

**FACTORES DE LOS SOBRECOSTOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**SILVIA VANESSA VARGAS VEGA
ZULLY PAOLA DÍAZ PLATA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

**FACTORES DE LOS SOBRECOSTOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**SILVIA VANESSA VARGAS VEGA
ZULLY PAOLA DÍAZ PLATA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingenieras Civiles**

**Director:
GUILLERMO MEJÍA AGUILAR
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS.....	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
2. METODOLOGÍA	14
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.2 RECOLECCIÓN DE EVIDENCIA	16
2.3 ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS	22
2.3.1 Artículos codificados.....	31
2.3.1.1 Artículo 004. Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects	31
2.3.1.2 Artículo 052. Evaluation of risk factors causing cost overrun in road projects in terrorism affected areas Pakistan – a case study.....	32
2.3.1.3 Artículo 054. Journal of Financial Management of Property and Construction.....	32
2.3.1.4 Artículo 071. PCIM: Project Control and Inhibiting-Factors management Model.....	33
2.3.1.5 Artículo 099. Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects.....	34
2.3.1.6 Artículo 156. Cost Overruns and Failure in Project Management: Understanding the Roles of Key Stakeholders in Construction Projects.....	34
2.3.1.7 Artículo 222. Reasons for overrun in public sector construction projects in Nigeria	35
2.3.1.8 Artículo 584. Controlling Cost Overrun Factors in Construction Projects in Malaysia.....	35

2.3.1.9 Artículo 589. Delays and cost overruns in the construction projects in the Gaza Strip.....	35
2.3.1.10 Artículo 601. Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia	36
2.3.1.11 Artículo 608. Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia	36
2.3.1.12 Artículo 624. Cause of high costs of construction in Nigeria	37
2.3.1.13 Artículo 625. Root-cause analysis of construction-cost overruns.....	38
2.3.1.14 Artículo 626. Construction cost factors in Nigeria	39
3. CONCLUSIONES	41
4. OBSERVACIONES.....	42
REFERENCIAS	44
BIBLIOGRAFIA.....	45

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Primera codificación (V2).....	19
Tabla 2.	Segunda codificación (V3).....	19
Tabla 3.	Tercera codificación (V4).....	20
Tabla 4.	Cuarta codificación (V5).....	20
Tabla 5.	Quinta codificación (V6).....	21
Tabla 6.	Sexta codificación (V7).....	21
Tabla 7.	Clasificación según método de análisis	22
Tabla 8.	Tabla resumen de los sobrecostos de artículo No. 054.....	24
Tabla 9.	Clasificación según índices de incidencia de cada artículo.	25
Tabla 10.	Resumen ranking top 10 de factores de sobrecostos.....	27
Tabla 11.	Tabla resumen de los atributos que influyen en el rendimiento de los costos.	29
Tabla 12.	Comparación métodos de análisis	29
Tabla 13.	Resumen descripción geográfica.....	30
Tabla 14.	Clasificación artículos según tipo de proyecto.....	31
Tabla 15.	Resumen ranking de factores de sobrecostos.....	31
Tabla 16.	Ranking of Cost Overrun Risk Factors.....	32
Tabla 17.	Mean Rank.....	33
Tabla 18.	Los factores financieros de los contratistas son la principal causa de retrasos en los proyectos actuales.....	33
Tabla 19.	Relative Important Index	33
Tabla 20.	Relative Important Index	34
Tabla 21.	Relative Important Weight.....	34
Tabla 22.	Important Index.....	35
Tabla 23.	Frecuency Index	36
Tabla 24.	Severity Index	36
Tabla 25.	Important Index.....	37

Tabla 26.	Determinación de la diferencia máxima absoluta en el rango y en el factor de acuerdo de rango máximo para cinco ítems.	37
Tabla 27.	Respuestas del ingeniero al cuestionario sobre la base del porcentaje de respuestas recibidas.	38
Tabla 28.	Spearman´s Rank Correlation.....	38
Tabla 29.	Correlación entre los distintos sectores.	38
Tabla 30.	Kendall´s Coefficient	39
Tabla 31.	Chi-Square Test (X^2).....	39
Tabla 32.	Tabla de acuerdo de rango para todos los profesionales combinados (investigación actual).	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Gráfico análisis bibliométrico de la literatura.....	14
Figura 2. Algoritmo artículos filtrados.....	18

RESUMEN

Título: “FACTORES DE LOS SOBRECOSTOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA”¹

AUTORAS: Silvia Vanessa Vargas Vega, silvia.vargas15@hotmail.com
Zully Paola Díaz Plata, zullydiaz05@hotmail.com²

PALABRAS CLAVES: Sobrecostos, Proyectos de Construcción, Revisión Sistemática.

DESCRIPCIÓN:

Como resultado de los frecuentes retrasos en el tiempo, los sobrecostos y el déficit en la calidad que los proyectos de construcción deben enfrentar a diario, trayendo como consecuencia las enormes pérdidas de recursos financieros, nace como necesidad realizar una revisión sistemática de la literatura de tres décadas atrás (1985 a 2015) sobre los principales factores que afectan los sobrecostos en proyectos de construcción a fin de identificar sus causas.

En el siguiente artículo se muestran los resultados obtenidos a partir de dicho trabajo de investigación mostrando detalladamente el proceso a seguir en una revisión sistemática para garantizar unos óptimos resultados; se empleó una muestra inicial de 400 artículos los cuales fueron filtrados por medio de diferentes y exhaustivas codificaciones que permitieron trabajar finalmente con una exclusiva muestra de 26 artículos, de estos se determinó cuáles eran los factores más influyentes de los sobrecostos y se clasificaron en tres grupos según su método de análisis de los resultados: Escala Likert, Índice de Importancia Relativa y Peso de Importancia Relativa; siendo el Índice de Importancia Relativa el método más óptimo en este tipo de investigación y el método de Escala Likert empleando métodos básicos el más empleado pero no el más preciso.

¹ Trabajo de grado desarrollado en la modalidad de investigación.

² Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil.
Director: Ing. Guillermo Mejía Aguilar.

ABSTRACT

TITLE: “FACTORS OF COST OVERRUNS IN CONSTRUCTION PROJECTS: A SYSTEMATIC REVIEW”³

AUTHORS: Silvia Vanessa Vargas Vega, silvia.vargas15@hotmail.com
Zully Paola Díaz Plata, zullydiaz05@hotmail.com⁴

KEY WORDS: Cost OVERRUNS, Construction Projects, Systematic Review.

DESCRIPTION:

Resulting from frequent delays in the workplace, overcharges and deficits that must be dealt with on a daily basis bringing enormous financial losses, is born the need for make a systematic review since three decades back (1985 to 2015) of what causes these problems and how a company can better plan a construction project.

The following article will show all the results from this investigation, detailing the process for systematic review that will guarantee excellent results; 400 articles were used and filtered through different methods and exhaustive coding giving us a final result of 26 articles that helped us determinate which factors cause cost overruns.

We classified them into three groups according to the data gathered and analyzed: Likert Scale, Relative Importance Index and Relative Importance Weight; being the Relative Importance Index the most optimal method in this type of research and the Likert Scale method using basic methods the most employed but not the most accurate.

³ Final undergraduate Project developed in the research modality..

⁴ Physics Mechanical Engineering Faculty, Civil Engineering School..
Director: Ing. Guillermo Mejía Aguilar.

INTRODUCCIÓN

En la cotidianidad se refleja un gran problema que afecta a 9 de cada 10 proyectos de construcción, tal como lo estima el *Journal of the American Planning Association* en un estudio realizado en el 2002^[i], siendo el “enemigo” más temido por los directores de proyecto, consultores y contratistas, más conocido como sobrecostos; el cual es un fenómeno global indicado en la información obtenida y en el mismo estudio realizado ya que en más de 20 países y 5 continentes se evidenció este mismo problema^[ii], que al parecer hoy en día en algunos proyectos de construcción no se ha logrado controlar (no se ha tenido la correcta gestión), llevando así a realizarnos preguntas tales como ¿Cuáles son los factores más influyentes de los sobrecostos en proyectos de construcción? Se demostró según una revisión bibliográfica de la literatura que a partir de las últimas tres décadas hay un incremento significativo de artículos relacionados con sobrecostos en proyectos de construcción, razón por la cual nos ha motivado a estudiar las causas de esta problemática global y fundamentar nuestra investigación en el área de gestión de proyectos, realizando una revisión sistemática de los factores más influyentes en los sobrecostos en las últimas tres décadas a nivel mundial en diversos tipos de proyectos de construcción como lo son proyectos viales, estructurales, transporte,

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar los factores de sobrecosto en proyectos de construcción por medio de la revisión sistemática de literatura publicada desde 1985 hasta 2016.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

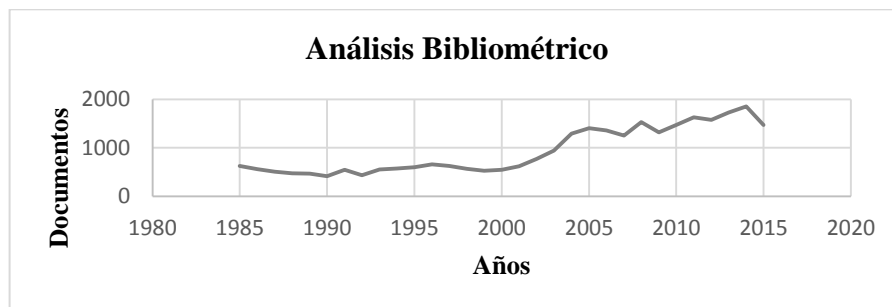
- Categorizar y caracterizar los factores que influyen en las desviaciones de costos de proyectos de construcción e ingeniería basados en el tamaño del efecto o el índice de incidencia.
- Identificar los factores relacionados con la etapa de diseño de los proyectos que tienen mayor incidencia en las desviaciones de costos de proyectos de construcción e ingeniería.

2. METODOLOGÍA

2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es necesario iniciar por definir el término Revisión Sistemática, la cual es un tipo de investigación científica que tiene como propósito integrar de forma objetiva y sistemática los resultados de los estudios empíricos sobre un determinado problema de investigación^[iii]; una Revisión Sistemática al igual que cualquier investigación empírica requiere desarrollar una serie de pasos iniciando formular una pregunta o problema, basado en el tópico a investigar el cual debe ser formulado de manera clara, en nuestro caso el tema a desarrollar son los factores que causan sobrecostos en proyectos de construcción y para tener un mayor dominio del tema se definieron conceptos realizando una lluvia de ideas y un análisis bibliométrico a través de la base de datos “Scopus” por medio del cual se obtuvieron resultados relevantes para nuestra investigación, como lo son:

Figura 1. Gráfico análisis bibliométrico de la literatura.



Fuente: Scopus

- El incremento significativo de publicaciones de las tres últimas décadas (1985-2016).
- El país con mayor número de publicaciones es Estados Unidos, seguido de Reino Unido.

- El tipo de documento de mayor incidencia fueron artículos (54,4%), seguido de documentos de conferencia (36,9%).

A su vez se debe tener en cuenta tres lineamientos básicos como lo son: la declaración del problema que identifica los constructos primarios y sus relaciones a nivel estratégico, conceptual y abstracto; la definición conceptual que se encarga de describir las cualidades de la variable, siendo una forma abstracta que ayuda a distinguir los acontecimientos relevantes del estudio el cual trata conceptos que no son directamente observables ej.: cuanto varía el costo real de la estimación de costo inicial^[iv]; por último debemos tener en cuenta la definición operacional que describe las características observables y determina si un evento representa una ocurrencia de la variable en estudio, “Se habla de un concepto definido operacionalmente cuando los procedimientos usados para producir y medir son claramente especificados” ej.: diferencia entre el costo final del proyecto y la línea base siendo expresado como un porcentaje del costo de la línea base. Adicional a los anteriores lineamientos se debe establecer cuál es el tipo de pregunta a realizar; si es descriptiva, que define cuando un estudio es diseñado para describir lo que sucede ej.: ¿Qué porcentaje de los proyectos de construcción presenta desviaciones de alto costo?; relacional, consta de un estudio diseñado para ver las relaciones entre dos o más variables ej.: ¿Cuál es la relación entre el tipo de proyecto y la desviación de costos?; o causal, diseñado para determinar si una o más variables influyen sobre las variables de resultado ej.: ¿Cuánto influye el tamaño del proyecto en la desviación de costos?. Para la investigación se optó por plantear una pregunta descriptiva ¿Cuáles son los factores e mayor incidencia en los sobrecostos en proyectos de construcción? Al tener claros los anteriores fundamentos para plantear la pregunta de esta se derivan unos objetivos que buscan abarcar el tema en su totalidad clasificándolos en objetivo general, que expone lo que se espera alcanzar hasta el final de la investigación de forma concisa, expresado de una forma general; de este se despliegan unos objetivos específicos que presentan la manera en la cual se va a lograr ese objetivo general,

como se llevará a cabo el estudio, detalles de manera cualitativa de lo que se estudiará y como el estudio va a responder a la pregunta de investigación propuesta, los cuales deben ser realistas, medibles y concretos. A su vez se debe determinar de una forma adecuada la hipótesis que emplea una estructura específica, narrada en tercera persona que define cuáles son las variables importantes relacionadas con el tópico y como se relacionan esas entre sí.

La búsqueda de la evidencia se llevó a cabo por medio de cinco personas las cuales se comprometieron a buscar un índice de 100 artículos cada uno, realizando una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos repartidas entre sí, seguidamente se realizó una capacitación sobre los recursos electrónicos que maneja la Universidad Industrial de Santander.

2.2 RECOLECCIÓN DE EVIDENCIA

La investigación se fundamentó en las bases de datos que brinda la Universidad Industrial de Santander, se repartieron las nueve bases de datos con las personas implicadas en la investigación a fin de abarcarlas en su totalidad y llegar así a un estudio agudo, a continuación, se mencionan las bases de datos a usar:

- American Society of Civil Engineers - ASCE
- Web of Science
- Science Direct
- Springer
- Tailor & Francis Online
- Wiley Online Library
- EBSCO
- Google
- Academia

Para realizar una excelente investigación se definieron los operadores booleanos, acompañados de las siguientes palabras claves así realizar una adecuada combinación de palabras, pues depende de ellas el éxito de la búsqueda, también llamada búsqueda booleana; para la cual se realizó una lluvia de ideas.

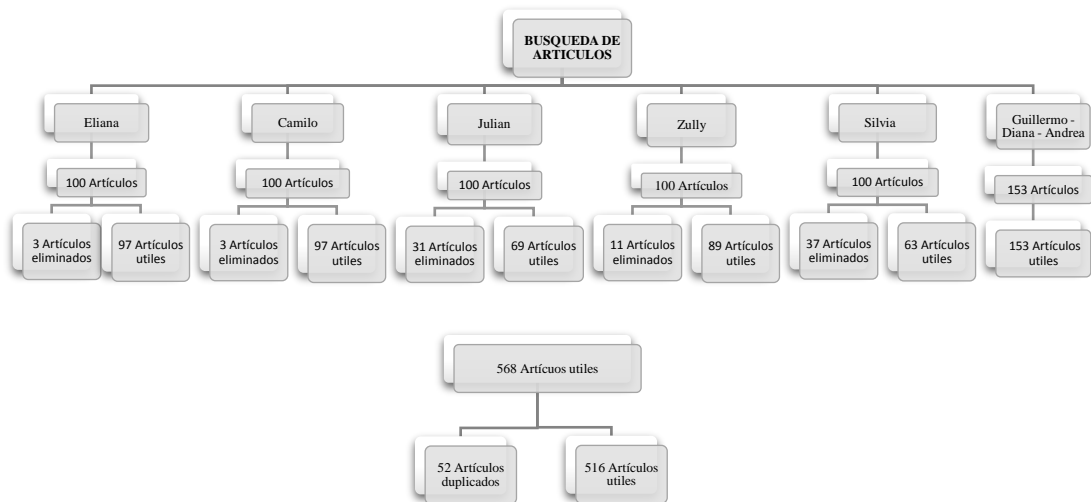
- Desviaciones de coste
- Rentabilidad
- Cost estimating
- Cost estimation
- Cost underestimation
- Risks

Como se observa la búsqueda booleana de los artículos se realizó en inglés debido a que es el idioma universal y es en el que más se encuentra artículos de interés, como lo indicó la revisión bibliométrica ya que Estados Unidos es el país que más presenta publicaciones referentes a sobrecostos en proyectos de construcción. Para iniciar la búsqueda de los artículos se basó en temas de construcción e ingeniería descartando así proyectos relacionados con temas hidráulicos, eléctricos y mecánicos; adicionalmente se emplearon filtros ya que solo se usaron: revisiones sistemáticas, tesis doctorales o de maestría, informes oficiales y artículos de revistas científicas. Se obtuvo una muestra inicial de 500 artículos (100 por cada investigador) los cuales pasaron por una respectiva revisión de la que se eliminaron los artículos repetidos y se logró una muestra de 415 artículos en total, pertenecientes a cada estudiante de la siguiente manera:

- 69 artículos de Julián
- 89 artículos de Zully
- 63 artículos de Silvia
- 97 artículos de Eliana
- 97 artículos de Camilo

A continuación, se muestra de manera más detallada el respectivo filtro por medio del siguiente algoritmo.

Figura 2. Algoritmo artículos filtrados.



A fin de realizar una investigación más detallada se hizo necesario clasificar la búsqueda en tres principales tópicos como lo son: magnitud, factores y sistemas de control. De los cuales se encontraron 135, 121 y 159 artículos respectivamente. Para la revisión inicial, en la que se debían obtener los primeros 100 artículos individualmente, los cuales se seleccionaron leyendo el título, resumen y palabras claves de cada uno según la base de datos indicada. Los artículos encontrados se codificación en un primer formato de tabla dada, se hicieron las observaciones y correcciones respectivas a cada uno de los integrantes del semillero.

Para la siguiente revisión se integraron todos los artículos pertenecientes a cada uno de los integrantes del semillero llegando a un total de 415 artículos (568 en total con la búsqueda realizada a cargo del director de proyecto el profesor Guillermo Mejía y las codirectoras de proyecto Diana Franco y Andrea García) cuidando que no hubiera ninguno duplicado y así se codificaron en la tabla 1 (V2),

la cual contiene columnas con los siguientes datos a llenar: título, autores, revista, año de publicación, tipo de documento, base de datos, idioma, tema (1. Magnitud, 2. Factores y 3. Sistemas de control) y rol del documento (1. Evidencia, 2. Discusión y 3. Background).

Tabla 1. Primera codificación (V2).

ID Paper	Paper Information				
	Title	Author 1	Author 2	Author 3	Journal
1	A building cost estimation model based on cost significant work packages	Elcin Tas	Hakan Yaman		Engineering, Construction and Architectural Management
2	A Comparison of Construction Contract Prices for Traditionally Procured Roads and Public-Private Partnerships	Blanc-Brude F	Goldsmith H	Valila T	Review of Industrial Organization
3	A construction quality costs quantifying system for the building industry	Sui Pheng Low	Henson K. C. Yeo		International Journal of Quality & Reliability Management

En la revisión perteneciente a la tabla (V3) se realizó una lectura preliminar al resumen y a las palabras claves, gracias a esta se eliminó artículos que no hacían parte de la investigación en sobrecostos, ya que algunos de ellos hablaban de factores de riesgo, sobrecostos en sistemas eléctricos, software para análisis de costos, entre otros. Quedando únicamente con 363 artículos de los 415 anteriores.

Tabla 2. Segunda codificación (V3).

ID Paper	Paper Information										Coding Process			
	Title	Author 1	Author 2	Author 3	Journal	Publication Year	Database	Language	Topic	Researcher	Downloaded	Coding Date (yy-mm-dd)	Coding time (min)	
2	A Comparison of Construction Contract Prices for Traditionally Procured Roads and Public-Private Partnerships	Elcin Tas	Hakan Yaman		Engineering, Construction and Architectural Management	2005	Emerald insight	English	3	Camilo	No			
6	A cost performance analysis of transport infrastructure construction in Slovenia	Blanc-Brude F	Goldsmith H	Valila T	Review of Industrial Organization	2009	Springer	English	1	Camilo	Yes			
7	A Cost-Effective Method to Control Seawater Intrusion in Coastal Aquifers	Sui Pheng Low	Henson K. C. Yeo		International Journal of Quality & Reliability Management	1998	Emerald insight	English	1	Camilo	No			

Seguidamente se pasó a dividir los contenidos a tratar en los respectivos grupos según el tópico: 1. Magnitud, 2. Factores y 3. Sistemas de control y se definió el tema de investigación “Factores de sobrecostos en sistemas de construcción” a la tabla (V4) en la cual se agregaron los artículos con el tema de factores que sumaban un número de 84 y 50 artículos obtenidos de una búsqueda más a cargo

de la codirectora del proyecto Andrea García, consiguiendo un total de 134 artículos de factores. A esta tabla se adicionaron dos columnas, una que hacía referencia a ¿Quién era el investigador? y la otra si el artículo era descargable o no.

Tabla 3. Tercera codificación (V4).

ID Paper	Title	Paper Information								Included		Coding Process			
		Author 1	Author 2	Author 3	Author 4	Journal	Publication Year	Document Type	Database	Language	Topic	Document Role*	V.2.	Researcher	Downloaded
001	How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?	Bent Flyvbjerg	Mette K. Skamris Holm	Soren L. Buhl		Transport Review	2003	1	Taylor & Francis	English	1 & 2	1	Yes	Andrea	Yes
002	Factors Influencing the Construction Cost of Industrialised Building System (IBS) Projects	Nor Amri Ahmad Bari	Rosnah Yusoff	Napsiah Ismail	Aini Jaapara & Norizan	Procedia - Social and Behavioral Sciences	2012	2	Elsevier	English	2	1	Yes	Andrea	Yes
003	An exploration into cost-influencing factors on construction projects	ying-mei cheng	mei cheng			International journal of project management	2014	1	El sevier	English	2	1		Andrea	Yes

En la tabla (V5) y la que se considera la más importante se agregó una columna principal denominada “Variables y resultados” de la que se derivan una serie de columnas con la siguiente descripción: factores, número total de factores, categoría, número de categorías, método de influencia (método por el cual se analiza las cifras obtenidas ya se por Relative Important Índex, Severity Índex, Frecuency Índex, entre otros), índice (porcentajes pertenecientes a cada método de influencia) y limitaciones (donde se describe los problemas presentados en la investigación. Se codificó cada artículo exportando cada ítem de la tabla guía y seguido de esto Andrea García hizo sus respectivas observaciones.

Tabla 4. Cuarta codificación (V5).

ID Paper	Title	Paper Information		Variables & Results			
		Factor	No Factors	Category	No Categories	Influence Measurement Method	
001	How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?		6		2	Cost Deviation	
1		Rail	6	Project Type	2	Cost Deviation	
2		Bridges & Tunnels	6	Project Type	2	Cost Deviation	
3							
4							
5							
6							
7		Roads	6	Project Type	2	Cost Deviation	
8		Europe	6	Project Localization	2	Cost Deviation	

En la tabla (V6) se diligenció en su totalidad la tabla guía, específicamente la columna con la descripción “Muestra” de la que emanan las siguientes columnas:

tamaño de la muestra (describe el tamaño total de la muestra a estudiar), Unidad de análisis (en que se basó la muestra a estudiar), país o región, tipo de proyecto (transporte, infraestructura, vías, estructuras, entre otras) y finalmente limitaciones. Después de completar la tabla se pasó a eliminar los artículos que no eran de gran utilidad ya que no pertenecían a una discusión o que no tenían método de influencia para así ser clasificados como background.

Tabla 5. Quinta codificación (V6).

Paper Information		Variables & Results											Sample										
ID	Paper Title	Factor	No. Factors	Category	No. Cases	Influence Measurement Method	Index	CR Ratio	CR (%) - Average	SD	p value	Assumptions	Limitations	Sample Size	Unit of Analysis	Country/Region	Completion Year	Project Type	Project Sector	Project Duration (months)	Project Size (MM\$)	Assumptions	Limitations
001	How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?		6		2	Cost Deviation %								28	Projects	EU/NA/AM	1957-1998	Transport Infrastructure	ND	ND	ND		
002	Factors Influencing the Construction Cost of Infrastructure		54		7	Relative Importance Index (RII)								44	Engineers/Contractors	Middle East		Industrial Building					
003	An exploration into cost influencing factors on construction projects		10		4	Severity Index (SI)								12	Cost Control Managers	Tanzania							
004	Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects		16		1	Severity Index																	

En la tabla (V7) se hizo una revisión cruzada completa de la tabla (V6) para que el trabajo fuera evaluado y de mayor calidad.

Tabla 6. Sexta codificación (V7).

Paper Information		Variables & Results											Sample										
ID	Paper Title	Factor	No. Factors	Category	No. Cases	Influence Measurement Method	Index	CR Ratio	CR (%) - Average	SD	p value	Assumptions	Limitations	Sample Size	Unit of Analysis	Country/Region	Completion Year	Project Type	Project Sector	Project Duration (months)	Project Size (MM\$)	Assumptions	Limitations
001	How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?		6		2	Cost Deviation %								28	Projects	EU/NA/AM	1957-1998	Transport Infrastructure	ND	ND	ND		
002	Factors Influencing the Construction Cost of Infrastructure		54		7	Relative Importance Index (RII)								44	Engineers/Contractors	Middle East		Industrial Building					
003	An exploration into cost influencing factors on construction projects		10		4	Severity Index (SI)								12	Cost Control Managers	Tanzania							

En la revisión (V8) después de la revisión cruzada se realizó una revisión conjunta y se llegó al acuerdo de eliminar unos artículos que no eran de gran contribución a la investigación, pues trataban temas como factores de riesgo o proyectos de temas hidráulicos.

En la revisión (V9) se hizo una nueva codificación en la que se hacía un breve resumen, se sacó la muestra, la metodología con que se realizó y teniendo en cuenta las referencias de dicho artículo se miró la posibilidad de unas ayudas extras.

2.3 ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS

Se usó una muestra de 26 artículos de revisión que se consideró de mayor significancia en nuestra investigación al pasar por diez codificaciones, generando un exhaustivo filtro, los cuales se analizaron en su totalidad y se clasificaron inicialmente en tres grupos según su método de análisis de la siguiente manera: Likert Scale (Métodos básicos), Relative Important Index (Empleando una Likert Scale) y Relative Important Weight.

De los anteriores se analizaron 14 artículos de Likert Scale, 6 de Relative Important Index y 6 de Relative Important Weight. Los cuales representan un 53.85%, 23.08% y 23.08% de la muestra respectivamente.

Tabla 7. Clasificación según método de análisis

Método de Análisis					
Likert Scale		Relative Important Index		Relative Important Weight	
No de Artículos	%	No de Artículos	%	No de Artículos	%
14	53.85	6	23.08	6	23.08

En el primer grupo nombrado “Likert Scale” o “Escala Likert” se designa también como *“Método de evaluaciones sumarias: es una escala psicométrica comúnmente utilizada en cuestionarios y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación”*⁵ Así lo denomina su autor Rensis Likert.

De una forma más sencilla, este método consiste en responder a una respectiva pregunta de un cuestionario elaborado con la técnica Likert la cual requiere previamente de la preparación de los ítems iniciales que contienen enunciados afirmativos o negativos y la asignación de puntajes a cada ítem, de forma tal que según el puntaje de cada uno se reflejen las cualidades positivas o negativas. Habitualmente se trabaja con 5 posibles respuestas o niveles de acuerdo o en desacuerdo de la siguiente manera:

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo
3. Neutral
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Midiendo así un grado positivo, neutral y negativo de cada enunciado; trabajando de forma paralela con las actitudes favorables, neutrales y desfavorables de cada persona. Un ejemplo de enunciado de Likert Scale lo vemos a continuación: “Los sobrecostos en proyectos de construcción afectan la capacidad financiera”

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Al tener todas las respuestas de la investigación de pasa al respectivo análisis de resultados como se observa en el artículo de investigación “054. *Journal of Financial Management of Property and Construction*” en el que se realizó una encuesta de la que se obtuvieron 203 respuestas válidas entre las cuales estaban 49 clientes, 51 contratistas y 105 consultores. Emplearon una Likert Scale de 1 a 5 siendo 1 = baja causa, 2 = ligeramente baja causa, 3 = causa promedio, 4 = ligeramente alta causa y 5 = alta causa. Se analizaron los resultados con una “Mean Rank” por medio de la siguiente

fórmula:

$$Mean = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i X_i}{\sum_{i=1}^5 X_i}$$

Donde;

i: Respuesta según categoría
(5,4,3,2,1)

W_i: Peso asignado según Likert
Scale (5, 4, 3, 2,1)

X_i: Frecuencia de respuesta

el 83.3% determino como factor menos influyente el 1 y el factor más influyente el 5, solo uno de los 6 el cual representa el 16.7% de estos tomó el 1 como factor más influyente y el 5 como factor menos influyente. Para los artículos 626, 626 y 627 no se clasificaron según índices, su método de análisis no lo requirió. Así se obtuvo la siguiente tabla resumen para cada artículo según el tipo de Likert Scale empleada y el valor dado a cada ítem.

Tabla 9. Clasificación según índices de incidencia de cada artículo.

N° Paper	Likert Scale					
	0	1	2	3	4	5
4		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	No saben	
52		Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
54		Baja causa	Ligeramente baja	Causa promedio	Ligeramente alta	Alta causa
71		Extremadamente sin importancia	Sin importancia	Importante	Extremadamente importante	
99		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
156		Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
222					Muy importante	
584	Emplearon un ranking de 1 a 8 que representaban cada categoría y los votantes elegían el de mayor incidencia					
589		No importante	No tan importante	Neutral	Importante	Muy importante
601		No importante			Muy importante	
608	Ningún efecto	Baja Un tanto severo	Media Grave	Alta Muy grave		
624		Muy importante	Importante	No tan importante	Menos importante	No importante

El siguiente método de análisis empleado fue el de “Relative Importance Index” o “Índice de Importancia Relativa” es de mucha utilidad para interpretar de una manera óptima la importancia de un tema de investigación en específico. En uno de los artículos a analizar de este respectivo grupo específicamente “002. *Factors influencing the construction cost of industrialised building system (IBS) projects*” se

encuestaron 44 personas de los cuales el 65% eran de alta gerencia de sus organizaciones. Se extrajeron 54 factores en la encuesta, los cuales se clasificaron en 7 categorías. La puntuación de cada factor se calcula mediante la suma de las puntuaciones asignadas por los encuestados, por lo tanto el nivel de significancia se estima por medio de un “Índice de Importancia Relativa” para cada factor por medio de la siguiente fórmula;

$$RII = \frac{\sum w}{A * N}, (0 \leq index \leq 1)$$

Donde;

- N: Número total de encuestados
- w: Es el peso que obtiene cada factor de 1 a 5
- A: Peso más alto (en este caso 5)

Los factores fueron ordenados de manera descendente de los valores obtenidos de RII y debidamente calificados. El valor más alto indica el factor más crítico e importante con la fila 1 y la siguiente indica el segundo más crítico con la fila 2 y así sucesivamente.

En la tabla 4 se clasifican específica en una columna el tipo de factor, en otra el grupo o categoría, el valor de RII, el porcentaje correspondiente y el ranking de 1 a 10 de manera descendente siendo 1 el más influyente.

Tabla 10. Resumen ranking top 10 de factores de sobrecostos.

Table 1. Overall Top 10 Ranking.					
Item	Factors	Factor group	RII	Percentage	Overall Ranking
	Repeatability and standardization (e.g. repeated units in a terrace housing or typical floor plans in a multi-storey building project)	Project/IBS Characteristics	0.8818	88.18	1
	Repeat use of design, moulds or construction techniques from previous projects	Project/IBS Characteristics	0.8591	85.91	2
	Fast track job / Speed of construction / Urgency for completion	Project/IBS Characteristics	0.8545	85.45	3
	Economies of scales/ Quantity of components ordered	Project/IBS Characteristics	0.8318	83.18	4
	Contractor's construction planning and control	Contractors' Attributes	0.8273	82.73	5
	Price stability of building materials	Economics & Market Conditions	0.8045	80.45	6
	Supply stability of building materials	Economics & Market Conditions	0.8045	79.55	7
	Contractor's staff and workers	Contractors' Attributes	0.7909	79.09	8
	Contractor's management team	Contractors' Attributes	0.7818	78.18	9
	Comprehensiveness of IBS principles in the design	Project/IBS Characteristics	0.7727	77.27	10

Fuente: Extraída de artículo "factors influencing the construction cost of industrialised building system (IBS) project"

Este es otro claro ejemplo de método de análisis empleado en la investigación para determinar la mayor incidencia de factores de sobrecostos en proyectos de construcción, basado en la muestra, el peso que obtiene cada factor (de 1 a 5) y el peso máximo (en este caso siendo 5); es muy usado en investigaciones científicas o alimenticias.

El último método a emplear es el "Relative Importance Weight" o "Peso de importancia relativa" es muy similar al anterior y se basa en el peso dado a cada respuesta. Un ejemplo claro de este se observa en el artículo de investigación "586. Cost overruns and failure in Project management: understanding the roles of key stakeholders in construction projects" el cual empleó un cuestionario diseñado para capturar la experiencia de la industria de la construcción actual entre los clientes, consultores y contratistas. Se enviaron un total de 160 encuestas de las cuales de recibieron 94, 24 de clientes, 29 de consultores y 41 de contratistas que

corresponden al 25%, 31% y 44% respectivamente. Para este método es necesario emplear una Likert Scale y en este caso se diseñó de 5 puntos siendo:

1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Neutral
4. De acuerdo
5. Muy de acuerdo

De acuerdo a los resultados de investigación de este artículo la media y las desviaciones estándar no son métodos estadísticos fiables para clasificar los atributos, en este caso se empleó un RIW evaluando por la siguiente fórmula.

$$RIW = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i n_i}{\sum_{j=1}^N x_j} * 100$$

xj: suma del factor j (1,2,3,4)

ai: peso dado a cada respuesta de i
siendo 1 (muy alto) a 5 (muy bajo)

Donde;

N: número total de atributos (48)

Basado en la anterior ecuación se determinó el RIW para todos los atributos primero para las categorías de clientes, consultores y contratistas por separado y después para las muestras generales.

La tabla 5 muestra los RIW calculados, clasificados en las tres categorías y el "Overall" de 1 a 10 clasificado de forma descendente siendo 1 el atributo más influyente en los sobrecostos. En este caso se observa que las eficiencias de planificación y programación ocuparon el primer lugar y tanto los consultores como los contratistas estuvieron de acuerdo al considerarla la principal causa de sobrecostos.

Tabla 11. Tabla resumen de los atributos que influyen en el rendimiento de los costos.

ID	Attributes	Overall		Clients		Consultants		Contractors	
		RIW (%)	Ranking	RIW (%)	Ranking	RIW (%)	Ranking	RIW (%)	Ranking
C19	Planning and scheduling deficiencies	2.679	1	2.549	3	2.652	1	2.780	1
C15	Methods/techniques of construction	2.656	2	2.594	2	2.615	2	2.725	2
C44	Effective monitoring and feedback process	2.632	3	2.660	1	2.596	3	2.642	6
C14	Complexity of design and construction	2.586	4	2.505	5	2.559	5	2.656	5
C36	Improper control over site resource allocations	2.574	5	2.461	7	2.540	6	2.670	4
C10	Contractor's deficiencies in planning and scheduling at tender stage	2.504	6	2.549	4	2.485	7	2.684	3
C4	Extent of completion of precontract design	2.499	7	2.461	6	2.466	8	2.546	10
C28	Escalation of material prices	2.458	8	2.350	9	2.392	10	2.574	9
C31	Mistakes and discrepancies in construction documentations	2.429	9	2.394	8	2.411	9	2.615	7
C38	Client-initiated variations	2.429	10	2.239	18	2.336	12	2.422	14

Fuente: Extraído de artículo de investigación tabla 3. Cost Overruns and Failure in Project Management: Understanding the Roles of Key Stakeholders in Construction Projects.

De acuerdo a lo anterior se logró obtener la siguiente tabla comparativa de los tres métodos de análisis empleados:

Tabla 12. Comparación métodos de análisis

COMPARACIÓN MÉTODOS DE ANÁLISIS		
Likert Scale	Relative Importance Index	Relative Importance Weight
$Mean = \frac{\sum_{i=1}^5 WiXi}{\sum_{i=1}^5 Xi}$	$RII = \frac{\sum w}{A * N}, (0 \leq index \geq 1)$	$RIW = \frac{\sum_{i=1}^5 ai ni}{\sum_{j=1}^N xj} * 100$
i: Respuesta según categoría (5,4,3,2,1) Wi: Peso asignado según Likert Scale (5,4,3,2,1) Xi: Frecuencia de respuesta	N: Número total de encuestados w: Es el peso que obtiene cada factor de 1 a 5 A: Peso más alto (en este caso 5)	xj: suma del factor j (1,2,3,4) ai: peso dado a cada respuesta de i siendo 1 (muy alto) a 5 (muy bajo) N: número total de atributos (48) Ni: frecuencia dada según variable i
Asigna un peso a cada factor	Asigna un peso a cada factor	Asigna un peso a cada factor
Obedece a la frecuencia de respuesta	Obedece al peso más alto	Obedece a la suma de los factores
Estima la media de cada factor	Estima el índice de importancia de cada factor	Estima el peso de cada factor
Requiere de una Likert Scale para ser determinado	Requiere de un peso específico para cada factor	Requiere de un peso dado a cada respuesta
Tiene en cuenta la frecuencia de respuesta	Tiene en cuenta el número total de encuestados	Tiene en cuenta el número total de factores o atributos

A continuación, se aprecia una tabla en la cual describe el comportamiento de los artículos según su denotación geográfica, se observa que el mayor número de publicaciones aprobadas para el trabajo de investigación se encuentran en Nigeria y Malasia, representando el 16.67% y 12.50% respectivamente, seguido de Asia que simboliza un global con un valor de 8.33% y demás países como Paquistán, Franja de Gaza, Israel, Uganda, Taiwán, Egipto, Zambia, Vietnam y Ghana con un 4.17%. Contrario a las predicciones obtenidas de la página “Scopus” producto de la revisión bibliométrica EE.UU es el país con mayor número de publicaciones registradas en la literatura y en la investigación producto de la revisión sistemática, representa un 0%.

Tabla 13. Resumen descripción geográfica.

Descripción Localización Geográfica		
País	Total Artículos	% País
Nigeria	4	16.67
Malasia	3	12.50
Paquistán	1	4.17
Franja de Gaza	1	4.17
Israel	1	4.17
Uganda	1	4.17
Taiwán	1	4.17
Egipto	1	4.17
Zambia	1	4.17
Asia	2	8.33
Vietnam	1	4.17
Ghana	1	4.17
No especificado	8	25.00
% Total	26	100.00

En la tabla 7 se clasificó los artículos de investigación según el tipo de proyecto ejecutado, se aprecia un incremento significativo en los proyectos de construcción con un porcentaje del 69.23% los cuales son el centro de la investigación, a comparación de los demás proyectos que representan un 30.77% que constan de proyectos asociados a infraestructura de transporte, construcción de edificios altos (rascacielos), vías y aguas.

Tabla 14. Clasificación artículos según tipo de proyecto.

Según tipo de Proyecto		
Tipo de proyecto	Total artículos	% Tipo de proyecto
Infraestructura de transporte	1	3.85
Construcción edificios	3	11.54
Vías	2	7.69
Aguas	2	7.69
Construcción	18	69.23
% Total	26	100.00

2.3.1 Artículos codificados.

2.3.1.1 Artículo 004. Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects

- Encuesta realizada 80 personas encargadas de la construcción entre los cuales se encuentran contratistas, consultores y clientes; de las cuales 37 fueron respondidas correctamente lo cual representa el 47% de la muestra.
- No se especifica una Likert Scale pero manejan cuatro tipos de respuesta como lo son “Strongly Agree”, “Agree”, “No dont Agree” y “No Dont Know”.
- Emplean el método de “Severity Índice” para analizar los resultados, del cual no presentan fórmula.

Tabla 15. Resumen ranking de factores de sobrecostos.

Variables	Severity index, %		
	Contractors	Consultants	Public clients
Poor contract management	80	100	100
Financing and payment of completed works	100	92	88
Changes in site conditions	74	84	77
Shortages of materials	74	76	77
Imported materials and plant items	54	84	88
Design changes	66	68	66
Subcontractors and nominated suppliers	80	62	55
<i>Cost overrun variables (only):</i>			
Price fluctuations	100	100	100
Inaccurate estimates	86	76	66
Delays	73	91	88
Additional work	60	77	77

[N = 37; 15 contractors, 13 consultants, 9 public clients.]

2.3.1.2 Artículo 052. Evaluation of risk factors causing cost overrun in road projects in terrorism affected areas Pakistan – a case study

- Encuesta realizada a 107 personas entre los cuales estaban clients, contractors y consultants; de las cuales se obtuvieron 63 respuestas válidas, lo cual corresponde a un 59% de la muestra (9 clients 14%, 17 consultants 27% y 37 contractors 59%)
- Se empleó una Likert Scale de 1 a 5 siendo 1 = muy en desacuerdo, 2 = en desacuerdo, 3 = neutral, 4 = de acuerdo y 5 = muy de acuerdo.
- Se usó una “Mean Valué” para analizar los datos obtenidos en la encuesta de los factores de riesgo de los sobrecostos, de la cual no especifican fórmula (Tabla 15).

Tabla 16. Ranking of Cost Overrun Risk Factors

	Factores Risk	Mean
1	Non-availability of suitable contractors	4.746
2	Project location within FATA	4.73
3	Security issues resulting in Idling cost of plant/equipment due to suspension of work	4.571
4	iffering site conditions within same project (unknown due to lack of proper survey)	4.333
5	Security issues preventing proper site investigation/survey	4.158
6	Additional cost of ensuring security due to terrorist threat	4.0
7	Low productivity & excessive rework due to unskilled workforce	3.76
8	Inadequate security and hostile environment reducing productivity	3.746
9	Inaccurate cost estimation due to lack of preliminary investigation	3.698
10	Change in road alignment due to difficulty in land acquisition	3.666

2.3.1.3 Artículo 054. Journal of Financial Management of Property and Construction

- Realizaron una encuesta de la cual obtuvieron 205 respuestas válidas entre las cuales estaban 49 clientes, 51 contratistas y 105 consultores.
- Emplearon una Likert Scale de 1 a 5 siendo 1 = baja causa, 2 = ligeramente baja causa, 3 = causa promedio, 4 = ligeramente alta causa y 5 = alta causa.
- Analizaron los resultados con una “Mean Rank” y el método estadístico de Kruskall.

Tabla 17. Mean Rank

Mean Rank	
$Mean = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i X_i}{\sum_{i=1}^5 X_i}$	i: Respuesta según categoría (5,4,3,2,1) Wi: Peso asignado según Likert Scale (5,4,3,2,1) Xi: Frecuencia de respuesta

Tabla 18. Los factores financieros de los contratistas son la principal causa de retrasos en los proyectos actuales

Los factores financieros de los contratistas son la principal causa de retrasos en los proyectos actuales	Kruskall Wallis sig. P
Late payment from contractor to sub-contractors or suppliers	0.97
Late payment from client to contractor	0.91
Difficulties in financing the project by the contractor	0.8
Contractors poor coordination with the parties involved in the project	0.8
Cash flow problems faced by the contractor	0.79
Slow decision making by the client	0.43
Ineffective planning and scheduling of the project by the contractor	0.38
Problems between the contractor and his sub-contractors with regards to payments	0.3
Ineffective control of the project progress by the contractor	0.29
Improper technical study by the contractor during the bidding stage	0.28

2.3.1.4 Artículo 071. PCIM: Project Control and Inhibiting-Factors management Model

- Se enviaron 250 cuestionarios de los cuales 100 se obtuvo una respuesta válida representando un (40%) global, entre los cuales (45% son contratistas y 42% consultores)
- Emplearon una Likert Scale de 1 a 4 siendo 1= Extremadamente sin importancia, 2= Sin importancia, 3= Importante y 4= Extremadamente importante.
- Analizan los datos con un “Relative Importante Índice”

Tabla 19. Relative Important Index

Relative Important Index	
$RII = \sum w \div (H \times N)$	N: Número total de encuestados w: Peso total dado a cada factor (4,3,2,1) H: Clasificación más alta disponible (4)

2.3.1.5 Artículo 099. Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects

- Se encuestaron 111 personas de las cuales 56 respondieron adecuadamente lo que equivale a un 50,5% de la muestra.
- Emplearon una Likert Scale de 1 a 5 siendo 1= Muy bajo, 2= Bajo, 3= Medio, 4= Alto y 5= Muy alta.
- Se analizaron los resultados según un “Relative Importance Index” y adicional a esta se emplearon métodos estadísticos como los son Friedman y Wilcoxon.

Tabla 20. Relative Important Index

Relative Important Index	
$RII = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i}{A \times N}$	N: Número total de encuestados en cada variable Wi: Suma total de cada factor (5,4,3,2,1) A: Peso más alto (5)

2.3.1.6 Artículo 156. Cost Overruns and Failure in Project Management: Understanding the Roles of Key Stakeholders in Construction Projects

- Se enviaron 160 encuestas de las cuales 94 fueron válidas, 24 clientes (25%), 29 consultores (31%) y 41 contratistas (44%).
- Se empleó una Likert Scale de 1 a 5 siendo 1= Muy en desacuerdo, 2= Desacuerdo, 3= Neutral, 4= De acuerdo y 5= Muy de acuerdo.
- Los datos se analizaron con un Relative Important Weight.

Tabla 21. Relative Important Weight

Relative Important Weight	
$RIW = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i n_i}{\sum_{j=1}^N x_j} \times 100$	j: Factores (1,2,3,4,5) a: Peso de la respuesta (1:muy alto, 2:alto, 3:medio, 4:bajo y 5:muy bajo) N: Número total de atributos (48) xj: Suma del factor j

2.3.1.7 Artículo 222. Reasons for overrun in public sector construction projects in Nigeria

- Se enviaron un total de 401 encuestas de las cuales fueron válidas 175 siendo 94 de agencias (48%), 34 de contratistas (36%) y 47 consultores (43%).
- Emplean una escala de 0 a 4 donde 4 es “Muy importante”
- Analizaron los resultados con un “Mean Score” y “Desviación Estándar”
- No se especifica fórmula.

2.3.1.8 Artículo 584. Controlling Cost Overrun Factors in Construction Projects in Malaysia

- Se enviaron 30 encuestas de las cuales se entrevistaron a 21 de ellos, los cuales eran ingenieros civiles o tendrían una maestría en esa área.
- No hay una escala específica
- Se analizaron los resultados por medio de Severity Rank

2.3.1.9 Artículo 589. Delays and cost overruns in the construction projects in the Gaza Strip

- Se enviaron un total de 151 encuestas de las cuales fueron válidas 124 siendo 66 de contratistas, 27 consultores y 31 propietarios.
- El cuestionario consta de una Likert Scale de 1 a 5 siendo 1= No importante, 2= No tan importante, 3= Neutral, 4= Importante y 5= Muy importante.
- Para analizar los resultados usaron un “Importante Índice”

Tabla 22. Important Index

Important Index	
$I = \sum_{i=1}^5 a_i x_i \dots$	i: 0,1,2,3,4 ai: para i respectivamente 0,1,2,3,4 xi: Frecuencia de la respuesta dada como un porcentaje total para cada causa x1, x2, x3, x4, x5: Frecuencia para cada valor respectivamente

2.3.1.10 Artículo 601. Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia

- Se encuestaron 31 jefes de proyecto
- Emplearon un Likert Scale de 1 a 4 siendo 1= No importante y 4= Muy importante. Luego proceden a evaluar la frecuencia de ocurrencia con una escala de 1 a 3 siendo 1= Baja, 2= Media y 3= Alta.
- Analizaron los resultados según Importante Índice, Frecuency Índice y Severity Índice. (No especifica fórmula)

2.3.1.11 Artículo 608. Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia

- Se enviaron 352 encuestas de las cuales fueron válidas 247 clasificadas en Ingenieros registrados 141, Arquitectos 85 y topógrafos 21; Se realizó una clasificación adicional que distribuía en Clientes 30%, Consultores 57% y contratistas 13%.
- Empleando una Likert Scale de 0 a 3 siendo 3= Muy grave, 2= Grave, 1= Un tanto severo y 0= Ningún efecto.
- Se analizaron los resultados por el método Alfa y adicional a eso se usaron “Severity Índice”, “Important Índice” y “Frecuency Índice”.

Tabla 23. Frecuency Índice

		Frecuency Índice
F.I	=	$\sum_{0}^{3} (a_i f_i / N)$
		fi: Frecuencia de la respuesta ai: Peso asignado a cada respuesta 0,1,2,3 N: Número total de respuestas

Tabla 24. Severity Índice

		Severity Índice
S.I	=	$\sum_{0}^{3} (a_i s_i / N)$
		si: Gravedad de impacto ai: Peso asignado a cada respuesta 0,1,2,3 N: Número total de respuestas

Tabla 25. Important Index

Important Index	
$IMP.I = F.I \times S.I. / 9 (\%)$	FI: Frecuency Index SI: Severity Index

2.3.1.12 Artículo 624. Cause of high costs of construction in Nigeria

- Se enviaron 450 encuestas de las cuales 192 fueron válidas entre las localidades de Benin 89, Ibadan 76 y Port-Harcourt 27.
- Se presentan dos grupos en los cuales emplean una Likert Scale de 1 a 5 siendo 1=Very Important, 2=Important, 3= Some Importance, 4= Minor Importance and 5=Not important.
- Los resultados se analizaron por medio de un Severity Index (Baldwin 1971).
- Se hizo un análisis cruzado en dos tipos de grupos para saber cuáles eran los más importantes y los menos importantes

Tabla 26. Determinación de la diferencia máxima absoluta en el rango y en el factor de acuerdo de rango máximo para cinco ítems.

Item (1)	Ranking by group 1, R_{i1} (2)	Ranking by group 2, R_{j2} (3)	Maximum absolute difference in rank, D_{max} (4)
1	1	5	4
2	2	4	2
3	3	3	0
4	4	2	2
5	5	1	4

Note: Maximum rank agreement fact for five items $RA_{max} = 4+2+2+4/5 = 12/5 = 2.4$.

Fuente: Extraída del artículo investigación "Cause of high costs of construction in Nigeria", tabla 2.

Tabla 27. Respuestas del ingeniero al cuestionario sobre la base del porcentaje de respuestas recibidas.

TABLE 3. Engineer's Responses to Questionnaire on Basis of Percentage of Replies Received; N = 58

Rank (1)	Variable (2)	Very important (3)	Important (4)	Some importance (5)	Minor importance (6)	Not important (7)	Severity index (8)
(b) Cost Overrun Variables							
1	Price fluctuations	67	23	8	2	—	90
2	Delays	67	23	8	1	1	90
3	Fraudulent practices and kickbacks	49	31	12	3	5	80
4	Additional work	33	46	14	5	2	79
5	Shortening of contract period	33	38	18	8	3	71
6	Inaccurate estimates	19	32	26	16	7	51
7	Insurance	6	28	36	24	6	34

Fuente: Extraída del artículo investigación "Cause of high costs of construction in Nigeria", tabla 3.

2.3.1.13 Artículo 625. Root-cause analysis of construction-cost overruns

- Se enviaron 200 encuestas entre ingenieros, de las cuales 195 fueron válidas.
- Se analizaron los resultados por medio de un Spearman's Rank Correlation.

Tabla 28. Spearman's Rank Correlation

Spearman's Rank Correlation	
$\rho = 1 - \frac{6 \times \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$	<p>d: Diferencia en el ranking de una causa</p> <p>ρ: Nivel de consenso entre cada par de grupos</p> <p>N: Número lugares de la clasificación</p>

Tabla 29. Correlación entre los distintos sectores.

Table 4. Spearman's Rank Correlation between the Various Sectors

	Designers (%)	Owners (%)	Project managers (%)	Consultants (%)	Contractors (%)	Overall (%)
Overall	84	81	97	86	91	100
Contractors	74	75	89	82	100	—
Consultants	78	72	91	100	—	—
Project managers	78	71	100	—	—	—
Owners	54	100	—	—	—	—
Designers	100	—	—	—	—	—

Fuente: Extraída del artículo de investigación "Root-cause analysis of construction-cost overruns", tabla 4.

2.3.1.14 Artículo 626. Construction cost factors in Nigeria

- Se enviaron 150 encuestas de las cuales 110 fueron válidas entre Bauchi 40, Jos 45 y Kano 25.
- Se analizaron los resultados por medio de Okpala que emplea una Rank Agreement, al igual que dos métodos estadísticos para probar la ordenada clasificación como lo son Kendall's Correlation y la prueba de Chi-Cuadrado.

Tabla 30. Kendall's Coefficient

Kendall's Coefficient	
$\tau = \frac{S}{\frac{K^2}{n}(n^3 - n)}$	S: Suma de cuadrados de la desviación. estándar K: Número total de profesionales clasificaron factores n: Número de factores enumerados

Tabla 31. Chi-Square Test (X²)

Chi-Square Test (X ²)	
$\chi^2 = k(n - 1)\tau$	T: Coeficiente de relación de rangos de Kendall's (n-1): Grado de libertad con n K: Número total de profesionales clasificaron factores

Tabla 32. Tabla de acuerdo de rango para todos los profesionales combinados (investigación actual).

Sl number (1)	Variable factor (2)	Architects' ranking (3)	Engineers' ranking (4)	Quantity surveyors' ranking (5)	Sum of rankings (Σ A.E.Q) (6)	Rank agreement factor (RA = Σ A.E.Q/N) (7)	Percentage agreement factor (PAR = RA/RA _{max}) (%) (8)	Standard deviation (Σ RA) (9)	Squares of deviation (Σ ² RA) (10)	Ranking order (11)
1	Cost of materials	1	1	1	3	0.10	97	44.9	2,016.0	1
2	Fraudulent practices and kickbacks	3	2	2	7	0.23	92	42.9	1,840.4	2
3	Fluctuation in prices of materials	2	5	3	10	0.32	89	37.9	1,436.4	3
4	High cost of machineries	4	4	5	13	0.42	86	34.9	1,218.0	4
5	Improper planning	6	7	6	19	0.61	80	28.9	835.2	5
6	Mode of financing and payment for completed works	5	11	4	20	0.65	78	27.9	778.4	6
7	High interest rates charged by bankers on loans	8	9	7	24	0.77	74	23.9	571.2	7
8	High transportation and handling cost	9	6	13	28	0.90	69	19.9	396.0	8
9	High machineries maintenance cost	16	3	11	30	0.97	67	17.9	320.4	9
10	Contract management	7	12	15	34	1.10	63	13.9	193.2	10
11	Frequent design changes	17	10	8	35	1.13	62	12.9	166.4	11
12	Inadequate production of raw materials in the country	10	8	18	36	1.16	61	11.9	141.6	12
13	Discontinuation of construction industry by foreign firms	12	14	14	40	1.29	56	7.9	62.4	13
14	Long period between design and time of tendering	18	18	9	45	1.45	51	2.9	8.4	14
15	High cost of labor	19	16	12	47	1.52	48	0.9	0.8	15
16	Duration of contract period	15	17	16	48	1.55	47	0.1	0.01	16
17	Additional work	14	13	22	49	1.39	46	1.1	1.2	17

Fuente: Extraída del artículo de investigación "Construction cost factors in Nigeria", tabla 4.

3. CONCLUSIONES

- Se logró estimar gracias a la revisión sistemática realizada y a los métodos de análisis empleados (Likert Scale, Relative Important Index y Relative Important Weight) que el método más óptimo pero no con mucho uso es Relative Important Index con 23.08% (6/26), pues trabaja en conjunto con dos fórmulas adicionales (Frequency Index y Severity Index) logrando así una mayor precisión en sus resultados. El menos óptimo pero el más empleado es el método de Likert Scale (Métodos Básicos) con un 53.85 % (14/26), ya que el mayor porcentaje de estos ejecuta la media como método de análisis siendo este un método no tan preciso.
- De acuerdo al análisis realizado los tres factores más relevantes en cada método son; Likert Scale: Los problemas de liquidez que enfrenta el contratista, pago atrasado del cliente al contratista y retraso en el pago del contratista al subcontratista o proveedores. En el método Relative Importance Index: Repetitividad y estandarización (por ejemplo, unidades repetidas en una cubierta de terraza o planos típicos de un edificio de varios pisos), Uso repetido de diseños, moldes o técnicas de construcción de proyectos anteriores, Trabajo rápido de la pista / velocidad de la construcción / urgencia para la terminación y por último en el método Relative Importance Weight: Deficiencias de planificación y programación Métodos / técnicas de construcción Monitoreo efectivo y proceso de retroalimentación

4. OBSERVACIONES

➤ Las revisiones sistemáticas a lo largo de las tres últimas décadas han sido uno de los más usados métodos de investigación, por ser práctico y efectivo a la hora de arrojar respuestas. Como resultado de esta investigación se evidenció que los factores más influyentes en los sobrecostos de proyectos de construcción son los asociados con:

- La planificación: una excelente gestión es fundamental a la hora de iniciar un proyecto de construcción, ya que tiene en cuenta los factores externos que pueden generar sobrecostos y encierra de una forma global la programación, los sistemas de información, el control en el tiempo y costos. Por tal razón al no seguir de manera estricta dicha planificación se verá afectada a futuro y repercutirá de manera negativa en el cronograma del proyecto, el presupuesto y la calidad.
- Ejecución: la cual va ligada a la planificación, pues si esta no es desarrollada de la manera correcta y siguiendo los patrones, tiempos y costos establecidos no se obtendrán un buen balance de estos. A su vez, para tener una óptima práctica se debe tener en cuenta una serie de factores como lo son el eficiente desempeño en la mano de obra, la buena gestión y adquisición de recursos (técnicos y materiales), flujo de caja positivo, la coordinación y monitoreo de cada proceso. ^[6]
- Diseño: los malos diseños o los cambios en los mismos son otro factor significativo en los sobrecostos de proyectos de construcción, pues al ejecutar un mal diseño es mayor la demanda de tiempo y recursos (humanos, financieros, técnicos y materiales) a los establecidos inicialmente. ^[7]

- Factores externos: eventos naturales inesperados, condiciones geológicas desfavorables, cambios climáticos, entre otros son los factores más difíciles de controlar ya que son impredecibles.

➤ Por lo tanto, al asumir la dirección de un proyecto de construcción se debe tener en cuenta cada uno de los factores anteriormente expuestos y no llegar al límite de tocar estos temas críticos centrándose únicamente en las complicaciones programadas o presupuestarias; y debe asumir que el tiempo, el costo y la calidad son igualmente afectados.

REFERENCIAS

[1] Flyvbjerg, Bent; Holm, Mette Skamris; Buhl, Søren. 2002. Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or lie? *Journal of the American Planning Association*

[2] Flyvbjerg, Bent; Holm, Mette Skamris; Buhl, Søren. 2002. Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or lie? *Journal of the American Planning Association*

[3] Sánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula abierta ICE Universidad de Oviedo*.

[4] Oberlender & Trost, 2001

[5] Rensis Likert 1932

[6] Yar Frimpong, Jacob Oluwoye, Lynn Crawford. 2001. Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study. *Journal of Project Management*.

[7] Nor Azmi Ahmad Bari, Rosnah Yusuff, Napsiah Ismail, Aini Jaapar & Norizan Ahmad. 2011. Factors Influencing the Construction Cost of Industrialised Building System (IBS) Projects. *ScienceDirect*.

BIBLIOGRAFIA

FLYVBJERG, BENT; HOLM, METTE SKAMRIS; BUHL, SØREN. Underestimating Costs in Public Works Projects: *Journal of the American Planning Association*. 2002.

NOR AZMI AHMAD BARI, ROSNAH YUSUFF, NAPSIAH ISMAIL, AINI JAAPAR & NORIZAN AHMAD. Factors Influencing the Construction Cost of Industrialised Building System (IBS) Projects. *ScienceDirect*. 2011.

Oberlender & Trost, 2001

Rensis Likert 1932

SÁNCHEZ-MECA, J. Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula abierta ICE Universidad de Oviedo*. 2010.

YAR FRIMPONG, JACOB OLUWOYE, LYNN CRAWFORD. Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study. *Journal of Project Management*. 2001.
