

Pasantía de Investigación ‘Apoyo en la Caracterización de los Sobrecostos de los Proyectos de Construcción’ en el grupo Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas

Nel Sebastián Oviedo Méndez

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil

Director

Guillermo Mejía Aguilar

PhD en Ingeniería Civil

Codirector

Jherson Jhadir Bohórquez Castellanos

Ingeniero Civil

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2018

Dedicatoria

Este trabajo esta dedicado a DIOS quien siempre estuvo presente guiando cada uno de mis pasos y a mis padres quienes me brindaron su apoyo incondicional permitiéndome superar cada uno de los obstáculos que se presentaron a lo largo de esta travesía.

Una dedicatoria especial a mi padre, por quien decidí ser Ingeniero Civil y lograr así este logro académico que por cosas de la vida él no pudo cumplir y así poder verlo orgulloso, esperando tenerlo en mi vida por muchos años más y así poder aprender del mejor maestro.

Agradecimientos

Gratitud total con cada uno de los profesores que conocí a lo largo de mi carrera, compañeros de estudio, amistades cercanas y cada uno de los administrativos que permitieron el buen desarrollo de la academia.

Agradecimiento especial a la Ing. Adriana Díaz, quien con su carisma y aptitudes de excelente jefe me brindó un entorno laboral especial, lleno de buenos días, poco estrés y sobre todo pecados que ayudaron a romper la dieta.

Agradecido también con el Ing. Guillermo Mejía y el Ing. Jherson Bohórquez quienes me brindaron su tiempo y dirección en el desarrollo de mi proyecto de grado.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
Formulación del Problema.....	12
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Metodología	15
3. Resultados	19
4. Análisis y Discusión	22
5. Conclusiones	24
Referencias Bibliográficas	26

Lista de Tablas

Tabla 1. Composición de la muestra del estudio	17
Tabla 2. Composición de la muestra de acuerdo con la fecha de publicación.....	18
Tabla 3. Composición de las muestras de proyectos analizados	19
Tabla 4. Caracterización de los sobrecostos de acuerdo con el tipo de proyecto	20
Tabla 5. Caracterización de los sobrecostos de acuerdo con la localización geográfica	20
Tabla 6. Intervalos de confianza de acuerdo con el tipo de proyecto	21
Tabla 7. Intervalos de confianza de acuerdo con la localización geográfica.....	22

Lista de Figuras

Figura 1. Flujo de selección de artículos para la muestra final..... 16

Resumen

Título: Pasantía de Investigación ‘Apoyo en la Caracterización de los Sobrecostos de los Proyectos de Construcción’ en el grupo Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas*

Autores: Nel Sebastián Oviedo Méndez**

Palabras Clave: Sobrecostos, Proyectos Viales, Incertidumbre De Costos, Revisión Sistemática.

Descripción:

Es evidente que el fenómeno de sobrecostos está presente en los proyectos de construcción de infraestructura vial, caracterizándose por su variabilidad e incertidumbre reflejado en los estudios analizados de la literatura especializada. Algunos autores como Flyvbjerg y Cantarelli reportaron en sus estudios evidencia estadística suficiente para la caracterización de las muestras, no obstante, aún se presenta conocimiento limitado sobre los sobrecostos en proyectos viales que deben ser estudiados y analizados para así poder comprender más a fondo este fenómeno. El presente estudio tuvo como objetivo principal caracterizar la magnitud de los sobrecostos reportados en la literatura especializada durante el periodo comprendido entre 1985 y 2018, de acuerdo con la localización geográfica donde se desarrolló el proyecto y el tipo de infraestructura vial. De esta manera, con base en 14 estudios metodológicamente seleccionados, fueron conformadas, a su vez, 19 muestras de proyectos para el análisis, con tamaño promedio de 83 proyectos cada una. A partir de estas fueron caracterizados cualitativamente y cuantitativamente los sobrecostos, según cinco regiones geográficas: África, Asia, Europa, Latinoamérica, Norteamérica y Oceanía. Así mismo, se caracterizaron de acuerdo con el tipo de proyecto en TIP I para proyectos viales de carreteras y autopistas, y TIP II para puentes, túneles y proyectos de vías férreas. Los resultados demostraron que el sobrecosto está presente en los 5 continentes, demostrando así que es un fenómeno global. Además, se observó que para proyectos de tipo TIP II el sobrecosto promedio fue mayor que en proyectos TIP I y que la región de África mayor sobrecosto promedio que las demás regiones.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Guillermo Mejía Aguilar, PhD. en Ingeniería Civil. Codirector: Jherson Jhadir Bohórquez Castellanos, Ing. Civil

Abstract

Title: Research Internship 'Support for the Characterization of the Cost Overruns of the Construction Projects' in the Geomática group, Management and Optimization of Systems*

Authors: Nel Sebastián Oviedo Méndez**

Keywords: Cost Overruns, Road Projects, Cost Uncertainty, Systematic Review.

Description:

It is evident that the phenomenon of cost overruns is present in road infrastructure construction projects, characterized by its variability and uncertainty reflected in the studies analyzed in the specialized literature. Some authors such as Flyvbjerg and Cantarelli reported in their studies sufficient statistical evidence for the characterization of the samples, however, there is still limited knowledge about cost overruns in road projects that must be studied and analyzed in order to better understand this phenomenon. The main objective of this study was to characterize the magnitude of the cost overruns reported in the specialized literature during the period between 1985 and 2018, according to the geographical location where the project was developed and the type of road infrastructure. In this way, based on 14 methodologically selected studies, 19 project samples for the analysis were conformed, with an average size of 83 projects each. From these, cost overruns were qualitatively and quantitatively characterized, according to five geographic regions: Africa, Asia, Europe, Latin America, North America and Oceania. Likewise, they were characterized according to the type of project in TIP I for road projects and highways, and TIP II for bridges, tunnels and railroad projects. The results showed that the cost overrun is present in the 5 continents, demonstrating that it is a global phenomenon. In addition, it was observed that for TIP II projects, the average cost overrun was higher than in TIP I projects, and that the African region had a higher average cost overrun than the other regions.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Guillermo Mejía Aguilar, PhD. in Civil Engineering. Codirector: Jherson Jhadir Bohórquez Castellanos, Civil Engineer.

Introducción

Es evidente que el fenómeno de sobrecostos afecta a todo tipo de proyecto, como ocurre con los proyectos de infraestructura vial. Flyvbjerg ha encontrado sobrecostos en diferentes proyectos de infraestructura vial (Flyvbjerg, Skamris, & Buhl, 2003): en proyectos de vías férreas observó sobrecostos de 44,7% en promedio; en proyectos de construcción de túneles y puentes, observó sobrecostos de 33,8% aproximadamente; y en proyectos de carreteras, sobrecostos en promedio de 20,4%. Cantarelli, por su parte, encontró sobrecostos en proyectos de carreteras que promedian el 18%, en proyectos de vías férreas el 10,6%, en proyectos de puentes el 6.5%, y en proyectos de túneles el 35% (Cantarelli, Van Wee, Molin, & Flyvbjerg, 2012).

Estos sobrecostos se deben a diferentes factores, tanto internos como externos, que afectan el buen desarrollo de los proyectos, que impiden adelantar una buena gestión y control de proyectos, al igual que determinar con alto grado de certeza el costo final de los mismos (Mejía, Leguizamo, & Hernández, 2017). Dentro de los factores asociados a los sobrecostos, se han identificado deficiencias en la gestión de la construcción, en el control y monitoreo de los costos, y en la gestión de información y comunicación del proyecto (Memon & Rahman, 2013)(Doloi, 2013)(Park & Papadopoulou, 2012). Estos factores generan un impacto visible en el plan de ejecución del contratista, en el control efectivo del costo y en la administración del sitio de obra (Mansfield, Ugwu, & Doran, 1994). Para contrarrestar estos efectos se requiere de una gestión efectiva y eficiente del control de costos (Ali & Kamaruzzaman, 2010).

Algunos estudios atribuyen los sobrecostos en proyectos de infraestructura de transportes a errores, omisiones o cambios en el diseño del proyecto, derivados de la incertidumbre en el alcance y la estrategia de contratación adoptada. Estas causas generan una serie de reprocesos que deben realizarse en la etapa de construcción del proyecto, cuyos costos varían entre 5% y 20% del valor del contrato en proyectos de construcción e ingeniería (Forcada, Rusiñol, MacArulla, & Love, 2014).

También se ha observado que los sobrecostos en proyectos de construcción son un fenómeno que se presentan en diferentes países alrededor del mundo. Aunque algunos autores como Flyvbjerg y Cantarelli han adelantado sus estudios de sobrecostos en proyectos viales ejecutados en diferentes países, no se han reportado mayores detalles sobre la variabilidad e incertidumbre asociada, de acuerdo a la región o el tipo de proyecto de infraestructura. Por esta razón es interesante que se realicen estudios que analicen la variabilidad e incertidumbre, con lo cual se tendrá una mayor comprensión sobre el comportamiento de los sobrecostos en proyectos viales.

Formulación del Problema

Un análisis preliminar, realizado en esta pasantía de investigación, de los últimos estudios que se han reportado sobrecostos en proyectos viales encontró diferencias en cuanto a la metodología que usan los autores para analizar los sobrecostos. En algunos casos se encontraron estudios que calculan los sobrecostos con precios nominales (constantes), mientras que otros lo hacen con precios reales (corrientes). En otros casos, se encontró diferencia en el tamaño de la muestra

empleada en los estudios y la localización geográfica donde se desarrollan los proyectos (Cantarelli et al., 2012).

Por otra parte la variabilidad entre los estudios encontrados es notoria, ya que se encontraron estudios basados en simples casos de estudio, o estudios basados en muestras pequeñas donde los sobrecostos de los proyectos tienen demasiada diferencia entre sí, dificultando el análisis estadístico sistemático (Flyvbjerg et al., 2003). La disponibilidad de los datos para este tipo de estudios es limitada; solo unos pocos estudios han podido proporcionar evidencia estadística significativa de los sobrecostos en proyectos de infraestructura de transporte en países económicamente desarrollados, mientras que muy poca evidencia se encuentra en países en vía de desarrollo (Makovšek, Tominc, & Logožar, 2012).

Esta variabilidad en las metodologías para estudiar los sobrecostos dificulta entender la variabilidad e incertidumbre asociada a los sobrecostos. Para lograr un mayor entendimiento del fenómeno de sobrecostos, es necesario caracterizar los proyectos de infraestructura vial en los estudios reportados. Para ello, se debe reportar las estadísticas básicas de las muestras de los estudios, tales como la media, la desviación estándar, y la mediana entre otras; estadísticas que no siempre están presentes en los estudios referentes al tema. Esta deficiencia hace que no se pueda tener información suficiente para entender la variabilidad y la incertidumbre asociada a los proyectos. Es necesario adelantar un estudio para analizar la magnitud de los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial y caracterizar su variabilidad.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Apoyar como auxiliar de investigación en el grupo de investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas el proceso de caracterización de los sobrecostos en proyectos de construcción a nivel mundial mediante una revisión sistemática entre los años 1985-2017.

1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la magnitud de los sobrecostos de acuerdo con el tipo de proyecto de construcción, acorde con la literatura publicada en las principales revistas del área.
- Caracterizar la magnitud de los sobrecostos de acuerdo con la ubicación geográfica de los proyectos de construcción, acorde con la literatura publicada en las principales revistas del área.

2. Metodología

La metodología usada para la presente investigación se diseñó siguiendo los lineamientos de la revisión sistemática. En primer lugar, se formuló el problema; en seguida, se definieron los criterios de selección de la literatura que sirvieran de apoyo a este estudio; después se tabularon las características encontradas en los estudios, y a través del análisis e interpretación de los resultados se dio respuesta a los objetivos de este estudio.

En la formulación del problema se establecieron los objetivos de la revisión sistemática, lo cual permitió definir de forma clara las variables necesarias para el presente estudio, como son las evidencias requeridas para la caracterización de los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial de acuerdo con el tipo de proyecto y con la localización geográfica.

La definición de los criterios de selección fue posible después de realizar una revisión previa de la literatura haciendo uso de ecuaciones booleanas en las siguientes bases de datos: ASCE, EBSCO, Emerald, Science Direct, Springer, Taylor & Francis y Web of Science. Las ecuaciones booleanas empleadas fueron planteadas a partir de las siguientes palabras claves en inglés: “cost overrun”, “cost underrun”, “cost deviation”, “cost growth”, “construction projects” y “engineering projects”.

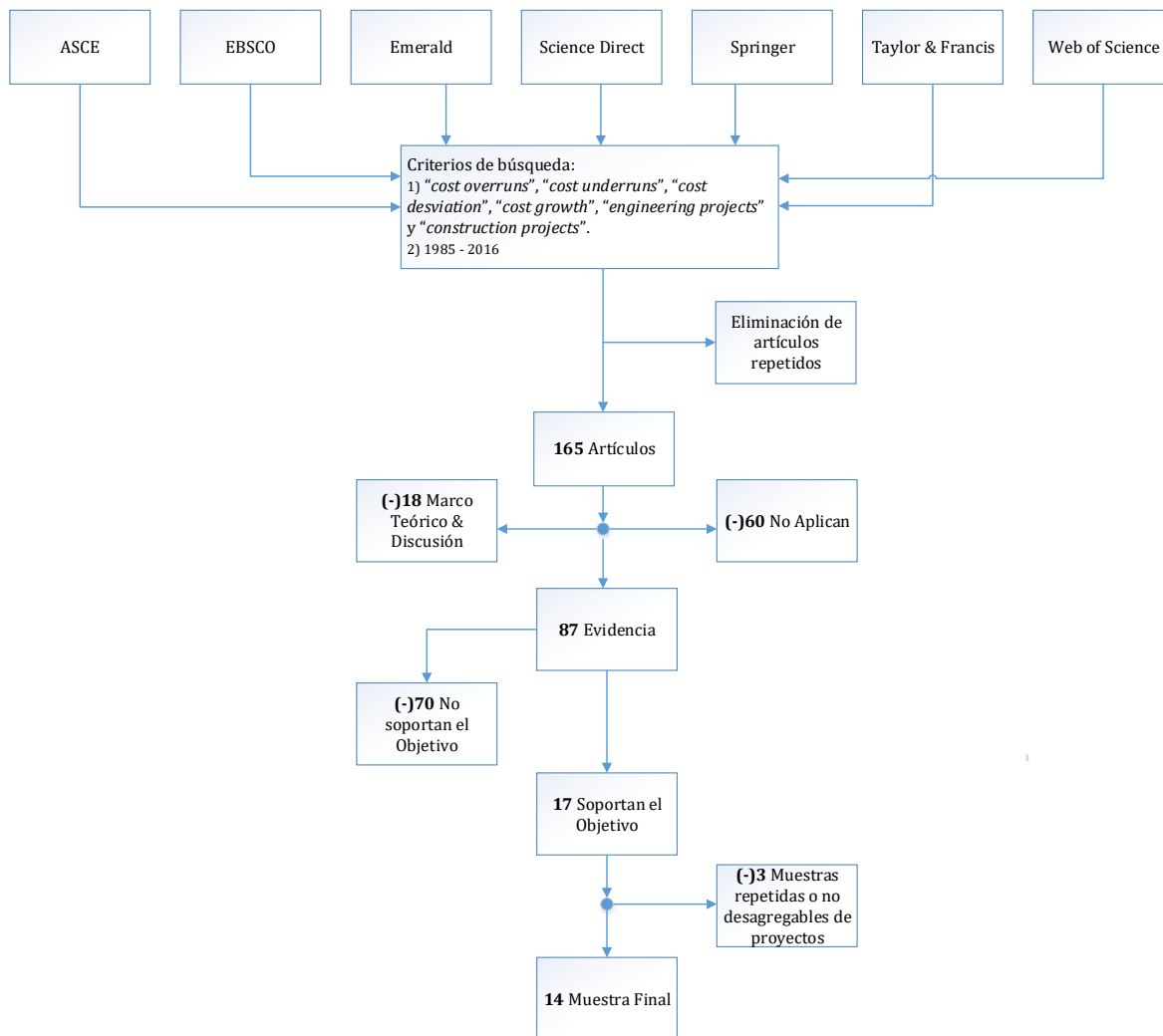


Figura 1. Flujo de selección de artículos para la muestra final

La búsqueda de artículos se acotó en el tiempo para el período 2016-2018, añadiendo evidencias a una muestra previa de 112 artículos que fueron seleccionados de una revisión previa correspondiente al período 1985-2016, para obtener así una muestra de 165 artículos. Se utilizaron criterios de exclusión en la búsqueda de nuevas evidencias como la posibilidad de descargar el artículo para su análisis, artículos en idiomas diferentes al español o al inglés y artículos

publicados que no fueron sometidos a un proceso de revisión por parte de pares especializados (Figura 1).

Una posterior revisión de la relevancia de los estudios llevó a descartar artículos que no aportaban evidencia importante, lo que permitió consolidar una muestra final de 14 artículos, de los cuales se pudo extraer 19 muestras de proyectos y un total de 1.586 proyectos de construcción de infraestructura vial para el análisis del estudio (Tabla 1).

Los artículos seleccionados fueron tabulados de acuerdo con la fecha de publicación, cuya composición se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1. *Composición de la muestra del estudio*

Artículo	# Muestras Analizadas	# Proyectos Analizados	Año de Publicación	Journal
(Nassar, Nassar, & Hegab, 2005)	1	219	2005	Journal of Construction Engineering and Management
(Love, Edwards, Watson, & Davis, 2010)	2	50	2010	Journal of Construction Engineering
(Shrestha, Burns, & Shields, 2013)	1	236	2013	KICEM Journal of Construction Engineering and Project Management
(Rwakarehe & Mfinanga, 2014)	1	7	2014	Transport Policy
(Odeck, 2004)	1	620	2004	Transport Reviews
(Cantarelli et al., 2012)	2	78	2012	
(Flyvbjerg et al., 2003)	4	242	2003	

Artículo	# Muestras Analizadas	# Proyectos Analizados	Año de Publicación	Journal
(Langford, Kennedy, Conlin, & McKenzie, 2003)	1	11	2003	Construction Management and Economics
(Kaliba, Muya, & Mumba, 2009)	1	8	2009	International Journal of Project Management
(Ramanathan, Potty, & Idrus, 2011)	1	7	2011	Proceedings of the 2011 IEEE IEEM
(Makovšek et al., 2012)	1	36	2012	Transportation
(Forcada et al., 2014)	1	8	2014	Journal of Civil Engineering and Management
(Love, Sing, Carey, & Kim, 2015)	1	49	2015	Journal of Infrastructure Systems
(Love, Zhou, Edwards, Irani, & Sing, 2017)	1	15	2017	Transportation Research Part A
Total	19	1.586		

Tabla 2. *Composición de la muestra de acuerdo con la fecha de publicación*

Período	# Muestras Analizadas	% del total
2003 - 2007	7	37%
2008 - 2012	7	37%
2013 - 2017	5	26%
Total	19	100%

La muestra final de 14 estudios fue tabulada de acuerdo con la región donde se construyó el proyecto, del cual resultaron, a su vez, 19 muestras de proyectos a analizar, con tamaño promedio de 83 proyectos cada una (Tabla 3).

Las 19 muestras del estudio fueron clasificadas de acuerdo con la localización geográfica donde los proyectos fueron ejecutados. Este estudio propuso 5 regiones geográficas: África, Asia, Europa, Norteamérica y Oceanía. Se puede observar en esta tabla que la región donde se han realizado estudios con mayor tamaño de muestra de proyectos es Europa, y las regiones con menor tamaño de muestra de proyectos han sido Asia y África, con una y dos muestras de proyectos respectivamente.

Tabla 3. *Composición de las muestras de proyectos analizados*

Continente	# muestras	%	# de proyectos analizados
África	2	11%	15
Asia	1	5%	7
Europa	8	42%	934
Norte- América	4	21%	516
Oceanía	4	21%	114
Total	19	100%	1.586

3. Resultados

El estudio analizó las 19 muestras tomadas para clasificar los proyectos de acuerdo con el tipo de construcción de infraestructura. Los proyectos se clasificaron en TIP I, los cuales incluyeron carreteras y autopistas, y TIP II, los cuales incluyeron túneles, puentes y vías férreas. Con base en esta clasificación se encontró que el sobrecosto promedio fue de 9,6% y 26,9% y la desviación estándar fue de 26,7% y 48,0% para TIP I y TIP II respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. *Caracterización de los sobrecostos de acuerdo con el tipo de proyecto*

Tipo de Proyecto	# de proyectos analizados	% Sobrecosto promedio	Desviación Estándar (%)	Coefficiente de Variación
TIP I	1.437	9,6	26,7	2,8
TIP II	149	26,9	48,0	1,8

*TIP (Transport Infrastructure Project)

De acuerdo a esta clasificación geográfica, se calcularon el sobrecosto promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación (Tabla 5).

En África se encontró que para proyectos de TIP I el sobrecosto promedio fue de 48,6% y la desviación estándar de 63,9%, para TIP II no se hallaron muestras; en Asia para TIP I no se hallaron muestras mientras que para TIP II el sobrecosto promedio fue de 1,1% y la desviación estándar 1,1%; en Europa para TIP I el sobrecosto promedio fue de 11,8% y la desviación estándar de 30,6% y para TIP II el sobrecosto promedio fue de 25,8% y la desviación estándar de 42,0%; en Norte-América para TIP I el sobrecosto promedio fue de 3,8% y la desviación estándar de 14,0% y para TIP II el sobrecosto promedio fue de 33,5% y la desviación estándar de 56,3%; en Oceanía para TIP I el sobrecosto promedio fue de 13,6% y la desviación estándar de 11,9% y para TIP II el sobrecosto promedio fue de 27,7% y la desviación estándar de 47,6% (Tabla 5).

Tabla 5. *Caracterización de los sobrecostos de acuerdo con la localización geográfica*

Continente	Tipo de proyecto	# de proyectos analizados	% Sobrecosto promedio	Desviación Estándar (%)	Coefficiente de Variación
África	TIP I	15	48,6	63,9	1,3
	TIP II	-	-	-	-
	TOTAL	15	48,6	63,9	1,3
Asia	TIP I	-	-	-	-
	TIP II	7	1,1	1,1	1,0

Continente	Tipo de proyecto	# de proyectos analizados	% Sobrecosto promedio	Desviación Estándar (%)	Coefficiente de Variación
	TOTAL	7	1,1	1,1	1,0
Europa	TIP I	855	11,8	30,6	2,6
	TIP II	79	25,8	42,0	1,6
	TOTAL	934	12,9	31,9	2,5
Norte-América	TIP I	479	3,8	14,0	3,6
	TIP II	37	33,5	56,3	1,7
	TOTAL	516	6,0	21,6	3,6
Oceanía	TIP I	88	13,6	11,9	0,9
	TIP II	26	27,7	47,6	1,7
	TOTAL	114	16,8	30,9	1,8

Una vez realizado y reportado en análisis de la estadística descriptiva de las muestras de los proyectos, el presente estudio caracterizó las muestras haciendo inferencia estadística de los valores de los sobrecostos promedios de las muestras. De acuerdo con la clasificación de los proyectos, se encontró que en proyectos de infraestructura vial TIP I se espera encontrar un valor de sobrecosto promedio entre 8,2% y 11,0%; y por su parte, en proyectos TIP II entre 19,1% y 34,7% (Tabla 6).

Tabla 6. *Intervalos de confianza de acuerdo con el tipo de proyecto*

Tipo de Proyecto	% Sobrecosto promedio	SE_M (%)	IC 95% LL	IC 95% UL
TIP I	9,6	0,7	8,2	11,0
TIP II	26,9	3,9	19,1	34,7

La caracterización de las muestras de acuerdo con la localización geográfica, mostró que África es el continente donde se presenta mayor sobrecosto en proyectos de infraestructura vial, con un valor de sobrecosto promedio de 48,6% y desviación de 63,9%, en Asia el sobrecosto promedio fue de 1,1% y desviación estándar de 1,1%, en Europa sobrecosto promedio de 12,9% y desviación

estándar de 31,9%, en Norte-América sobrecosto promedio de 6,0% y desviación estándar de 21,6% y en Oceanía sobrecosto promedio de 16,8% y desviación estándar de 30,9%.

El presente estudio caracterizó las muestras mediante un análisis estadístico de los valores de los sobrecostos promedios de las muestras según la localización geográfica. Se calcularon los intervalos de confianza con un nivel de confiabilidad del 95% y se encontró que para África el valor esperado oscila entre 13,2% y 83,9%; en Asia entre 0,1% y 2,2%, en Europa entre 10,9% y 15,0%, en Norte-América entre 4,1% y 7,8% y en Oceanía entre 11,0% y 22,5% (Tabla 7).

Tabla 7. *Intervalos de confianza de acuerdo con la localización geográfica*

Tipo de Proyecto	% Sobrecosto promedio	SE_M (%)	IC 95% LL	IC 95% UL
África	48,6	16,5	13,2	83,9
Asia	1,1	0,4	0,1	2,2
Europa	12,9	1,0	10,9	15,0
Norte-América	6,0	1,0	4,1	7,8
Oceanía	16,8	2,9	11,0	22,5

4. Análisis y Discusión

Los sobrecostos analizados en este estudio indicaron que estos están presentes en proyectos pequeños y grandes, donde los proyectos de gran magnitud poseen más riesgo e incertidumbre, por tanto están más propensos a generar sobrecostos (Cantarelli et al., 2012). También se pudo observar con los resultados, que los sobrecostos es un fenómeno presente en todas las regiones. De acuerdo con Flyvberg el incremento del costo está presente en los 5 continentes representando

así un fenómeno global, presentándose en su mayoría en naciones en desarrollo que en países desarrollados (Flyvbjerg et al., 2003).

Es necesario mencionar que los proyectos de tipo TIP II (puentes, túneles y vías férreas) son proyectos más complejos de desarrollar, que requieren de un trabajo ingenieril mayor que los proyectos de TIP I (carreteras y autopistas). Esto se puede ver reflejado en la diferencia de la magnitud de los sobrecostos promedio. En este estudio se encontró un sobrecosto mayor en proyectos de infraestructura vial TIP II al igual que lo encontrado en los estudios de Flyvbjerg y Cantarelli (Cantarelli et al., 2012; Flyvbjerg et al., 2003).

En los estudios analizados se encontró que la región de África solo presenta evidencia de proyectos de TIP I y Asia proyectos de TIP II, por lo cual fue necesario calcular los intervalos de confianza de las muestras para así poder describir mejor el comportamiento de los sobrecostos en la población. Además, se pudo observar que, en las regiones de Europa, Norte-América y Oceanía los proyectos TIP II en promedio tuvieron mayores sobrecostos que los proyectos TIP I.

Por otra parte, los intervalos de confianza calculados evidenciaron la variabilidad presente en proyectos de infraestructura vial; esta es apreciable en África donde se presenta una gran separación entre los extremos de los intervalos de confianza, lo cual representa una alta variabilidad en los sobrecostos promedio presentes en proyectos desarrollados en esa región. En Asia, Europa, Norteamérica y Oceanía no hubo una variación considerable lo cual representa que el sobrecosto promedio esperado en esas regiones estará cercano al sobrecosto promedio obtenido en el presente estudio. Sin embargo, no es posible realizar un análisis de sobrecostos promedio a

nivel global debido a la gran variación que se presenta entre las regiones como se puede apreciar en los resultados de la Tabla 7.

Para la muestra tomada del estudio realizado por Love en el año 2017 fue necesario descartar 1 proyecto para el cálculo del sobrecosto promedio, ya que presentaba un valor extremo que afectaba el promedio de los sobrecostos.

5. Conclusiones

La presente revisión categorizó los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial ejecutados en cinco regiones geográficas, cuya composición para el análisis fue: África (11%), Asia (5%), Europa (42%), Norteamérica (21%) y Oceanía (21%).

Con base en los resultados se pudo observar la falta de información estadística básica reportada en los estudios, necesaria para hacer una interpretación y análisis completo sobre las muestras de proyectos seleccionados de esta forma se evidencia una necesidad de generar cultura de reporte estadístico de las muestras de los estudios para así facilitar la comparación posterior entre ellos.

De esta manera, para entender mejor el comportamiento del fenómeno de los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial es necesario generar un estándar de calidad en las publicaciones de estudios relacionados con este tema, donde se evidencia un conjunto de estadísticas básicas que representen la tendencia central y la variación de los datos. En ese orden de ideas, se debe reportar además del promedio, otros indicadores de tendencia central como la mediana, así como también

indicadores de variabilidad diferentes a la desviación estándar como son el rango intercuartil, cuartiles, valores mínimos y máximos.

De acuerdo con el estudio se encontró que los sobrecostos están presentes en los cinco continentes, demostrando así que es un fenómeno global del cual se tienen pocos estudios con información relevante para realizar un análisis completo que represente este fenómeno. Además, se encontró que los proyectos de tipo TIP II (puentes, túneles y vías férreas) presentaron mayores sobrecostos que los de tipo TIP I (autopistas y carreteras), este fenómeno se evidencio en Europa, Norteamérica y Oceanía. Sin embargo, en África y Asia no fue posible analizar esto ya que solo se encontró muestra relevante para proyectos de tipo TIP I y TIP II respectivamente.

Por otra parte, en Europa se encontraron 934 (58,9%) proyectos, siendo así la región que reportó la mayor cantidad de proyectos que dieron soporte al presente estudio, seguida de Norteamérica con 516 (32,5%) proyectos, Oceanía con 114 (7,2%) proyectos, África con 15 (1,0%) proyectos y Asia con 7 (0,4%) proyectos, para un total de 1586 (100%) proyectos.

Referencias Bibliográficas

- Ali, A. S., & Kamaruzzaman, S. N. (2010). Cost Performance for Building Construction Projects in Klang Valley. *Journal of Building Performance*, 1(1), 110–118.
- Cantarelli, C. C., Van Wee, B., Molin, E. J. E., & Flyvbjerg, B. (2012). Different cost performance: Different determinants?. The case of cost overruns in Dutch transport infrastructure projects. *Transport Policy*, 22, 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.04.002>
- Doloi, H. (2013). Cost Overruns and Failure in Project Management: Understanding the Roles of Key Stakeholders in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(March), 1–12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862)
- Flyvbjerg, B., Skamris, M. K., & Buhl, S. L. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Reviews*, 23(1), 71–88. <https://doi.org/10.1080/0144164022000016667>
- Forcada, N., Rusiñol, G., MacArulla, M., & Love, P. E. D. (2014). Rework in highway projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(4), 445–465. <https://doi.org/10.3846/13923730.2014.893917>
- Kaliba, C., Muya, M., & Mumba, K. (2009). Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia. *International Journal of Project Management*, 27(5), 522–531. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.07.003>
- Langford, D. A., Kennedy, P., Conlin, J., & McKenzie, N. (2003). Comparison of construction costs on motorway projects using measure and value and alternative tendering initiative contractual arrangements. *Construction Management and Economics*, 21(8), 831–840. <https://doi.org/10.1080/0144619032000056180>

- Love, P. E. D., Edwards, D. J., Watson, H., & Davis, P. (2010). Rework in Civil Infrastructure Projects: Determination of Cost Predictors. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(3), 275–282. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000136](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000136)
- Love, P. E. D., Sing, C.-P., Carey, B., & Kim, J. T. (2015). Estimating Construction Contingency: Accommodating the Potential for Cost Overruns in Road Construction Projects. *Journal of Infrastructure Systems*, 21(2), 04014035. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000221](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000221)
- Love, P. E. D., Zhou, J., Edwards, D. J., Irani, Z., & Sing, C. P. (2017). Off the rails: The cost performance of infrastructure rail projects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 99, 14–29. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.02.008>
- Makovšek, D., Tominc, P., & Logožar, K. (2012). A cost performance analysis of transport infrastructure construction in Slovenia. *Transportation*, 39(1), 197–214. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9319-z>
- Mansfield, N., Ugwu, O., & Doran, T. (1994). Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects. *International Journal of Project Management*, 12(4), 254–260. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(94\)90050-7](https://doi.org/10.1016/0263-7863(94)90050-7)
- Mejía, G., Leguizamo, E. N., & Hernández, R. L. A. (2017). Characterizing construction project overruns by region: A systematic review from 1985 to 2016 Caracterización de los sobrecostos en proyectos de construcción de acuerdo con la localización geográfica: Una revisión sistemática entre 1985 y 2016. *Revista Actas Ingenieria*.
- Memon, A. H., & Rahman, I. A. (2013). Analysis of cost overrun factors for small scale construction projects in malaysia using PLS-SEM method. *Modern Applied Science*, 7(8), 78–88. <https://doi.org/10.5539/mas.v7n8p78>

- Nassar, K. M., Nassar, W. M., & Hegab, M. Y. (2005). Evaluating Cost Overruns of Asphalt Paving Project Using Statistical Process Control Methods. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(11), 1173–1178. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:11\(1173\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:11(1173))
- Odeck, J. (2004). Cost overruns in road construction - what are their sizes and determinants? *Transport Policy*, 11(1), 43–53. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00017-9](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00017-9)
- Park, Y., & Papadopoulou, T. C. (2012). Causes of cost overruns in transport infrastructure projects in Asia. *Built Environment Project and Asset Management*, 2(2), 195–216. <https://doi.org/10.1108/20441241211280873>
- Ramanathan, C. T., Potty, N. S., & Idrus, A. Bin. (2011). Risk factors influencing time and cost overrun in multiple D & B projects in Malaysia : A case study. *Proceedings of the 2011 IEEE IEEM*, (978), 854–859. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2011.6118037>
- Rwakarehe, E. E., & Mfinanga, D. A. (2014). Effect of Inadequate Design on Cost and Time Overrun of Road Construction Projects in Tanzania. *Journal of Construction Engineering and Project Management*, 4(1), 2233–9582. <https://doi.org/10.6106/JCEPM.2014.4.1.015>
- Shrestha, P. P., Burns, L. A., & Shields, D. R. (2013). Magnitude of construction cost and schedule overruns in public work projects. *Journal of Construction Engineering*, 2013(2), 1–9. <https://doi.org/10.1155/2013/935978>