

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

**CAMILO ANDRÉS PACHECO VASCO  
ELIANA CAROLINA VARGAS ARRIETA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2017**

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

**CAMILO ANDRÉS PACHECO VASCO  
ELIANA CAROLINA VARGAS ARRIETA**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director**

**GUILLERMO MEJÍA AGUILAR  
Msc. PhD, Ingeniero Civil.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darnos sabiduría y salud para poder llevar a cabo nuestros estudios y proyectos.

A nuestros padres y familiares por brindarnos su apoyo incondicional, en los buenos y malos momentos durante nuestra carrera universitaria.

A nuestro director, Ingeniero Guillermo Mejía, por todo su tiempo dedicado a asesorarnos durante la realización de nuestro proyecto.

A la Ingeniera Diana Franco Durán, por disponer de su tiempo y dedicación para la realización de este proyecto.

A nuestros compañeros de estudio, por brindarnos su apoyo, motivación y compañía durante nuestra carrera.

## DEDICATORIA

*El presente proyecto va dedicado a Dios, porque sin él nada de esto hubiera sido posible.*

*A mis padres, Camilo y Adíela, por la educación que me brindaron, y por ayudarme de manera incondicional a cumplir mis sueños realidad.*

*A Eliana, por su paciencia y por ser una excelente compañera de trabajo en todo lo que nos propusimos.*

*Camilo Pacheco.*

*Dedico este trabajo a Dios primeramente por guiarme en el transcurso de mi carrera.*

*A mi madre por su orientación, enseñanza y apoyo constante, siendo un ejemplo de superación, sacrificio y perseverancia.*

*A mi padre que desde el cielo me guiara a ejercer mi carrera con excelencia y rectitud*

*A Camilo, por el buen trabajo en equipo, su dedicación y esfuerzo para cumplir nuestro objetivo.*

*A Jorge Sanabria por sus consejos, enseñanzas e incondicional apoyo en todo momento.*

*Eliana Vargas*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	15
1. ANTECEDENTES .....	17
2. MARCO TEÓRICO.....	18
3. METODOLOGÍA.....	19
3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
3.2 PLANIFICACIÓN DE LA REVISIÓN .....	21
3.3 ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....	22
3.4 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS .....	23
3.5 RECOLECCIÓN DE LA EVIDENCIA .....	24
3.6 ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA .....	25
4. PROCEDIMIENTO DE BÚSQUEDA .....	26
4.1 DEFINICIÓN DE LAS FUENTES Y MÉTODOS DE BÚSQUEDA .....	26
4.2 DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	26
4.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	27
4.4 EXTRACCIÓN Y SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS ....	28
4.5 INTERPRETACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	29
5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS.....	30
6. MUESTRA.....	30

7. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	32
8. TÉCNICA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
10. CONCLUSIONES .....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	47

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Organización Primaria de la Información.....	28
<b>Tabla 2.</b> Artículos Seleccionados del tema Magnitud .....	31
<b>Tabla 3.</b> Resumen de los artículos seleccionados tema magnitud .....	31
<b>Tabla 4.</b> Calculo de las medias poblacionales.....	35
<b>Tabla 5.</b> Artículos de proyectos de Construcción .....	36
<b>Tabla 6.</b> Artículos de proyectos de Ingeniería .....	37
<b>Tabla 7.</b> Artículos de proyectos del sector privado .....	38
<b>Tabla 8.</b> Artículos de proyectos del sector público .....	39
<b>Tabla 9.</b> Datos a ingresar a minitab.....	41
<b>Tabla 10.</b> Datos a ingresar a minitab según el sector.....	42

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Análisis Bibliométrico .....	23

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO A.</b> Recolección de la Evidencia.....	48
<b>ANEXO B.</b> Resumen de artículos encontrados del tema magnitud.....	48

## RESUMEN

**TÍTULO:** SOBRECOSTOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA\*

**AUTORES:** CAMILO ANDRES PACHECO VASCO  
ELIANA CAROLINA VARGAS ARRIETA\*\*

**PALABRAS CLAVE:** SOBRECOSTOS, CONSTRUCCIÓN, INGENIERÍA, DESVIACIÓN, COSTOS, REVISIÓN SISTEMÁTICA, META-ANÁLISIS, DESVIACIONES POSITIVAS, DESVIACIONES NEGATIVAS.

### DESCRIPCIÓN:

La gran cantidad de sobrecostos en proyectos de construcción e ingeniería es un problema recurrente que se presenta en los últimos tiempos, existe evidencia a lo largo de las últimas tres décadas, de la presencia de desviaciones de costo y tiempo en la mayoría de los proyectos de construcción, el cual es un problema globalizado.

Con la finalidad de que el trabajo a realizar con la información recolectada en esta investigación pueda representar un aporte objetivo y crítico de la problemática en estudio, se debe usar un procedimiento sistemático que garantice que prime la objetividad por encima de la opinión del investigador.

Para conocer las diferentes formas en que se ha afrontado esta problemática, se requiere realizar la revisión sistemática de los sobrecostos en los proyectos de construcción e ingeniería a lo largo de las tres últimas décadas a nivel mundial, y de esta manera poder definir si son las desviaciones de costos mayores en los proyectos de ingeniería que en los proyectos de construcción. Es por ello que el presente trabajo de investigación se orienta a desarrollar una revisión sistemática de los sobrecostos de proyectos de construcción, para que sirva de evidencia y justificación a futuros proyectos de investigación que van a desarrollarse dentro de esta línea de interés.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Guillermo Mejía Aguilar, Msc. PhD, Ingeniero Civil.

## ABSTRACT

**TITLE:** COST DEVIATIONS IN CONSTRUCTION PROJECTS: A SYSTEMATIC REVIEW\*

**AUTHORS:** CAMILO ANDRES PACHECO VASCO  
ELIANA CAROLINA VARGAS ARRIETA\*\*

**KEYWORDS:** OVERRUN, CONSTRUCTION, ENGINEERING, DEVIATIONS, COSTS, SYSTEMATICAL REVIEW, META-ANALYSIS, OVER BUDGET, UNDER BUDGET.

### DESCRIPTION:

Most of construction and engineering projects have cost overruns, this is an actual problematic, it exists evidence since three decades to the present about deviations of costs and times in construction projects, and it is a globalized problem.

In order that the work to be carried out with the information collected in this research may represent an objective and critical contribution of the problematic under study, a systematic procedure should be used to ensure that objectivity is preferred over the researcher's opinion.

In order to know different ways to solve this problem, it is required to make a systematical review about cost overruns in construction and engineering projects along last three decades worldwide, and be able to define if cost deviations of engineering project are bigger than construction projects are. Because of this the present investigation develops a systematical review about cost overruns of construction projects, to serve as an evidence and justification to future projects of investigation to be developed in this branch of civil engineering. Because the branch of civil engineering is a branch that has many issues to investigate, such as the presence of these cost deviations in construction projects that do not distinguish whether they are from the public or private sector.

---

\* Bachelor Thesis.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Guillermo Mejía Aguilar, Msc. PhD, Ingeniero Civil.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, unos de los problemas que más afectan los proyectos a nivel mundial son los aumentos de sobrecostos durante su ejecución. Por lo general todo proceso inicia sus labores con una investigación muy rigurosa de su entorno con la cual predetermina su función en el medio. La industria de la construcción en su gran mayoría ha sido de las que inicia su proceso de construcción sin antes verificar por lo menos el impacto que ocasionará y bajo la premisa de sus supuestos pretende colocarse en un medio competitivo y real.

Hoy con la gran incidencia de los costos indirectos y comerciales de un proyecto, con la continua variación de precios básicos de los insumos, con el gran porcentaje de imprevistos que se pueden presentar en el proceso de realización de un proyecto, se hace necesario un estudio previo de su viabilidad de tal forma que analicen todos y cada uno de los pro y los contra del proyecto a ejecutar.

A pesar de conocer innumerables estudios y métodos que ayudan a controlar y minimizar los sobrecostos en los proyectos de construcción e ingeniería aún se sigue presentando esta problemática debido a que existe una falta de comprensión exhaustiva y completa de este fenómeno. Por ello se planteó realizar una investigación sobre los sobrecostos a través de artículos publicados en revistas especializadas. Para este proyecto se realizó una revisión sistemática de la literatura publicada entre los años de 1985 hasta el año 2016 sobre las desviaciones de costos en los proyectos de ingeniería y construcción, la cual consistió en un análisis de los estudios originales primarios formando así una herramienta esencial para sintetizar la información científica disponible, incrementar la validez de las conclusiones de estudios individuales e identificar áreas de incertidumbre. Se revisaron artículos de diferentes bases de datos académicas como lo son: Esbco Host, Science Direct, Scopus, Springer, Web of Science, entre otras y mediante

palabras que facilitaron el proceso de búsqueda como: cost overruns, cost underruns, cost deviation, cost growth.

Como resultado de este proceso se encontraron artículos de diferentes ramas de la ingeniería y de distintos sectores de la construcción de los cuales mediante un análisis cualitativo exhaustivo se seleccionaron 21 artículos para posteriormente realizar el análisis cuantitativo con estos artículos y evaluar su calidad y aporte a esta investigación.

## 1. ANTECEDENTES

Dentro de la industria de la construcción el constante incremento en los precios del mercado plantea el problema de cómo mantener las condiciones económicas del contrato y su inicial equilibrio financiero, ya que el proceso inflacionario genera problemas que pueden afectar su buena marcha y ejecución. El problema de los sobrecostos, especialmente en el sector de la construcción, es un fenómeno que se presenta a nivel mundial.

Algunas investigaciones han proporcionado información sobre los diversos factores y causas que influyen en los sobrecostos, sin embargo esto varía de acuerdo al tipo de proyecto, a las prácticas de construcción y a la planificación que se le dé; los cambios en los proyectos son una de las principales causas de sobrecostos, por ejemplo, resultados de varios análisis revelan que los cambios en los requerimientos del cliente son las principales causas de los retrasos en tanto planificación y diseño de fases [1] debido a que estos cambios se emiten normalmente para cubrir las variaciones en el alcance del trabajo, las cantidades de material, errores de diseño, y cambios en los precios unitarios [2] .

Los sobrecostos también son un problema persistente en mega proyectos de diversos sectores. Un estudio de 2011 publicado por Flyvbjerg & Alexander Budzier de la revista Harvard Business Review, se encontró que de una muestra de 1.471 mega proyectos de los Estados Unidos y Europa, la media de los sobrecostos fue del 27 por ciento. Y de cada seis proyectos uno de IT (Tecnología de la información) tuvo un sobrecosto de 200 por ciento, a los que se añaden cientos de millones de dólares en el presupuesto inicial. [3].

## 2. MARCO TEÓRICO

De manera precisa se puede definir el meta-análisis como el análisis estadístico de una gran colección de resultados de trabajos individuales con el propósito de integrar los hallazgos obtenidos [4] o también como la síntesis estadística de los datos de estudios diferentes, pero similares, es decir, estudios comparables, que proporciona un resumen numérico de los resultados globales [5].

Con respecto al concepto de revisión sistemática, en palabras de Last una revisión sistemática es la aplicación de estrategias que limitan la comisión de sesgos al integrar, analizar críticamente y sintetizar todos los estudios relevantes sobre un tópico. El meta-análisis puede, aunque no necesariamente, formar parte de este proceso [6].

Los objetivos a cumplir en esta investigación son los siguientes:

- Evaluar estadísticamente las desviaciones de costo en proyectos de la industria de la construcción con base en la revisión sistemática de literatura publicada desde 1985 hasta 2016.
- Evaluar si las desviaciones de costo en los proyectos de ingeniería son estadísticamente mayores que en los proyectos de construcción.
- Evaluar si las desviaciones de costo en los proyectos públicos son estadísticamente diferentes que en los proyectos privados.

### 3. METODOLOGÍA

El presente estudio desarrolló la metodología del meta-análisis el cual consistió de las siguientes etapas:

#### 3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En esta etapa se estructuro formalmente la idea de investigación estableciendo los límites, identificando la situación del objeto de estudio y ubicando el contexto en los que se desarrollara el proyecto. Una vez analizados todos los factores a considerar se plantearon las preguntas a resolver, “*¿Son las desviaciones de costos mayores en los proyectos de ingeniería que en los de construcción?*” y “*¿Existe diferencia entre los proyectos de los sectores públicos y privados?*” La respuesta a estas preguntas conduciría a una mejor comprensión general de los sobrecostos y sus causas. La pregunta que resume el problema que se va a resolver es el punto de partida para determinar el tema en el que se debe ahondar, *Las desviaciones en los costos* sería el tema global que se revisaría en toda la literatura publicada alrededor del mundo. Para abarcar esta investigación fue indispensable aclarar los conceptos y definiciones básicas y así partir de las mismas al desarrollar dicha investigación.

Los siguientes conceptos fueron definidos de la siguiente forma:

- **Sobrecosto:** Es el aumento de los costos, subestimado o rebasamiento del presupuesto el cual implica inesperados costos incurridos en exceso de las cantidades presupuestadas debido a una subestimación del costo real durante la elaboración de presupuesto. Según Oberlender & Trust (2001), se considera sobrecosto hasta qué punto el costo real puede variar el costo estimado de un proyecto.

- **Desviaciones de costo:** Se refiere a la suma de los costos , incluyendo los costos indirectos, tales como horario de impacto asociado con el rechazo o la reanudación de un proyecto, debido a una desviación de los requisitos establecidos. También puede incluir los costos asociados con la provisión de prestaciones que son más de lo necesario.
- **Costo de línea base:** Costo de proyección realizada a principios de un proyecto, que sirva de referencia punto para todos los posteriores de seguimiento, comparar, y la auditoría. [7]
- **Proyectos públicos:** Son proyectos financiados por un gobierno, están destinados a ser propiedad u operados por ese gobierno, agencias gubernamentales pueden tener una mano en una serie de otros proyectos a través de la provisión de préstamos u otros medios de ayuda financiera, pero no se consideran incluidos en proyectos públicos a pesar de que el público tiene una participación en ellos. La mayoría de los proyectos públicos relacionan con el trabajo de un gobierno hace para cumplir un fin público, y por lo general se incluyen cosas tales como la reparación y construcción de carreteras, construcción de edificios públicos, escuelas, e incluso parques públicos.[8]
- **Proyectos privados:** Son proyectos en los que hay una participación de empresas privadas, se producen muchas veces junto al sector público u otra entidad, puesto que este en ocasiones no cuenta con el capital para desarrollar los proyectos.[9]
- **Proyectos de Construcción:** Según los artículos se denominan proyectos de construcción los siguientes tipos de proyectos; construcción de una vivienda (edificio, casa, colegios, entre otros)
- **Proyectos de Ingeniería:** Según los artículos se denominan proyectos de ingeniería los siguientes tipos de proyectos; túneles, autopistas, puentes, entre otros.

### 3.2 PLANIFICACIÓN DE LA REVISIÓN

Esta etapa tiene como propósito específico definir los parámetros más importantes que serán tomados en cuenta cuando se lleve a cabo la revisión. Se debe establecer las razones que justifican llevarla a cabo, la manera en que se hará la búsqueda de trabajos y la forma en que éstos serán revisados, finalmente, se evaluará la planificación realizada. Para esto es importante considerar lo siguiente:

- **Identificación de la necesidad de la revisión.**

La necesidad de una revisión sistemática surge del requerimiento de un investigador de resumir toda la información existente sobre algún fenómeno interés de manera rigurosa e imparcial, con el objeto de iniciar otras actividades de investigación futuras. Antes de emprender una revisión sistemática, el investigador debe asegurarse de que ésta es necesaria. En particular, es recomendable identificar y analizar cualquier revisión sistemática existente acerca del fenómeno de interés con un criterio de evaluación apropiado. ¿Cuáles son los objetivos de la revisión? ¿Qué fuentes fueron buscadas para identificar estudios primarios? ¿Había alguna restricción? ¿Qué criterios se incluyeron o excluyeron y cómo fueron aplicados? ¿Qué criterios fueron usados para evaluar la calidad de los estudios primarios y cómo fueron aplicados? ¿Cómo fueron extraídos los datos de los estudios preliminares? ¿Cómo fueron sintetizados los datos? ¿Cómo se diferencian los estudios investigados? ¿Cómo fueron combinados los datos? ¿Era razonable combinar los estudios?

Con lo anterior, también se deben identificar claramente los recursos con que inicialmente se cuenta para llevar a cabo la revisión (por ejemplo: Internet, revistas electrónicas de acceso público o restringido, actas de congresos, etc.). Esta planificación puede variar conforme se avance en la investigación ya que pueden

aparecer nuevos recursos, como por ejemplo: acceso a investigaciones recientes, una nueva suscripción o la adquisición de libros. [10]

### **3.3 ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO**

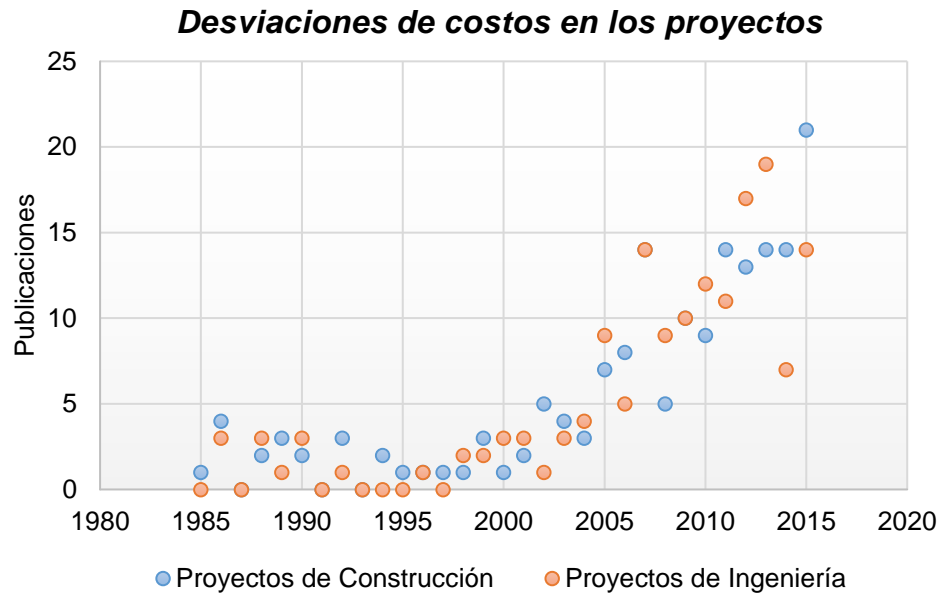
Para medir la actividad científica se viene empleando indicadores bibliométricos, basados en el análisis estadístico de los datos cuantitativos proporcionados por la literatura científica y técnica.

Se emplean de una parte para analizar el tamaño, crecimiento y distribución de la bibliografía científica a fin de mejorar las actividades de información, documentación y comunicación científica y de otra parte para llegar a conocer los mecanismos de la investigación científica como actividad social, así como de la estructura y dinámica de los colectivos de investigadores que producen y utilizan dicha literatura [11].

Se puede definir como indicadores bibliométricos, los parámetros que se usan para determinar el crecimiento de cualquier campo de la ciencia, según la variación cronológica del número de trabajos publicados, la productividad de los autores o instituciones, medida por el número de sus trabajos y colaboraciones entre los científicos o instituciones, número de autores por trabajo o centros de investigaciones que colaboran.

Para el desarrollo de esta investigación se realizó un análisis bibliométrico de las publicaciones relacionadas con las desviaciones de costo en proyectos de ingeniería y construcción desde 1980 hasta 2016 mediante la base de datos Scopus como se observa en la figura 1, se puede evidenciar el crecimiento que ha tenido este fenómeno desde el año 2005 hasta la fecha.

**Figura 1.** Análisis Bibliométrico



### 3.4 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

En esta fase se definieron los objetivos que se quieren alcanzar, como se llevara a cabo el estudio, las variables importantes relacionadas con la temática. Una vez hecho esto, los objetivos quedaron planteados de la siguiente manera:

**Objetivos:**

- Evaluar estadísticamente las desviaciones de costo en proyectos de la industria de la construcción con base en la revisión sistemática de literatura publicada desde 1985 hasta 2016.
- Evaluar si las desviaciones de costo en los proyectos de ingeniería son estadísticamente mayores que en los proyectos de construcción.
- Evaluar si las desviaciones de costo en los proyectos públicos son estadísticamente diferentes que en los proyectos privados.

### 3.5 RECOLECCIÓN DE LA EVIDENCIA

En el proceso de aceptar o refutar una hipótesis, la evidencia se relaciona con la deducción, que es el acto de obtener una conclusión sobre la base de observaciones o experimentos. Sin embargo, la evidencia científica es evidencia que no depende de la deducción por lo tanto permite a otros investigadores examinar las suposiciones empleadas y ver si estas evidencias son relevantes para apoyar o refutar la hipótesis planteada.

Para esta etapa se buscaron las diferentes fuentes información que brindaban los artículos científicos relacionados con el tema. Las bases de datos que se utilizaron fueron las siguientes:

- Science Direct
- Springer
- Web of Science
- ASCE
- Taylor & Francis
- El Sevier
- EBSCO
- Emerald Insight

Entre otras, mediante estas bases de datos y con diferentes palabras claves relacionadas al tema de investigación las cuales fueron:

- Cost estimating/estimates
- Cost underruns/underbudget
- Cost overruns/overbudget
- Cost growth
- Cost escalation
- Cost estimation/control

- Cost analysis
- Cost deviations
- Cost Effectiveness
- Cost Performance

Los artículos que se encontraron se eligieron de la siguiente manera; primero se leyó el título del proyecto, si este tenía alguna relación a la temática se procedía a leer el resumen del artículo y ver si este tenía información relevante y por último se descargaron los artículos para un análisis más exhaustivo. Una vez finalizada la búsqueda se obtuvieron 431 artículos relacionados con el tema. La recolección de la evidencia se tuvo los criterios inclusión mencionados anteriormente además de que la literatura publicada estuviese entre los años de 1985 hasta 2016, que los proyectos encontrados fueran proyectos de ingeniería y construcción y por último que la información encontrada fuesen artículos científicos. El criterio de exclusión que se utilizó fue: primero si los artículos no se podían descargar, segundo si los estudios realizados se encontraban en idiomas diferentes al español o inglés, y por último que la información encontrada fuese de libros, blogs y editoriales.

### **3.6 ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA**

Una vez recogida la información para la investigación, se debe analizar la evidencia encontrada y ver si su información aporta a la investigación. Mediante la herramienta de Excel se codificaron los artículos, para ver la información más clara y ordenada, de cada artículo se extrajo información, una vez codificados los artículos, se evalúan la calidad de estos.

## **4. PROCEDIMIENTO DE BÚSQUEDA**

### **4.1 DEFINICIÓN DE LAS FUENTES Y MÉTODOS DE BÚSQUEDA**

Ya definida la pregunta de investigación, la revisión se inicia con una búsqueda exhaustiva de la literatura publicada. En esta fase se limita al máximo los sesgos de información. La búsqueda debe contemplar al máximo las bases de datos posibles en las que pudieran registrar al máximo artículos publicados.

La búsqueda en las bases de datos se realiza utilizando técnicas específicas que se basan en la identificación de palabras claves y el uso de filtros metodológicos. Para esto se realizó una capacitación sobre los recursos electrónicos con lo que contaba la Universidad Industrial de Santander y la manera correcta de realizar la búsqueda de acuerdo a los criterios de investigación.

Esta búsqueda se realizó en base al protocolo de búsqueda definido y sobre los recursos de información disponibles. Es importante señalar aquí que los protocolos pueden ser mejorados a medida que avanza la revisión, ya que se puede encontrar con que la definición inicial no sea suficiente.

### **4.2 DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN**

El protocolo de revisión especifica los métodos que serán usados para emprender la revisión sistemática. El disponer de un protocolo predefinido contribuye a evitar los prejuicios del investigador. La idea es impedir, en la medida de lo posible, que la selección de los estudios individuales pueda estar guiada por las expectativas del investigador. Durante esta etapa se realiza la revisión de cada uno de los estudios encontrados y que potencialmente pueden ser incluidos en la revisión. Se deben definir las normas de revisión a seguir, los criterios de exclusión e inclusión que

serán empleados, la estrategia de extracción de datos y finalmente la estrategia de síntesis [10].

Una vez extraída la información de los estudios primarios, el siguiente paso es seleccionar de entre estas solo las que cumplan con los requisitos de investigación. Con estos criterios se busca asegurar que exista coherencia entre el tema de estudio y la pregunta que se pretende contestar. En gran medida esta fase se puede llevar a cabo revisando los resúmenes de los artículos, sin necesidad de disponer de los textos completos, sin embargo, si el artículo sirve para la investigación es necesario tener el texto completo para leerlo puesto que puede tener más información importante que aporte a la investigación.

#### **4.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

Se deben señalar las características de los estudios para ser incluidos o excluidos. Como base para los criterios de inclusión pueden exponerse los siguientes aspectos relevantes: el tipo de diseño metodológico del estudio, el tamaño de la muestra de cada estudio, el año de publicación del estudio. Ello debe probarse revisando la validez de cada estudio en forma individual, aplicando algún método de análisis crítico. Se excluirán aquellos estudios que, a pesar de contener los términos de búsqueda o combinación de ellos, no contienen información relevante sobre el tema o no abordan los tópicos de nuestro interés. Se incluirán todos aquellos trabajos o estudios que aborden el tema de la magnitud de la desviación de los sobrecostos en las bases de datos con las que se cuentan.

#### 4.4 EXTRACCIÓN Y SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS

El paso siguiente es extraer y sintetizar los resultados relevantes de cada estudio. Para esto es necesario utilizar técnicas que permitan expresar los resultados en unidades comunes y combinar cuantitativamente los resultados para obtener una estimación común para la asociación o efecto que se está estudiando. Este tipo de síntesis cuantitativa se conoce como meta análisis. La manera como se organizaron los datos fue mediante la herramienta de Excel en la que se extrajo información importante de cada artículo como se evidencia en la Tabla 1 para una mejor interpretación y análisis de los datos.

**Tabla 1.** Organización Primaria de la Información

Información del Artículo								
ID	Título	Autor 1	Revista	Año	Tipo	Base Datos	Idioma	Clase
437	How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?	Bent Flyvbjerg	Transport Reviews	2003	1	Taylor & Francis	English	1,2

Por cada estudio seleccionado, se realiza una lectura con el objeto de extraer datos para esta investigación, en 2 etapas:

**Etapas 1:** En esta se debe leer el resumen, introducción, trabajos relacionados, conclusión y referencias. Donde se obtenga la siguiente información:

- A qué comunidad está orientado el artículo.
- Cuáles son sus contribuciones (según los autores).

- Cuáles son las posibles consecuencias de las contribuciones (Aplicaciones directas, nuevas técnicas, nuevas áreas de investigación, etc.).

**Etapas 2:** Se leen los preliminares y el cuerpo del artículo, esto permite:

- Incluir en forma detallada la información que necesitemos para nuestra revisión.
- Comprender un experimento, los fundamentos de un marco de trabajo, las características de un modelo, etc.

En esta etapa se extrae la información de interés en los estudios siguiendo el procedimiento del protocolo de revisión. Se escribió un resumen de cada estudio. Además, se registró la información necesaria para la gestión, como la relativa a la bibliografía para mantener los datos más relevantes de cada estudio revisado. En cada artículo se registró sobre su impreso, su contenido más relevante a la investigación.

#### **4.5 INTERPRETACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Los hallazgos de los estudios individuales deben ser agrupados para producir una gráfica sobre la efectividad. Algunas veces esta agregación es cualitativa pero usualmente es cuantitativa, usando la técnica conocida como meta-análisis. Ya obtenida la información de diferentes fuentes y buscadores, se realizó un gráfico para evidenciar de manera clara cuantos artículos se habían recopilado según el tema de investigación y así proceder a evaluar la calidad de esos artículos. En el anexo A, se muestran los artículos encontrados por cada investigador y una vez aplicado el criterio de selección con cuantos se quedó cada uno.

## **5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS**

Es importante registrar con todo rigor y detalle las características relevantes mediante un formato predeterminado. El registro debe incluir escalas o criterios preestablecidos para definir la validez de los estudios. La evaluación de la calidad de los estudios individuales que se incluyen en las revisiones sistemáticas es necesaria para limitar los sesgos, formarse una idea más precisa de las potenciales comparaciones y guiar la interpretación de los resultados. La calidad es difícil de definir, pero una dimensión de la calidad está relacionada con la validez de los hallazgos generados por el estudio y el aporte que estos realizaron.

## **6. MUESTRA**

Una vez recolectada y evaluada la calidad de los estudios y centrándose en el tema principal de esta investigación la magnitud de los sobrecostos se encontró que entre los artículos recogidos 107 aportaban datos a esta investigación.

Como se muestra en la tabla 2 y tabla 3 de ocho diferentes investigadores y de diversas bases de datos se obtuvieron 107 artículos relacionados a la magnitud de los sobrecostos, a partir de estos se encontró cuales revistas científicas habían publicado más artículos, las bases de datos que más aportaron a la investigación y la creciente de publicaciones científicas a partir del año 2000 como se evidencia en el anexo B.

**Tabla 2.** Artículos Seleccionados del tema Magnitud

<b>Buscador</b>	<b>Recolectados</b>	<b>Duplicados</b>	<b>Tema</b>		<b>Total</b>
			<b>No</b>	<b>Inconsistente</b>	
			<b>descargables</b>		
Eliana	4	0	0		4
Julián	15	1	1		13
Silvia	23	1	0		22
Camilo	12	0	0		12
Sully	4	0	0		4
Diana	52	0	0		52
Guillermo	9	0	0		9
Andrea	3	0	0		3
<b>Total</b>	<b>122</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>119</b>

**Tabla 3.** Resumen de los artículos seleccionados tema magnitud

<b>Tema</b>	<b>No</b>			<b>Total</b>
	<b>Recolectados</b>	<b>Duplicados</b>	<b>descargables</b>	
<b>Magnitud</b>				
Grupo	119	12	0	107

## 7. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

En la búsqueda de recolección de información durante el proceso investigativo fue necesario tener claro los temas que guiarían a ésta investigación, para así definir que variables se deben tener en cuenta al momento de discriminar los artículos según la información que contenían.

Es importante identificar las variables a considerar de acuerdo a los conceptos operacionales y conceptuales planteados. Acorde a lo dicho anteriormente para esta investigación se plantearon las siguientes variables:

- Desviaciones de costo
- Tipos de proyectos
- Sector del proyecto

Al definir las variables a analizar en cada uno de los 107 artículos que arrojó la investigación inicial, se procede a agrupar cuales de estos 107 artículos se ajustan a las variables de interés de la investigación, lo que dio como resultado un total de 21 artículos, los cuales cumplen satisfactoriamente las necesidades de la investigación y es el punto de partida para poder probar las hipótesis mediante un análisis estadístico.

En este proceso se leyó cada uno de los artículos para saber si eran de proyectos de ingeniería o de construcción y a su vez del sector público o privado.

## 8. TÉCNICA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Teniendo los datos numéricos de las tablas recolectadas de los 21 artículos, se prosiguió a comprobar las hipótesis planteadas al comienzo de la investigación, para esto se hizo uso de la estadística inferencial la cual permite no solo la estimación de parámetros sino también la comparación de hipótesis que se están analizando. Para aceptar o rechazar una hipótesis es necesario una prueba estadística que se ajuste a los datos con los que se cuenta.

Los datos recolectados presentan una distribución normal, son datos independientes entre sí, aleatorios, se puede considerar como una muestra pequeña teniendo en cuenta que el número de artículos en estudio es inferior a 30, por estas razones se decide que la prueba que más se ajusta a los datos de la investigación es la prueba de T de Student ya que la aplicación en la inferencia estadística se utiliza para estimar y probar una media y una diferencia de medias (independientes).

Para aplicar la prueba de t de Student es necesario plantear de manera inicial dos hipótesis, una de ellas la nula y la otra es la alterna, para nuestra investigación se tiene en cuenta dos hipótesis alternas, que son:

**Hipótesis 1:** La desviación en los proyectos de ingeniería es mayor que la de los proyectos de construcción.

**Hipótesis 2:** La desviación de los proyectos privados difiere de la desviación de los proyectos públicos.

Una vez planteadas las hipótesis es necesario determinar el nivel de significancia o el rango de aceptación de la hipótesis alterna, para el caso de proyectos de investigación es recomendable usar un nivel de significancia de 0.05 lo cual nos da un intervalo de confianza del 95%.

Como datos necesarios para el uso de la prueba de t de Student, necesitamos calcular la media, desviación estándar, y el tamaño de cada muestra para cada tipo de proyecto, de acuerdo a las siguientes ecuaciones.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^r n_i \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^r n_i} \quad (1)$$

$$s^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^r n_i} \sum_{i=1}^r n_i s_i^2 + \frac{1}{\sum_{i=1}^r n_i} \sum_{i=1}^r n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

Siendo:

n: tamaño de la muestra

$\bar{x}$ : media de la muestra

$s^2$ : varianza

Después de haber calculado las medias, desviaciones y tamaño de las muestras totales de los 21 artículos seleccionados se procede a calcular el valor de la media poblacional ( $\mu$ ) para esto debemos saber valor estadístico t student, mediante las tablas de distribución t de student lo cual indica que para tamaños de muestras mayores a 120 y con un alpha medios de 0.025 se obtiene un t student de 1.96 en la tabla 4 se muestra los limites superiores e inferiores calculados con la ecuación 3 de algunos de los artículos seleccionados, ya obtenido este valor se calcula la media poblacional con la siguiente ecuación:

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha} \sqrt{\frac{s}{n}} \quad (3)$$

Donde:

$\mu$ : media poblacional

$\bar{x}$ : media de la muestra

s: desviación estándar

n: tamaño de la muestra

**Tabla 4.** Calculo de las medias poblacionales

ID	Proyectos	Sector	Media	DS	N	Límite Inferior	Limite Superior
437	Ingeniería	Privado	27,6	37,5	258	22,99	32,16
441	Ingeniería	Publico	1,06	0,24	1860	1,05	1,07
442	Ingeniería	Privado	9,32	25,9	601	7,24	11,39
490	Construcción	Privado	4,74	8,79	41	2,05	7,44

Posterior a esto y mediante la herramienta Minitab se comprueba las hipótesis planteadas los datos a ingresar fueron calculados en la herramienta de Excel con las formulas propuestas anteriormente en las tablas 5, 6, 7 y 8 se muestran los tamaños de muestras (N), medias (X) y desviaciones estándar (SD) de los proyectos de ingeniería, construcción y de los sectores públicos y privados.

**Tabla 5.** Artículos de proyectos de Construcción

<b>No.</b>	<b>Nombre del Artículo</b>	<b>N</b>	<b>X</b>	<b>SD</b>
111	Causas de los cambios presupuestarios en la construcción de proyectos de construcción: Un Estudio Empírico en Taiwán	3	5,05	
120	Comparación de planificación del pre-proyecto para edificios verdes y convencionales	123	2,02	0,50
151	Comparación de rendimientos de proyectos de diseño y construcción, métodos de diseño, licitación y construcciones de gran tamaño de proyectos de vivienda públicos en Corea	27	1,16	0,07
490	La exactitud del riesgo de estimación de costos para proyectos de infraestructura hidráulica: evidencia preliminar de proyectos australianos	41	4,74	8,79
522	Análisis comparativo de la ejecución de proyectos de rendimiento de costo en las escuelas públicas del Noreste pacifico	228	5,53	15,34
526	Sobrecostos en proyectos de Construcción en Malasia: Una percepción más profunda.	359	2,05	27,94
527	Magnitud de los costos de Construcción y programación en proyectos de obra pública	363	2,95	6,63
		<b>1144</b>	<b>3,11</b>	<b>17,62</b>

**Tabla 6.** Artículos de proyectos de Ingeniería

<b>No</b>	<b>Nombre del Artículo</b>	<b>N</b>	<b>X</b>	<b>SD</b>
6	Un análisis del rendimiento de costos de construcción de la infraestructura de transporte en Eslovenia	36	123,39	
98	Características de los sobrecostos en los proyectos de la infraestructura de transporte en Holanda y la importancia de la decisión de construir y proyectar las fases	78	7,21	27,23
159	Modificación de proyectos de Infraestructura Civil: Determinación de las predicciones de costo	115	11,59	13,74
194	Una evaluación internacional comparativa de los sobrecostos de construcción en la infraestructura eléctrica	401	66,32	123,27
311	Riesgo sistemático de la construcción, estimación de costos y los movimientos del precio unitario	36	19,06	45,96
437	¿Qué tan frecuentes y qué grandes son los sobrecostos en los proyectos de infraestructura de transporte?	258	27,58	37,53
441	Análisis de mínimos cuadrados de tres fases de tiempo y exceso de costo en contratos de construcción	1860	1,06	0,24
442	Sobrecostos en sociedades del sector público y privado: Hacia la sostenibilidad y rehabilitación del mantenimiento vial	601	9,32	25,98
508	Evaluación de sobrecostos utilizando métodos de control estadístico de los procesos de pavimentación de asfalto	219	4,00	10,93

558	Comportamiento en términos de demoras y sobrecostos de la construcción de infraestructura pública en Colombia	109	13,48	26,34
562	Diferentes costos de rendimiento: ¿diferentes factores determinantes? El caso de sobrecostos en proyectos de infraestructura de transporte en Holanda	78	21,97	52,77
		<b>3791</b>	<b>13,81</b>	<b>49,45</b>

**Tabla 7.** Artículos de proyectos del sector privado

No	Nombre del Artículo	N	X	SD
120	Comparación de planificación del pre-proyecto para edificios verdes y convencionales	123	2,02	0,50
159	Modificación de proyectos de Infraestructura Civil: Determinación de las predicciones de costo	115	11,59	13,74
437	¿Qué tan frecuentes y qué grandes son los sobrecostos en los proyectos de infraestructura de transporte?	258	27,58	37,53
442	Sobrecostos en sociedades del sector público y privado: Hacia la sostenibilidad y rehabilitación del mantenimiento vial	601	9,32	25,98
490	La exactitud del riesgo de estimación de costos para proyectos de infraestructura hidráulica: evidencia preliminar de proyectos australianos	41	4,74	8,79
526	Sobrecostos en proyectos de Construcción en Malasia: Una percepción más profunda	359	2,05	27,94

559	Riesgo, Innovación, infraestructura eléctrica y subestimación de los costos de Construcción: Comprobación de seis hipótesis	401	66,32	123,26
		<b>1898</b>	<b>22,03</b>	<b>66,03</b>

**Tabla 8.** Artículos de proyectos del sector público

No	Nombre del Artículo	N	X	SD
6	Un análisis del rendimiento de costos de construcción de la infraestructura de transporte en Eslovenia	36	123,39	
98	Características de los sobrecostos en los proyectos de la infraestructura de transporte en Holanda y la importancia de la decisión de construir y proyectar las fases	78	7,21	27,23
100	Elección de métodos de contrato apropiados para proyectos de diseño y construcción	334	7,29	3,98
111	Causas de los cambios presupuestarios en los proyectos de construcción: Un estudio empírico en Taiwán	3	5,05	
151	Comparación de rendimientos de proyectos de diseño y construcción, métodos de diseño, licitación y construcciones de gran tamaño de proyectos de vivienda públicos en Corea	27	1,16	0,07
194	Una evaluación internacional comparativa de los sobrecostos de construcción en la infraestructura eléctrica	401	66,32	123,27

311	Riesgo sistemático de la construcción, estimación de costos y los movimientos del precio unitario	36	19,06	45,96
441	Análisis de mínimos cuadrados de tres fases de tiempo y exceso de costo en contratos de construcción	1860	1,06	0,24
494	Determinación de la probabilidad de los sobrecostos en los proyectos	276	12,23	21,27
508	Evaluación de sobrecostos utilizando métodos de control estadístico de los procesos de pavimentación de asfalto	219	4,00	10,93
522	Análisis comparativo de la ejecución de proyectos de rendimiento de costo en las escuelas públicas del Noreste pacifico	228	5,53	15,34
527	Magnitud de los costos de Construcción y programación en proyectos de obra pública	363	2,95	6,63
558	Comportamiento en términos de demoras y sobrecostos de la construcción de infraestructura pública en Colombia	109	13,48	26,34
562	Diferentes costos de rendimiento: ¿diferentes factores determinantes? El caso de sobrecostos en proyectos de infraestructura de transporte en Holanda	78	21,97	52,77
		<b>4048</b>	<b>11,49</b>	<b>46,29</b>

## 9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este proyecto muestran que una vez aplicada la revisión sistemática, se comprueba su efectividad al integrar de forma objetiva y sistemática los resultados de los artículos encontrados. Para dar un aporte significativo a investigaciones futuras se plantearon dos hipótesis las cuales mediante la distribución estadística t de student se comprobó si se aceptaba o rechazaba las hipótesis planteadas.

**Hipótesis 1:** La desviación en los proyectos de ingeniería es mayor que la de los proyectos de construcción.

Para dar solución a esta hipótesis se ingresaron los datos de proyectos de ingeniería y construcción, como se muestran en la tabla 9, estos datos fueron:

**Tabla 9.** Datos a ingresar a minitab

<b>Tipo</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación</b>
Construcción	1144	3,11	17,62
Ingeniería	3791	13,81	49,45

Teniendo en cuenta el intervalo de confianza del 95% y comprobando si las desviaciones de los sobrecostos en los proyectos de ingeniería son mayores que en los proyectos de construcción minitab arrojó la siguiente información:

Diferencia =  $\mu (1) - \mu (2)$

Estimación de la diferencia: -10,704

IC de 95% para la diferencia: (-12,581. -8,827)

Límite superior 95% de la diferencia: -9,129

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -11,18 Valor p = 0,000 GL = 4820

Con lo cual se puede concluir que con un intervalo de confianza del 95% se acepta la hipótesis alterna, es decir los sobrecostos en los proyectos de ingeniería son mayores a los sobrecostos generados por los proyectos de construcción.

**Hipótesis 2:** La desviación de los proyectos privados difiere de la desviación de los proyectos públicos.

Para dar solución a esta hipótesis se ingresaron los datos de proyectos del sector público y privado, como se muestran en la tabla 10, estos datos fueron:

**Tabla 10.** Datos a ingresar a minitab según el sector

<b>Sector</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación</b>
Públicos	4048	11,49	46,29
Privados	1898	22,03	66,03

Teniendo en cuenta el intervalo de confianza del 95% y comprobando si existe diferencia de las desviaciones entre los proyectos del sector público y privado minitab arroja la siguiente información:

Diferencia =  $\mu (1) - \mu (2)$

Estimación de la diferencia: -10,55

IC de 95% para la diferencia: (-13,84. -7,25)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -6,27 Valor p = 0,000 GL = 2802

Según los datos arrojados se puede concluir que con un intervalo de confianza del 95% se acepta la hipótesis alterna, es decir existe diferencia significativa de las desviaciones de costos entre los proyectos del sector público y privado.

## 10. CONCLUSIONES

Los proyectos que se definieron como proyectos de ingeniería en esta investigación son proyectos con mayores alcances y cierto grado de dificultad mayor que los proyectos de construcción, razón por la cual tienen mayor incertidumbre al momento de hacer estimaciones iniciales a la ejecución de los proyectos. Se puede concluir que el grado de dificultad y la incertidumbre de un proyecto son directamente proporcional a los sobrecostos que pueda tener este proyecto, ya que habrá factores de diferentes tipos difíciles de controlar y predecir. Basado en el análisis estadístico realizado en esta investigación se puede afirmar que son mayores las desviaciones en costos para los proyectos de ingeniería que para los proyectos de construcción, mediante la prueba de t de Student.

Como bien se sabe proyectos públicos y privados, se distinguen en que cada uno tiene distintas fuentes de patrocinio, y cada una de las fuentes de financiamiento vela por sus intereses particulares, los proyectos públicos son proyectos que al ser financiados por dineros o fondos del gobierno requieren cierta precisión y compromiso que aseguren un bajo sobrecosto en la ejecución de los proyectos ya que cada gobierno distribuye sus fondos monetarios en diferentes proyectos que se ejecutan al mismo tiempo, es decir, el gobierno tiene menos dinero para cubrir posibles sobrecostos, mientras que las empresas del sector privado podrían sortear mejor estos imprevistos. Con el análisis estadístico realizado en esta investigación se encontró que si existen diferencias del comportamiento de las desviaciones de costos al comparar sector público y privado.

Los sobrecostos han afectado los proyectos de infraestructura durante décadas. Por este motivo se ha querido dejar la idea de usar un método para orientar proyectos relacionados con la investigación. Particularmente utilizando el método conocido como revisión sistemática, ya que este constituye una muy buena herramienta para

combinar los resultados de diferentes estudios, ayuda al desarrollo de proyectos que promuevan la investigación utilizando este enfoque, ya que resulta muy beneficioso para el trabajo conjunto entre alumnos y docentes e investigadores. Sin duda las revisiones sistemáticas están ejerciendo un importante papel en la acumulación del conocimiento científico y, en consecuencia, se han convertido en un instrumento para ayudar en la toma de decisiones de cualquier ámbito profesional.

Los procedimientos sistemáticos como los descritos en este artículo garantizan la calidad y las posibles contribuciones de la revisión. Se desea lograr que este artículo ofrezca una visión general, directrices y recursos que promuevan la adopción de las metodologías.

Los estudios bibliométricos tienen por objeto el tratamiento y análisis cuantitativo de las publicaciones científicas, suministrando herramientas útiles y objetivas en los procesos de evaluación de los resultados de la actividad científica. Estos sirven para conocer la producción científica de los investigadores, la actividad científica de un país, los autores más productivos, el envejecimiento de la ciencia, y evaluar las actividades y políticas científicas, evaluar a los académicos y a los centros universitarios, entre otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] YANG, J., & WEI, P. Causes of Delay in the Planning and Design Phases for Construction Projects. *Journal of Architectural Engineering*. 2010, p. 80–83.

[2] ALNUAIMI, A., TAHA, R., AL MOHSIN, M., & AL-HART, A. Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2010, p. 615–622.

[3] Flyvbjerg, B., and Budzier. Why your IT project may be riskier than you think. *Harvard Business Review*. 2011, p. 601–603.

[4] Glass, G.V. Primary, secondary, and metaanalysis of research. *Educational Researcher*. 1976, 10, p. 3-8.

[5] Chalmers, I., Hedges, L.V. y Cooper, H. A brief history of research synthesis. *Evaluation and the Health Professions*. 2002, 25, p. 12-37.

[6] Last, J.M. *A dictionary of epidemiology*. Oxford, UK: Oxford University Press. 2001.

[7] NOA National Outsourcing Association. Glossary of Sourcing Terms. [En línea] [http:// www.gsa-uk.com/files/772.pdf](http://www.gsa-uk.com/files/772.pdf) [25 de Noviembre de 2016].

[8] What is a public project? [En línea] <http://www.wisegeek.com/what-is-a-public-project.htm> [27 de Noviembre de 2016]

[9] What is Private Sector Participation? [En línea] <http://www.wisegeek.com/what-is-private-sector-participation.htm> [27 de Noviembre de 2016]

[10] Análisis y revisión de la literatura en el contexto de proyectos de fin de carrera: Una propuesta, <https://users.dcc.uchile.cl/~mmarin/revista-sccc/sccc-web/Vol6/CCESC08.pdf> [Consultado 2 de Diciembre de 2016]

[11] Sancho Rosa. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista española de documentación científica*. Vol. 13, Nº 3-4, 1990, p. 842-865.

## BIBLIOGRAFÍA

MAKOVŠEK, Dejan; TOMINC, Polona and LOGOŽAR, Klavdij. A cost performance analysis of transport infrastructure construction in Slovenia. *Journal Transportation*. 2012, p.197–214, ISSN: 0049-4488.

S.M, AbouRizk; G.M, Babey and G, Karumanasseri. Characteristics of cost overruns for Dutch transport infrastructure projects and the importance of the decision to build and project phases. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2012, p. 49–56

QING, Chen; BO, Xia; ZHIGANG, Jin and PENG, Wu. Choosing Appropriate Contract Methods for Design-Build Projects. *Journal of Management in Engineering*. 2016, p. 1-7, Vol. 32, ISSN: 1943-5479

JYH-BIN, Yang and CHIEN-CHUNG, Chen. Causes of Budget Changes in Building Construction Projects: An Empirical Study in Taiwan. *Engineering Economics*. 2014, p. 1-21, Vol. 60

YOUNGCHEOL, Kang; CHANGWAN, Kim and HYOJOO, Son. Comparison of Preproject Planning for Green and Conventional Buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2013, p. 1-9, Vol. 139

HYE-SUNG, Park; DONGHOON, Lee; SUNKUK, Kim. Comparing Project Performance of Design-Build and Design-Bid-Build Methods for Large-sized Public Apartment Housing Projects in Korea. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. 2015, p. 323-330, Vol. 14

LOVE, Peter E. D; EDWARDS, David J and WATSON, Hunna. Rework in Civil Infrastructure Projects: Determination of Cost Predictors. *Transport Policy*. 2010, p. 1-8, Vol.136

SOVACOOOL, Benjamin and GILBERT, Alex. An international comparative assessment of construction cost overruns for electricity infrastructure. *Energy research y social science*. 2014, p. 152–160, Vol. 3

MAKOVŠEK, Dejan. Systematic construction risk, cost estimation mechanism and unit price movements. *Transport Policy*. 2014, p. 135–145, Vol. 35

FLYVBJERG, Bent; SJAMRIS HOLM, Metter K and BUHL, Soren L. How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Reviews*. 2003, p. 1-88, Vol. 23

BHARGAVA, Abhishek; ANASTASOPOULOS, Panagiotis Ch. and LABI, Samuel. Three-Stage Least-Squares Analysis of Time and Cost Overruns in Construction Contracts. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2010, p. 1-12, Vol. 136

ANASTASOPOULOS, Panagiotis Ch; HADDOCK, John E. and PEETA, Srinivas. Cost Overrun in Public-Private Partnerships: Toward Sustainable Highway Maintenance and Rehabilitation. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2014, p. 1-9, Vol. 140

LIU, Li; and NAPIER, Zigrid. The accuracy of risk-based cost estimation for water infrastructure projects: preliminary evidence from Australian projects. *Construction Management and Economics*. 2010, p. 89-100, Vol. 28

LOVE, Peter E. D; WANG, Xiangyu; SING, Chun-pong and TIONG, Robert L. K. Determining the Probability of Project Cost Overruns. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2013, p.1-10, Vol. 139

NASSAR, Khaled M.; NASSAR, Walid M. and HEGAB, Mohamed Y. Evaluating Cost Overruns of Asphalt Paving Project Using Statistical Process Control Methods. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2005, p. 1-6, Vol. 139

ROJAS, Eddy M. and KELL, Ian. Comparative Analysis of Project Delivery Systems Cost Performance in Pacific Northwest Public Schools. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2008, p. 1-11, Vol. 134

SHEHU, Zayyana; ENDUT, Intan Rohani; AKINTOYE, Akintola and HOLT, Gary D. Cost overrun in the Malaysian construction industry projects: A deeper insight. *International Journal of Project Management*. 2014, p. 1471–1480, Vol. 32

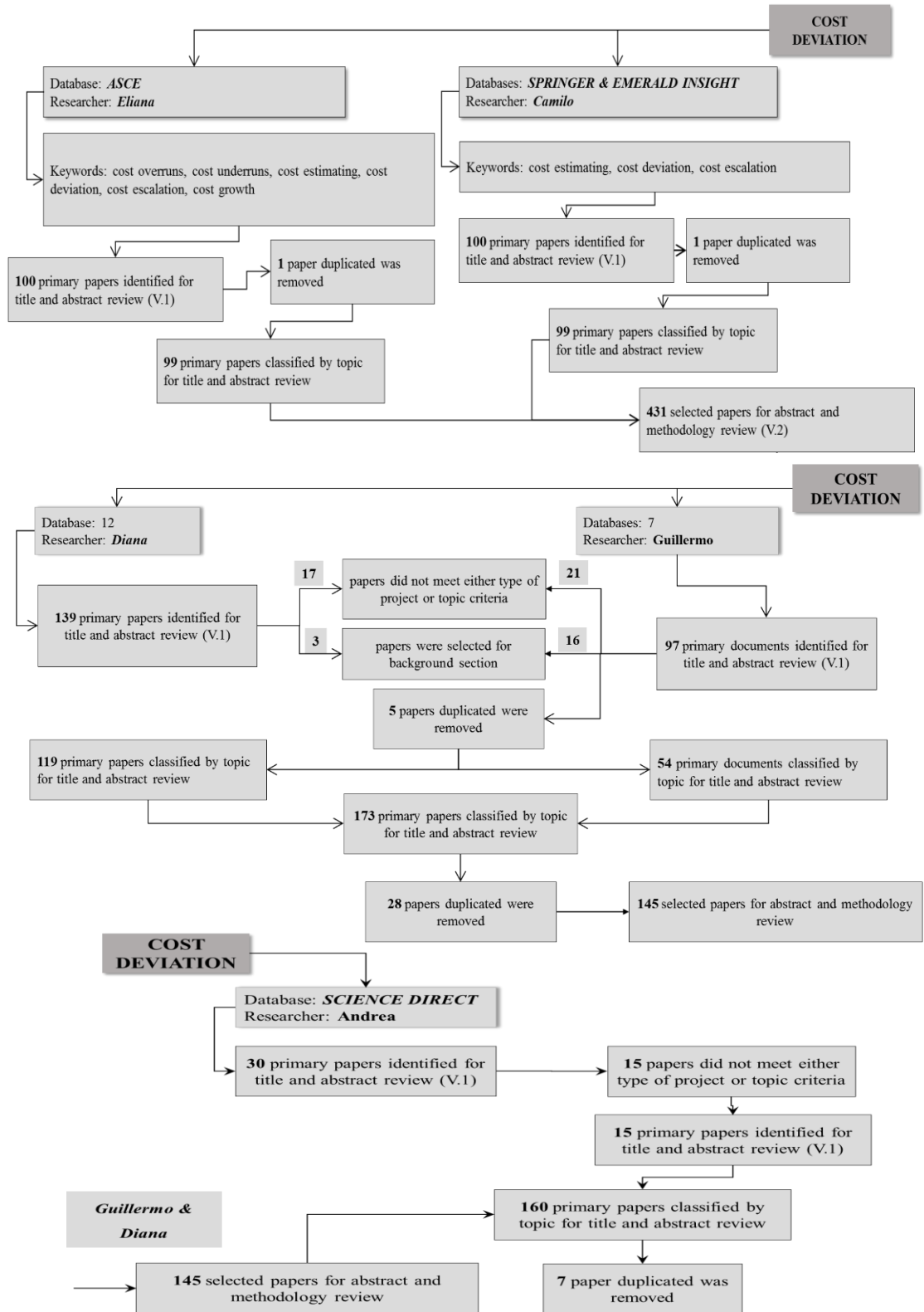
SHRESTHA, Pramen P; BURNS, Leslie A. and SHIELDS, David R. Magnitude of Construction Cost and Schedule Overruns in Public Work Projects. *Journal of Construction Engineering*. 2013, p. 1-9. Vol. 2013

Vallejo Borda, Jose Agustin; Gutiérrez-Bucheli, Laura Andrea; Pellicer, Eugenio y Ponz-Tienda, José Luis. Behavior in terms of delay and cost overrun of the construction public infrastructure in Colombia. Sibragec Elagec. 2015, p. 1-9, ISBN: 978-85-67169-04-0

SOVACOOOL, B.K; GILBERT, A and NUGENT, D. Risk, innovation, electricity infrastructure and construction cost overruns: Testing six hypotheses. Energy. 2014, p. 906–917, Vol. 74

CANTARELLI, C.C; VANWEE, B; MOLIN, E.J.E. and FLYVBJERG, B. Different cost performance: different determinants? The case of cost overruns in Dutch transport infrastructure projects. Transport Policy. 2012, p. 88-95, Vol. 22

## ANEXO A. RECOLECCIÓN DE LA EVIDENCIA



## ANEXO B. RESUMEN DE ARTÍCULOS ENCONTRADOS DEL TEMA MAGNITUD

