuál de las variantes propuestas es la de menor costo, como parte de la valoración técnica que se hará de las mismas. Para ello, en el presente trabajo se realiza el diseño y análisis económico del bloque habitacional considerando las cuatro variantes. Se modelarán las mismas con el empleo del programa de análisis y diseño CYPECAD 2016, respetando el diseño arquitectónico y teniendo en cuenta todas las invariantes y especificaciones que implica la modelación. Se comparan económicamente las variantes propuestas, en cuanto a los índices de consumo de materiales, mano de obra y empleo de equipos lo que permite definir el costo total de construcción de las mismas.

2. DESARROLLO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

El bloque habitacional consta de tres niveles y ocupa un área de 1076,7m² con 70,8 m de largo, 14,8 m de ancho y una altura máxima de 11,8 m (figura 1). Contiene habitaciones del tipo *garden swing up pool*, de las cuales 15 son habitaciones *deluxe* y 2 habitaciones son *junior suite* en la primera planta, y en las dos siguientes plantas estructurales se encuentran 15 habitaciones *deluxe* y 2 habitaciones *junior suite* por cada nivel. La obra se encuentra en un ambiente de agresividad muy alta.



Figura 1: Ubicación del bloque habitacional objeto de estudio dentro del Hotel Playa María Aguilar. Fuente: Datos de arquitectura, EPROB.

2.2 VARIANTES DE LAS TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES PROPUESTAS

Como primera variante de sistema estructural se propone combinar muros de carga de albañilería con columnas y vigas de hormigón armado in situ en la zona de pasillos exteriores. Las losas de entrepiso y cubierta se resolverán con el sistema de vigueta y bovedilla. La cimentación será de tipo corrida bajo los muros de carga y aislada para las columnas y se empleará una viga de cimentación que vinculará los cimientos entre sí.

Los muros de carga constituirán las divisiones entre habitaciones y los elementos de cierre de fachada de los extremos de los edificios. Estos se proponen de bloques de 150 mm de espesor con cerramientos de 250 mm de peralte total bajo losa y 150 mm de ancho, reforzados con 4 barras longitudinales de 13 mm y cercos de 10mm de diámetro respectivamente, espaciados a 200mm. La resistencia característica del hormigón a utilizar en vigas y columnas será $f'_c=30$ MPa [10].

Para las losas de entrepiso y cubierta se propone utilizar semiviguetas pretensadas con bovedillas de poliestireno expandido y carpeta de hormigón armado in situ de 70mm de espesor.

La segunda variante propuesta mantiene los mismos elementos portantes verticales que la variante descrita anteriormente y resuelve las losas con el sistema conocido como losacero o Steel deck, excepto las losas de los pasillos que se hormigonarán in situ.

La tipología estructural de la tercera y la cuarta variante será de pórticos de hormigón armado in situ, con losas de entrepiso y de cubierta resueltas con el sistema de vigueta y bovedilla, en la tercera variante, y con losacero o Steel deck, en la cuarta. Las luces de los pórticos serán de 4,15m en su mayoría y las luces de las losas serán de 4,15 m en áreas de habitaciones y de 2,00m en los pasillos.

La obra se encuentra ubicada a 71 metros de la costa sur, zona considerada por la norma NC 250: 2005 [10] como de agresividad muy alta, por lo que deberán ser empleados recubrimientos de 4 cm para las columnas y vigas hormigonadas in situ, 5cm para cimientos y vigas de zapata con sello o 7cm cuando no se dispone de este y 3cm para las losas hormigonadas in situ. La relación máxima de a/c será de 0.4 y las resistencias características de los hormigones no tendrán valores inferiores a 30 MPa.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO.

Geometría

La geometría general del modelo responde a la requerida por arquitectura. Las luces alcanzan los 4,15 m y los puntales son de 3,15 m. Para el caso de las variantes con pórticos las vigas son de 30 x 40 cm y las columnas de 40 x 40 cm desde +0.00 hasta el +3,15m y de 30 x 40 cm partir del nivel +6,30, +9,45m y +11,85m en la caja de escalera. En las variantes con muros de carga, estos serán de 15 cm de espesor.

La figura 2 muestra la planta de la edificación.

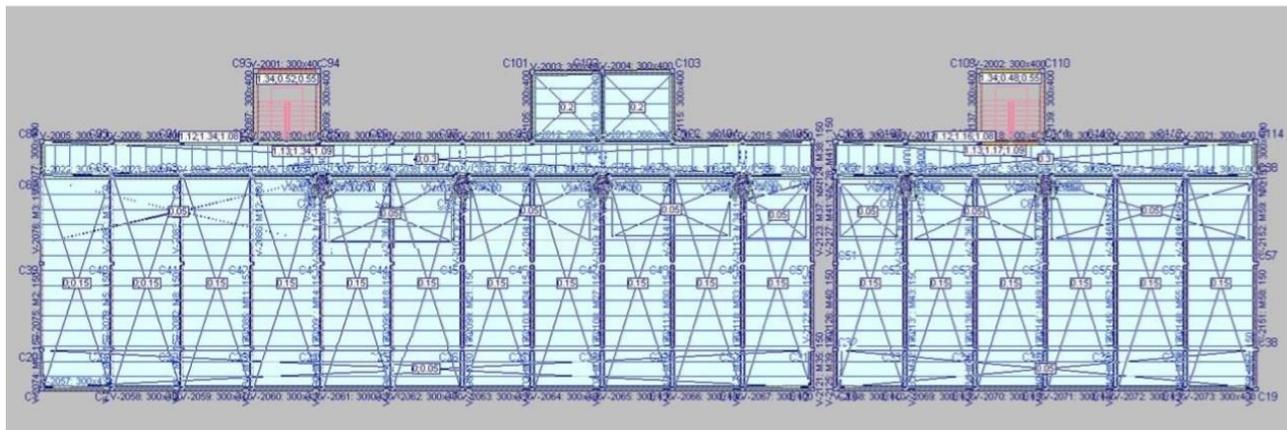


Figura 2: Planta general del bloque habitacional. Fuente: Datos de arquitectura, EPROB.

Material

El material a emplear para los pórticos es hormigón armado con una densidad de 24 kN/m³. La resistencia a compresión del hormigón será de 30 MPa, según la norma NC 207: 2003 [11]. Los muros de carga serán de bloques de hormigón de 150 mm de espesor. La resistencia a compresión del muro, para un mortero tipo III de 5,2 MPa y bloque de 7 MPa, es de 3,4 MPa según la ecuación (1) que declara la NC 774: 2012 [12].

$$f'_{mbl} = \left[\frac{100 + f'_{bl}}{100 + 2.5 f'_{bl}} \right] \left[1 - \frac{0.3}{0.6 + \frac{f'_M}{f'_{bl}}} \right] f'_{bl} \quad (1)$$

Donde:

f'_{mbl} : Resistencia a compresión bruta del muro de bloques.

f'_{bl} : Resistencia a compresión bruta del bloque.

f'_M : Resistencia a compresión del mortero.

Condiciones de borde

En las cuatro variantes la continuidad se manifiesta en las uniones columna-pedestal, pedestal-columna, vigas-vigas, columnas-vigas, en los tramos interiores. Las vigas-columnas exteriores están articuladas. Las losas, tanto de vigueta y bovedilla como de Steel deck, se encuentran simplemente apoyadas sobre los cerramientos, trabajando unidireccionalmente.

Cargas

Se consideraron las cargas permanentes correspondientes a la NC 283: 2003 [13] y las cargas de uso según la NC 284: 2003 [14].

Cargas permanentes

Carpeta de 7cm de la losa estructural de hormigón armado: 1,68 kN/m²

Enrajonado, relleno de mejoramiento, 10 cm: 1,8 kN/m²

Mortero de colocación 2cm: 0,4 kN/m²

Losa cerámica de 1cm de espesor: 0,20 kN/m³

Carga de instalaciones: 0,50 kN/m²

Cargas de uso

Cuarto de camareras: 2,0 kN/m²

Pasillo interior: 3,0 kN/m²

Balcón: 2,0 kN/m²

Habitación: 1,5 kN/m²

Carga de viento NC 285: 2003 [15]

La carga de viento se determina por la ecuación (2).

$$q = q_{10} \cdot C_t \cdot C_s \cdot C_h \cdot C_r \cdot C_{ra} \cdot C_f \quad (2)$$

No se consideró el efecto dinámico del viento dado que el periodo de oscilación es menor que 1s.

Respecto a la categoría del terreno al ser un lugar abierto se considera de Tipo A.

Presión básica: Zona II, Sancti Spíritus, $q_{10}=1,1$ kN/m²

Coefficiente de recurrencia (C_t)

Al ser una estructura de carácter permanente, con características normales de sensibilidad al viento, y con gran importancia económica, el período de recurrencia adoptado es de 50 años por lo que, $C_t=1,00$

Coefficiente de topografía o de sitio (C_s): Sitio normal $C_s=1,0$

Coefficiente de altura (C_h) =1,04

Coefficiente de ráfaga (C_r)= 1,17

Para el cálculo y diseño de cimentaciones: $C_r=1$

Coefficiente de reducción por área expuesta (C_{ra}) =0,725

$q_{barlovento}= 0,782$ kN/m²

$q_{\text{sotavento}} = 0,489 \text{ kN/m}^2$

Combinaciones de cargas

Se consideraron las combinaciones de cargas que exige la NC 450: 2006 [16].

Para Estado Límite Último (ELU)

$1.2G+1.6Q+0.5Q_c$

$1.2G+0.5Q+1.6Q_c$

$1.2G+0.5(Q+Q_c) + 1.4W$

Para Estado Límite de Servicio (ELS)

$G+Q+Q_c$

$G+0.5(Q+Q_c) + W$

Siendo:

G: carga permanente.

Q: carga de uso de entepiso.

Q_c : carga de uso de cubierta.

W: carga de viento.

No se incluyó ningún estado de cargas adicional.

La figura 3 muestra los modelos obtenidos para las cuatro variantes de análisis.

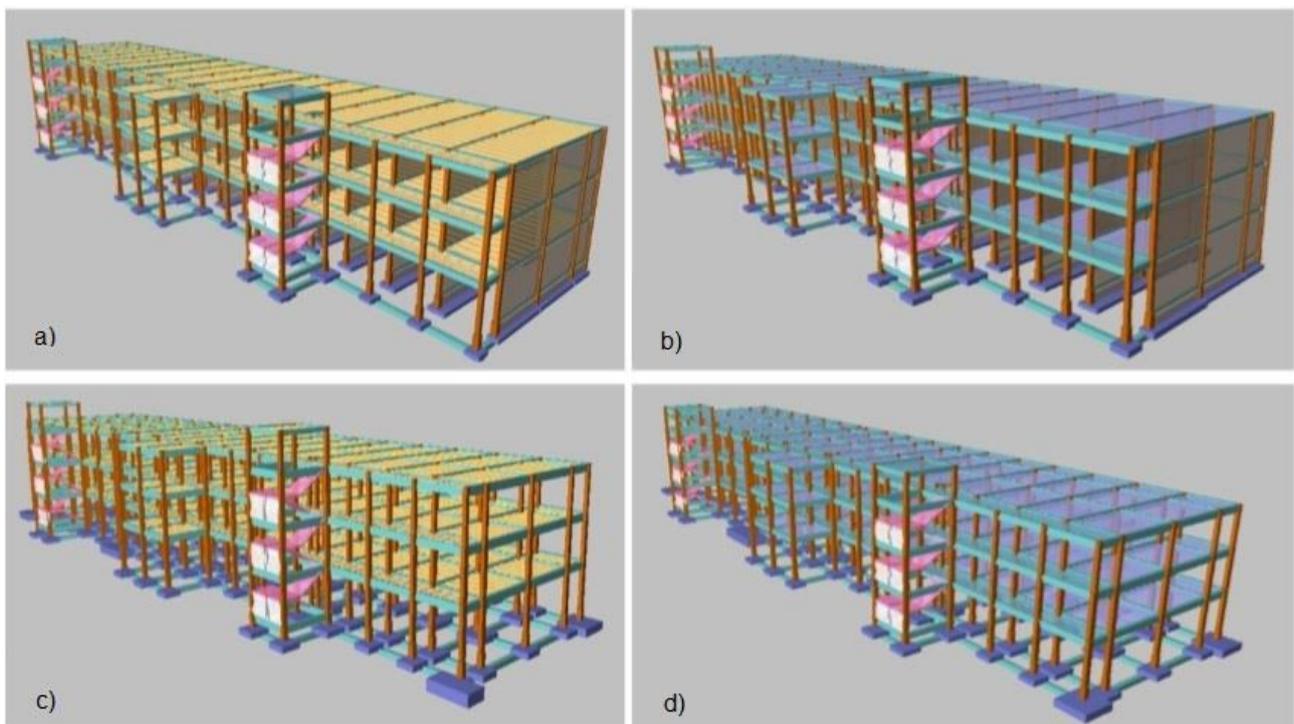


Figura 3: Modelo de las variantes. a) Variante de muros de bloques y pórticos con losas de entepiso y cubierta de vigueta y bovedilla; b) Variante de muros de bloques y pórticos con losas de entepiso y cubierta de Steel Deck; c) Pórticos con losas de entepiso y cubierta de vigueta y bovedilla; d) Pórticos con losas de entepiso y cubierta de Steel Deck. Fuente: Elaboración propia, software Cypecad 2016.

3. RESULTADOS

3.1 Estado Límite de Servicio de la edificación

Para la comprobación de las deformaciones en el tope de la edificación se consideró la combinación $G+0.5(Q+Q_c)+W$ [16]. La tabla 1 muestra los resultados obtenidos para cada variante.

Tabla 1: Desplazamientos en el tope del edificio.

Variantes	Desplazamiento máximo en el tope del edificio (mm)
Muros de bloques y losas de vigueta y bovedilla	2,83
Muros de bloques y losas de Steel deck	2,73
Pórticos de hormigón y losas de vigueta y bovedilla	7,29
Pórticos de hormigón y losas de Steel deck	6,76

Todos los desplazamientos obtenidos son menores que el permisible $H/500= 24\text{mm}$, siendo H la altura total de la edificación. En las variantes que emplean pórticos, los desplazamientos en el tope de la edificación son mayores, pues esta tipología estructural es menos rígida frente a cargas horizontales. Se observa que para un mismo soporte vertical los desplazamientos son menores cuando se emplean losas de Steel deck, pues el espesor de la losa formada con esta tecnología es mayor que la empleada con sistema de vigueta y bovedilla, aportando mayor rigidez.

3.2 Diseño estructural de los elementos

Se realizó el diseño de todos los elementos estructurales de cada variante garantizando el cumplimiento del Estado Límite Último y el Estado Límite de Servicio [7], [8], [11], [12]. La tabla 2 muestra el resumen de los resultados obtenidos en el proceso de diseño.

Tabla 2: Resumen del diseño estructural de los elementos principales.

Variantes	Resultado del diseño estructural
Muros de bloques y losas de vigueta y bovedilla	Muros de bloques de 15 cm de espesor
	Viguetas T-12-5, T-12-3, bovedillas de 170mm, peralto 240 mm.
Muros de bloques y losas de Steel deck	Muros de bloques de 15 cm de espesor
	COMFLOR lámina 1mm, Ø10@560mm, peralto 260 mm.
Pórticos de hormigón y losas de vigueta y bovedilla	Columnas: Ø13 refuerzo longitudinal, Ø10 refuerzo transversal
	Vigas: Ø13, Ø16 refuerzo longitudinal, Ø10 refuerzo transversal
	Viguetas T-12-5, T-12-3, bovedillas de 170mm, peralto 240 mm.
Pórticos de hormigón y losas de Steel deck	Columnas: Ø13 refuerzo longitudinal, Ø10 refuerzo transversal
	Vigas: Ø13, Ø16 refuerzo longitudinal, Ø10 refuerzo transversal
	COMFLOR lámina 1mm, Ø10@560mm, peralto 260 mm

3.3 Comparación económica

El presupuesto está confeccionado de acuerdo a la Resolución No 199-2005 del Ministerio de Finanzas y Precios, que pone en vigor el "Sistema de Precios de la Construcción", bases de referencia PRECONS II [17].

De acuerdo a las consideraciones sobre la implantación del Precons II y las soluciones complementarias para la Elaboración de Presupuestos para las Empresas de Proyectos, orientadas por la Comisión Nacional de Precios y Presupuestos, la Secretaría Ejecutiva del Frente de Proyectos y la Dirección de Precios y Presupuestos del MICONS, se autoriza a las Empresas de Proyectos a utilizar por cientos como normativas para el cálculo de Otros Gastos Directos de Obra, Gastos Generales de Obra, Gastos Indirectos de Obra y

Presupuestos Independientes, teniendo en cuenta la falta de información necesaria para estos cálculos, los cuales solo posee la entidad constructora. La tabla 3 los indica.

Tabla 3: Porcientos considerados en el cálculo del presupuesto.

Gastos	Porcientos (%)
Otros Gastos Directos de Obra	12,5
Gastos Generales de Obra	10,0
Gastos Indirectos de Obra	12,4

En el caso de los Presupuestos Independientes se recomiendan tres variantes a seleccionar: Por ciento Mínimo, Por ciento Máximo y Por ciento más Probable. Para el caso de estudio se tomó la tercera variante. La sumatoria de los por cientos límites de Gastos Adicionales, Gastos Bancarios e Imprevistos debe ser igual a 10 % como valor máximo entre los tres. La tabla 4 resume los por cientos considerados en el cálculo.

Tabla 4: Por cientos adicionales en el cálculo del presupuesto.

Gastos	Porcientos (%)
Otros Gastos Adicionales	2,0
Gastos Bancarios	3,0
Imprevistos	3,0
Facilidades Temporales	3,0
Transportación	15,0
Seguros	0,35
Contribuciones, aportes, pagos de derechos y tributos	2,0

Fue utilizado el programa Preswin, AICROS. Los valores obtenidos se resumen a continuación.

Consumo de materiales

La figura 4 muestra el consumo de materiales de cada variante.

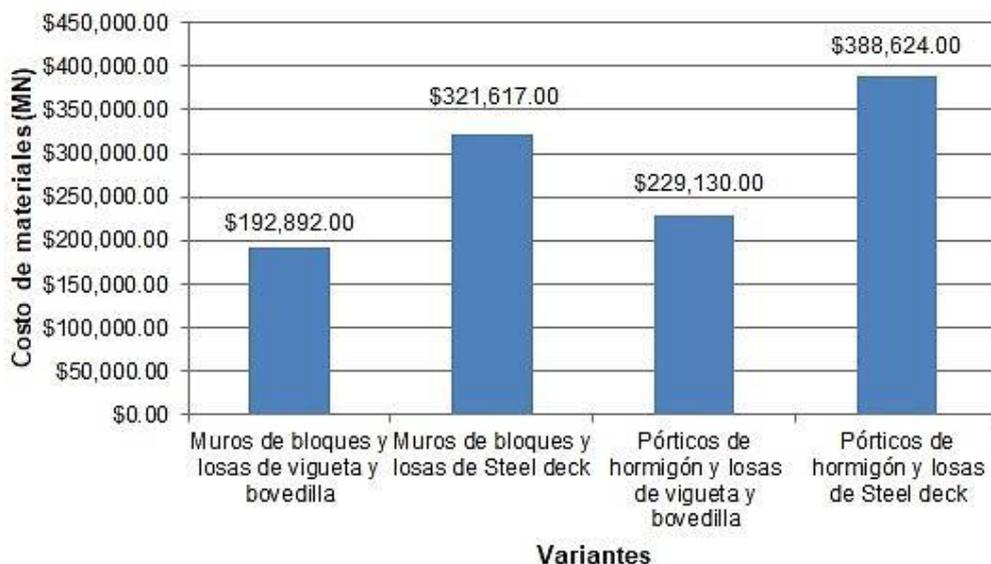


Figura 4: Gráfico de costo por consumo de materiales. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4 se observa que la variante más económica es la que emplea muros de bloque y losas de entresuelo y cubierta de vigueta y bovedilla, mientras que la de mayor costo es la que se soluciona con pórticos y Steel deck, con diferencias de un 49,6% entre sus costos. Esta diferencia radica fundamentalmente en el consumo de acero ya sea en barras o láminas. Se evidencia, para una misma solución de soporte vertical, que las variantes que emplean losas de Steel Deck son más costosas, esto se debe a los altos precios de las láminas de acero y al consumo de hormigón pues en las losas con el sistema de vigueta y bovedilla se requieren 263,8m³, mientras que las solucionadas con losacero o Steel deck emplean 271,2m³. En esta última variante se incluyen también losas hormigonadas in situ en la zona del pasillo de acceso a las habitaciones. Se decidió dado que tiene una luz de 2.0m en la cual no es conveniente el empleo de las láminas.

Mano de obra

En la figura 5 se muestra el empleo de mano de obra calificada.

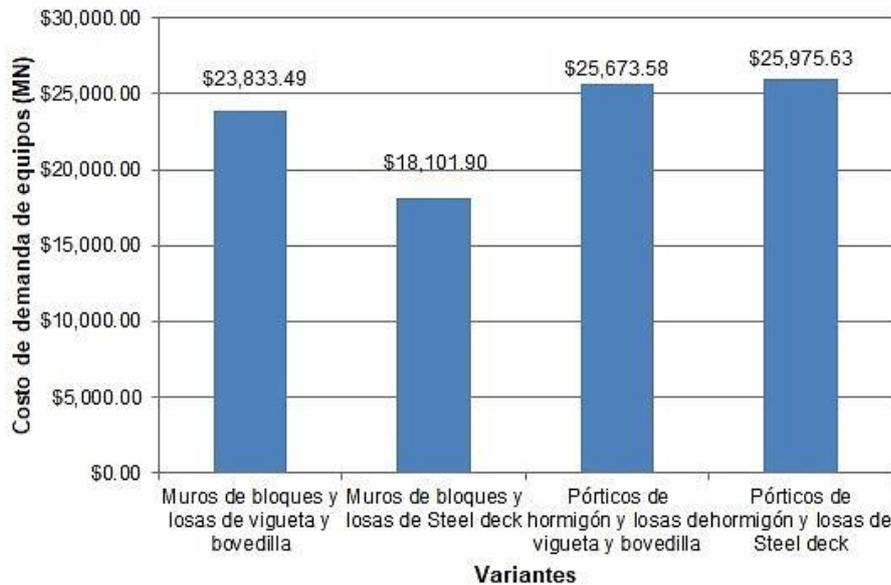


Figura 5: Gráfico de costo de mano de obra calificada. Fuente: Elaboración propia.

Las variantes que requieren menos mano de obra calificada son las de muros de bloques, siendo la que emplea losas de Steel deck más económica que la resuelta con losas de vigueta y bovedilla, incrementándose su costo en un 32% pues la ejecución de estas últimas comprenden actividades de colocación de las viguetas conjuntamente con las bovedillas, que se realiza manual, el apuntalamiento especificado en proyecto, la colocación de la malla de acero en la capa de compresión y finalmente el hormigonado de la losa, mientras que las losas con Steel deck permiten una gran velocidad de trabajo por su facilidad de instalación, manual o mecanizada, además de no requerir de encofrados, pues las propias láminas los constituyen.

Empleo de equipos

En la figura 6 se muestra el uso de equipos en la ejecución.

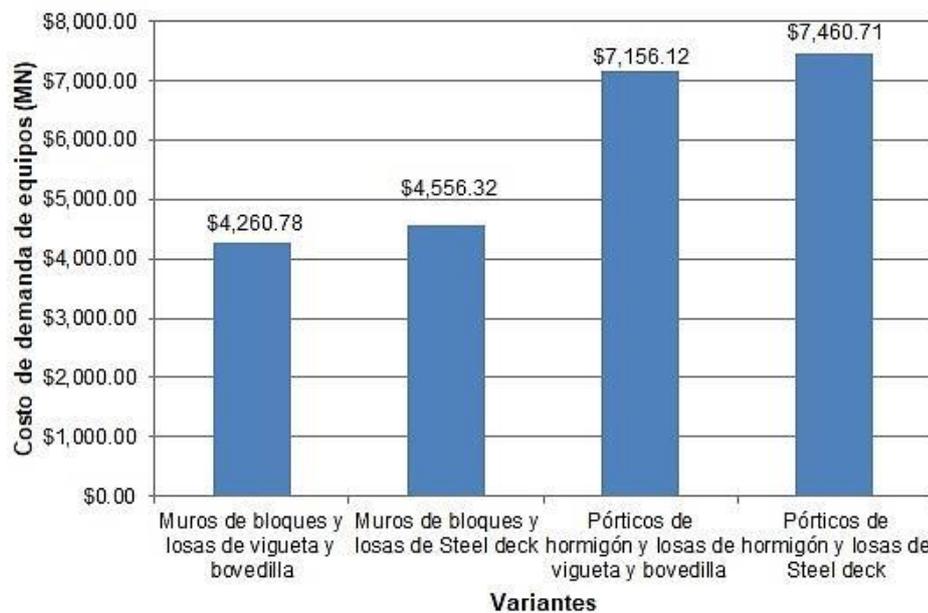


Figura 6: Gráfico de costos de demanda de equipos de producción. Fuente: Elaboración propia.

Las variantes formadas por muros de bloques demandan menor uso de equipos. El costo de la variante que emplea mampostería y losas con sistema de vigueta y bovedilla se incrementa en un 70% si se emplean pórticos, pues la colocación de los bloques se realiza de forma manual mientras que la construcción de

pórticos requiere del empleo de equipos en los trabajos de hormigonado. Para una misma solución de soporte vertical, el empleo de losas de Steel deck incrementa el costo por este concepto aproximadamente en un 5%, valor poco significativo considerando que tanto el sistema de viguetas y bovedillas como el Steel deck requieren de poco equipamiento para su colocación.

Servicio total de construcción

Se reporta en la figura 7 el costo total del servicio de construcción para cada variante que incluye los costos directos, los indirectos y los costos de utilidad.

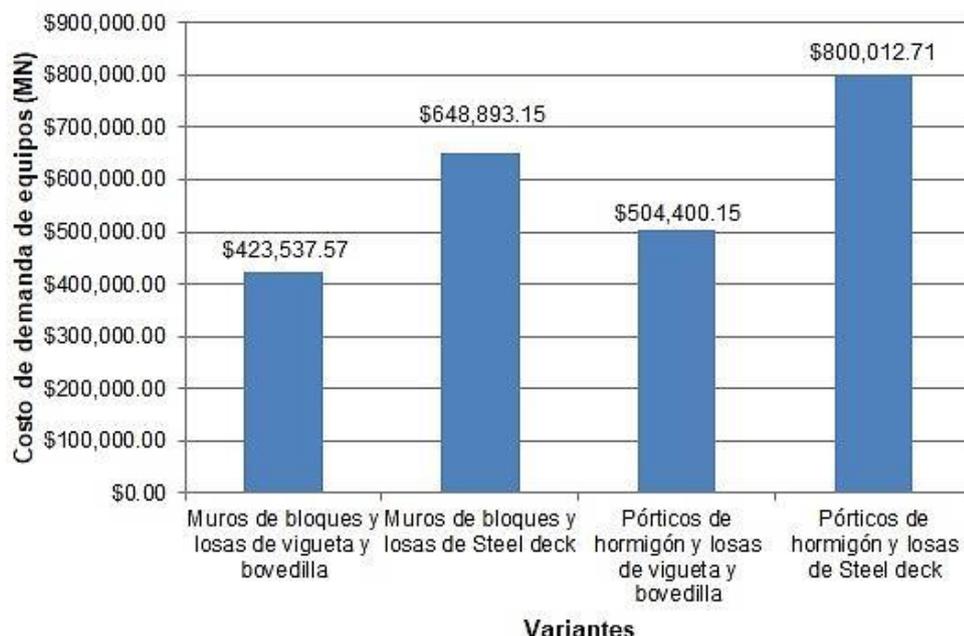


Figura 7: Gráfico de costo total de construcción. Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior se evidencia que la variante más económica es la de muros de carga de mampostería y losas con el sistema de vigueta y bovedilla. El costo se incrementa en un 53% si se utiliza la losa cero y muros de carga, en un 89% si se emplea la variante de pórticos y losas de entresuelo y cubierta con losa cero, y en un 19% si se decide por la propuesta de pórticos y losas con el sistema de vigueta y bovedilla, todas con relación al costo de la propuesta con muros de mampostería y losas de vigueta y bovedilla.

Considerando que todas las variantes propuestas están diseñadas cumpliendo con los Estados Límites de Utilización y Últimos, se recomienda, atendiendo al costo total obtenido para cada variante, el empleo de la variante de muros de carga y losas de viguetas y bovedillas.

4. CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados permiten establecer que las cuatro variantes propuestas cumplen con los requisitos de resistencia y durabilidad según las normas cubanas vigentes así como con el estado límite de servicio por deformación bajo la acción de la carga de viento. La propuesta de solución estructural con muros de carga de mampostería y losas con el sistema de viguetas y bovedillas es la más económica en cuanto al consumo de materiales con un costo de \$ 192 892,00. En cuanto a la demanda de mano de obra calificada la variante más económica es la de muros de cargas de mampostería y losas con Steel deck con un costo de \$ 18 101,90 incrementándose el costo en un 32% si se emplea el sistema de viguetas y bovedillas, y en un 43% si se emplean pórticos. En cuanto al uso de equipos, la propuesta que presenta menor demanda de estos es la de muros de carga de mampostería y losas con el sistema de viguetas y bovedillas con un costo de \$ 4 260,78. La variante con menor costo de construcción, como resultado de la comparación entre los parámetros de consumo de materiales, mano de obra y demanda de equipos, es la de muros de carga de mampostería y losas con viguetas y bovedillas con un valor de \$ 423 537,57, de ahí que sea esta la recomendada para su empleo como solución del bloque habitacional.

REFERENCIAS

- [1] Sijaria, A. Rai, and Y. K. Bajpai, "Cost Comparison Between Rcc Slab & Steel Composite Slab Structure Of G+5 Storied Building The Overall Plan Dimension Of The Building Is 56.3 M X 31.94M," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 5, no. 6, pp. 893–896, 2014.
- [2] González, R. González, and H. Pieroni, "Nueva terminal oeste del aeropuerto de Argel Algiers Airport. New west terminal," *Hormigón y Acero*, vol. 70, no. 288, pp. 89–109, 2019.
- [3] R. Stasiak and M. Potkany, "Construction costs analysis and its importance to the economy," *Procedia Economics and Finance*, vol. 34, pp. 35–42, 2015.
- [4] G. Bertagnoli, L. Giordano, D. La Mazza, and G. Mancini, "Reinforced concrete frame structures," in *World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2016*, vol. 161, pp. 1013–1017, 2016.
- [5] K. Abdulla and M. Gillie, "Simulating masonry wall behaviour using a simplified micro-model approach," *Engineering Structures*, vol. 151, pp. 349–365, 2017.
- [6] ANDECE, "Muros de bloques y ladrillos de hormigón," *Guía Técnica*, España, 2019.
- [7] V. Macías, R. Paredes, and J. Fuente, "Manual de uso. Entrepisos o cubiertas unidireccionales constituidos por semiviguetas de hormigón pretensado y bovedillas de hormigón.," Cuba, 2006.
- [8] M. Shuster, "Composite Floor System. COMFLOR," Edmonton, Canadá, 2002.
- [9] I. Mahmood and D. Tsavdaridis, "The evolution of composite flooring systems: applications, testing, modelling and Eurocode design approaches", *Journal of Constructional Steel Research*, DOI: 10.1016/j.jcsr.2019.01.007, 2018.
- [10] NC 250: 2005, "Requisitos de durabilidad para el diseño y construcción de edificaciones y obras civiles de hormigón estructural", ed. Cuba: Oficina Nacional de Normalización, 2005.
- [11] NC 207: 2019, "Requisitos generales para el diseño y construcción de estructuras de hormigón," ed. Cuba: Oficina Nacional de Normalización, 2019.
- [12] NC 774: 2012, "Código de buenas prácticas para obras de mampostería", ed. Cuba: Oficina Nacional de Normalización, 2012.
- [13] NC 283: 2003, "Densidad de materiales naturales, artificiales y de elementos de construcción como carga de diseño," ed. Cuba: Oficina Nacional de Normalización, 2003.
- [14] NC 284: 2003, "Edificaciones. Carga de uso," ed. Cuba: Oficina Nacional de Normalización, 2003.
- [15] NC 285: 2003, "Carga de viento. Método de cálculo", ed. Cuba: Oficina Nacional de Normalización, 2003.
- [16] NC 450: 2006, "Edificaciones. Factores de carga o ponderación. Combinaciones.," ed. Cuba: Oficina Nacional de Normalización, 2006.
- [17] PRECONS II. Sistema de Precios de la Construcción, ed. Cuba, 2005.