



## Análisis de costos de estructuras de cubierta autoportante implementadas por el Ejército Nacional de Colombia

ST. Yina Cristina Pancho Guzmán<sup>1</sup> y ST. Laura Sofia Pascuaza López<sup>2</sup>

### RESUMEN

El Ejército Nacional de Colombia como una Institución que se preocupa por velar por la moralidad y seguridad de los integrantes de su fuerza y de la población del país, ha desarrollado mediante el Comando de Ingenieros y el Batallón de Mantenimiento de Ingenieros las estructuras tipo K-Span, en la actualidad denominadas Estructuras de Cubierta Autoportantes, con el fin de cubrir la demanda de infraestructura de la fuerza, reduciendo así el tiempo de planeamiento en los diferentes proyectos.

**PALABRAS CLAVE:** Costos, estructuras autoportantes, Línea base, plan de mejoramiento, ECAP, K-Span, infraestructura, lámina galvanizada, monitoreo.

### ABSTRACT

The National Army of Colombia, as an institution that is concerned with ensuring the morality and safety of the members of its force and the country's population, has developed, through the Engineers Command and the Engineers Maintenance Battalion, structures K-Span, currently called Self-Supporting Roof Structures, in order to cover the demand for infrastructure of the force, will thus reduce the planning time in the different projects.

**KEYWORDS:** Costs, self-supporting roof, baseline, improvement plan, ECAP, K-Span, infrastructure, galvanized arches, projects, monitoring

1 Especialista en Gerencia Integral de Obras, Escuela de Ingenieros Militares. Bogotá, Colombia. guzmanrosaelena-yina@gmail.com

2 Especialista en Gerencia Integral de Obras, Escuela de Ingenieros Militares. Bogotá, Colombia. laurapas-cuaza115@gmail.com

## Introducción

Con la problemática de la creciente demanda de infraestructura de las diferentes unidades militares a lo largo del territorio nacional, el Ejército nacional de Colombia mediante el arma de Ingenieros Militares implantó en 1984 el sistema de estructuras de cubierta auto portante esto con la necesidad de crear una herramienta diferente que permita mejorar las condiciones, reduciendo tiempos y costos en las obras.

Las diferentes acciones que se han tomado a lo largo de los años varían de acuerdo a la institución y la capacidad que tienen las mismas para desarrollar las obras con la capacidad de ayudar al país desde la creación, formación, razón por la cual la implementación de nuevas herramientas y formas de construcción dentro de la industria han marcado y creado una nueva línea de desarrollo y construcción, es por esto que este trabajo es de gran importancia para el ejército nacional ya que evidencia las nuevas acciones que se pueden tomar a partir de la creación de nuevas formas de construcción como lo son las Estructuras de Cubierta Autoportante-ECAP.

Estas estructuras corresponden a "un sistema de construcción auto portante, a base de arcos de acero galvanizado, pre pintados por ambas caras en variados colores, fabricados en obra y unidos entre sí por medio de equipos eléctricos, lo que hace un sistema totalmente hermético garantizando su estabilidad estructural por muchos años" [1].

Con lo anterior se puede decir que el Ejército Nacional de Colombia no solo representan la capacidad de construir nuevas estructuras en un menor tiempo si no bajo mejores costos de producción, lo que soluciona las problemáticas de infraestructura dentro de la fuerza, pues su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, su estabilidad estructural, su tiempo de ejecución y su operatividad han permitido implementarlo en varias regiones del país esto principalmente para la construcción en su mayoría de alojamientos, edificaciones que ofrecen bienestar a las tropas, generando una ventaja para el Ejército Nacional de Colombia.

Es de esta forma como este trabajo se convierte en un precedente y una referencia para futuros estudios y del mismo modo se realiza un análisis de los costos que representan las estructuras ECAP y si son estas las futuras acciones que se deben tomar dentro del Estado para subsanar los problemas de infraestructura social.

## Desarrollo teórico

Los referentes teóricos que sustentaron la investigación la investigación giraron en torno a las cubiertas auto portantes profundizando en aspectos como Sistemas constructivos de metal, Tipos de estructuras auto portantes y Sistema constructivo ECAP.

Además, se abordó lo referente al análisis de costos en materia de costos directos e indirectos, control de costos y estimación de costos, que permite dar mayor claridad y sustentan el desarrollo y resultados de la investigación.

## Trabajo de campo

Para efectos de la presente investigación se aplicó una metodología cuantitativa correlacional. Y con el fin de dar alcance a los objetivos planteados, el diseño metodológico de la investigación incluye tres etapas.

- Etapa 1: Características cubiertas auto portantes
- Etapa 2: Costos proyectos cubierta auto portante EJC
- Etapa 3: Plan de mejoramiento costos - proyectos cubierta auto portante EJC

## Discusión de resultados

En esta sección se relacionan los resultados obtenidos de la aplicación del diseño metodológico planteado en la sección anterior. En primer lugar, se presentan las características de las cubiertas autoportantes desde un análisis a nivel de infraestructura, posteriormente se comparan y analizan los costos de los últimos 5 años de los proyectos de cubierta auto portante realizados en el Ejército nacional de Colombia. Y por último, se presenta el diseño del plan de mejoramiento al manejo de los costos de los proyectos de cubierta autoportante implementado en el Ejército Nacional.



**Figura 1.** Número de estructuras realizadas entre 2015 y 2020. Fuente: Autores del proyecto a partir de Macías y Suárez [13, p. 39]

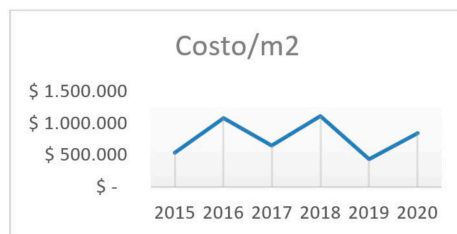


**Figura 2.** Costo global de estructuras autoportantes entre 2015 y 2020. Fuente: Autores del proyecto a partir de Macías y Suárez [13, p. 40]

A partir de los resultados y hallazgos evidenciados en las secciones anteriores, en este apartado se diseñó un plan en el cual se establecen las medidas y acciones recomendadas para mejorar el manejo de los costos asociados a los proyectos asociados a estructuras ECAP.



**Figura 3.** Costo por estructura entre 2015 y 2020. Fuente: Autores del proyecto a partir de Macías y Suárez [13, p. 40]



**Figura 4.** Costo por m2 de estructuras cubiertas autoportantes entre 2015 y 2020. Fuente: autores del proyecto a partir de Macías y Suárez [13, p. 41]



**Figura 5.** Estructura plan de mejoramiento gestión de costos proyectos ECAP. Fuente: autores del proyecto, 2022

## Conclusiones

De acuerdo con la información consolidada a lo largo de la investigación, a continuación se acotan las principales conclusiones derivadas del proyecto:

A partir del levantamiento y análisis de información obtenida de fuentes oficiales fue posible hacer una descripción de las características de las cubiertas autos portantes a nivel de infraestructura, que han sido ejecutadas por parte del Ejército Nacional de Colombia a través de los Ingenieros Militares. Se evidenció que el uso de las estructuras ECAP se realizan con el fin de construir de edificaciones adaptadas a los requerimientos técnicos,

tácticos y operativos de la Fuerza en sus diferentes unidades militares, reconociéndose 5 tipos diferentes de edificaciones, tales como: Oficina de Comanda, Alojamiento, Depósito, Bodega y Simulador, para los cuales

se ha avanzado en diversas variaciones de la estructura, con características diferenciales en tamaño, tiempo de construcción, capacidad de ocupación (en número de personas) y costos asociados.

Al observar los costos globales de los proyectos ejecutados por el EJC entre 2015 y 2020 asociados con la construcción de estructuras con cubierta autoportante se estableció que no se percibe una reducción de costo por m<sup>2</sup> cuando se incrementa la cantidad de estructuras, por ejemplo durante el 2018), lo cual permite inferir que aunque este tipo de proyectos se han llevado a cabo para cubrir las necesidades de alojamiento, instrucción o para funciones administrativas no necesariamente se está realizando bajo un sentido de control y gestión de costos que permita la eficiencia económica en el desarrollo de este tipo de proyectos.

En el diseño del plan de mejoramiento al manejo de los costos de los proyectos de cubierta autoportante implementado en el Ejército Nacional, se recomienda la implementación de 5 medidas a través de las cuales se garantice una mejor gestión de los recursos y así tener mayor control de los costos. Siendo estas:

1. Estimación de costos (planificación, alternativas de adquisición de materiales y gestión de contratación),
2. Línea base de costos (cálculo de base costo total planificado),
3. Evaluación del proyecto (cálculo valor de salvamento),
4. Monitoreo de costos (seguimiento paralelo planeado vs real), y
5. Medición del rendimiento (efectividad de acciones correctivas).

## Referencias

- [1] C. D. H. Caballero, «Repositorio Universidad de los Andes,» [En línea]. Available: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19678/u671163.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 09 09 2021].
- [2] M. c. Zambrano Carrera, «Pontificia universidad Católica del Ecuador, Repositorio de Tesis de grado.,» 2013. [En línea]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9958>. [Último acceso: 09 2021].
- [3] K. R. Diaz Briceño. [En línea]. Available: [file:///C:/Users/guzma/Downloads/T%20720%20D542%202014%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/guzma/Downloads/T%20720%20D542%202014%20(2).pdf). [Último acceso: 09 2021].
- [4] M. Casafont Ribera, «Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona,» 2016. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/101942>. [Último acceso: 09 2021].
- [5] E. E. E. R. C. Huaroto Casquillas, «Universidad Cesar Vallejo - Repositorio digital institucional,» 2018.

- [En línea]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25512?show=full>.  
[Último acceso: 09 09 2021].
- [6] H. D. Soria Carrasco, «Bibdigital,» 09 12 2020. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21294>. [Último acceso: 09 2021].
- [7] C. L. Boris Paolo, «Diseño y planificación del salón comunal Antonio Chacón Gómez, para el municipio de Rabina, Baja Verapaz,» Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2008.
- [8] C. Padilla Mejía, «Diseño, costo y construcción de techumbre bajo el sistema archotecho tipo membrana,» Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 2009.
- [9] C. Cruz Rovira, P. Figeroa Catalán y C. Hernández Castillo, «Estructuración, análisis y diseño estructural de elementos de techo con perfiles metálicos utilizando el método LRFD,» Universidad de El Salvador, El Salvador, 2012.
- [10] D. Rivera Granados, «Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016,» Universidad Peruana de los Andes, Huancayo, 2017.
- [11] D. Tejada Paredes, «El empleo de la tecnología K-SPAN en la instrucción del arma de ingeniería de La Escuela Militar de Chorrillos Coronel Francisco,» Escuela Militar De Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi", Lima, 2020.
- [12] J. Gómez Rey y J. Franco Arias, «Estudio de la aplicación del sistema constructivo k-span en viviendas de interés social para Colombia,» Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C, 2018.
- [13] E. Macías y I. Suárez, Sistema Constructivo K-Span, Bogotá D.C: Escuela de Ingenieros Militares, 2020.
- [14] Escuela de Ingenieros Militares, «Sistema Constructivo K-Span empleado por los Ingenieros Militares,» Comando de Ingenieros, Bogotá D.C, 2020.
- [15] Ó. Quevedo, J. Roa y F. Tellez, «Optimización del uso del K-Span en Colombia por parte de los Ingenieros Militares,» ESMIC, Bogotá D.C, 2011.
- [16] J. Duque Ossa y D. Ramos Hernández, «Aporte de la ESING como ente de formación de los ingenieros militares al desarrollo de obras de consolidación,» Escuela de Ingenieros Militares, Bogotá D.C, 2017.

- [17] D. Lamilla Vargas, L. Daza Suárez y M. G. Juan, «Diseño del modelo de un manual práctico para el mantenimiento en edificaciones del Ejército Nacional,» Escuela de Ingenieros Militares, Bogotá D.C, 2018.
  
- [18] J. A. Prieto-Rodríguez, W. N. Torres-Ortíz y E. L. Pabón-Pereira, «Diseño de metodología para la gestión de control de costos y tiempos en proyectos de construcción de la empresa Siete Construcciones S.A.S,» Repositorio Universidad Piloto de Colombia, Bogotá D.C, 2014.
  
- [19] C. D. P. Hualpa Figueroa, «Gestion de costos basado en el PMBOK para una empresa contratista,» Universidad Nacional De San Agustin De Arequipa, Arequipa, Perú, 016.
  
- [20] P. D. Andrade Coello, «Gestión de costos y su relación con la gestión de tiempo y gestión de riesgos según el pmi (project management institute) como parte de la gerencia de proyectos. caso de aplicación al proyecto de construcción inmobiliario edificio cervantes,» Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito, Ecuador, 2016.
  
- [21] J. M. Vargas Arana, «Lineamientos de gestión de alcance, tiempo y costos del pmi para la producción de frambuesa orientado a la sostenibilidad de los productores del distrito de baños del inca, 2018,» Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello, Cajamarca, Perú, 2018.
  
- [22] E. J. Cardona-Sánchez y J. D. Torres-Mejía, «Modelo de gestión del tiempo y de los costos del proyecto para la conservacion de la malla vial y del espacio publico del consorcio hi bosa, basado en la metodología del PMBOK,» Universidad Católica De Colombia, Bogotá D.C, 2020.