

**Pasantía de investigación en el Grupo Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas:
apoyo en la identificación de los factores de atraso en proyectos de construcción según su
ubicación geográfica**

Camilo Andrés Céspedes Benavides

Trabajo de Grado para Optar el título de ingeniero civil

Director

Omar Giovanni Sánchez Rivera

Magister en Ingeniería Civil

Codirector

Karen Milady Castañeda Parra

Ingeniera civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2019

Dedicatoria

A Dios por permitirme llegar hasta este punto poniendo experiencias en mi camino que me han llevado a ser quien soy hoy.

A mi madre, la mujer que me da fuerzas para mejorar cada día con su gran amor.

A mi padre (QEPD), por cuidarme desde lejos y siempre creer que lograría grandes cosas.

A mi hermano Cristian, mi héroe y modelo a seguir, por siempre guiarme en cada una de las etapas de mi vida celebrando mis victorias y consolando mis derrotas.

A mis hermanos Ardey y Maria Isabel, quienes siempre cuidaron de mis pasos y apoyaron mis proyectos.

A mis mejores amigos, por enseñarme el valor de la amistad y demostrar que la sangre no hace a la familia.

A Paula, gracias por ese amor incondicional que me motiva y acompaña en esta etapa tan importante de mi vida.

También agradezco,

Al Grupo de investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas, por abrirme sus puertas y permitirme formar como el profesional que siempre soñé ser.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Objetivos	15
1.1. Objetivo General	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. Marco Teórico.....	16
2.1. Factores de atraso según la ocurrencia.....	16
2.1.1. Factores de atrasos independientes	17
2.1.2. Factores de atrasos concurrentes	17
2.2. Factores de atraso según el efecto.....	17
2.2.1. Factores de atrasos críticos.....	18
2.2.2. Factores de atrasos no críticos.....	18
2.3. Factores de atraso Según las partes.....	18
2.3.1. Atraso no excusable	18
2.3.2. Atraso excusable	19
3. Metodología	23
4. Resultados	30
4.1. Categorización de factores de atraso.....	30

4.2.	Definición de categorías de factores de atraso.....	31
4.2.1.	Ambiental	32
4.2.2.	Locación de sitio	32
4.2.3.	Mano de obra.....	32
4.2.4.	Equipo	32
4.2.5.	Material	33
4.2.6.	Dueño	33
4.2.7.	Ingeniería, diseño y planeación.....	33
4.2.8.	Aspectos del contrato	34
4.2.9.	Contratista & subcontratista	34
4.2.10.	Gestión del proyecto.....	34
4.2.11.	Aspectos financieros y de costos	34
4.2.12.	Economía	35
4.2.13.	Político.....	35
4.2.14.	Tiempo.....	35
4.2.15.	Control.....	35
4.2.16.	Comunicaciones y relaciones interpersonales	36
4.2.17.	Características del proyecto.....	36
4.2.18.	Legal	36
4.2.19.	Seguridad	36
4.2.20.	Factores externos	37
4.3.	Factores de atraso clasificados.....	37

4.4.	Análisis temporal factores de atraso	41
4.5.	Análisis geográfico factores de atraso	44
4.6.	Análisis global factores de atraso	48
5.	Conclusiones	50
	Referencias Bibliográficas	52

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Jerarquía de los tipos de atraso.	20
Figura 2. Proceso de selección de artículos.	25
Figura 3. Distribución de artículos según continente de procedencia.	26
Figura 4. Distribución de artículos según año.	26
Figura 5. Distribución de artículos según revista donde se publica.	27
Figura 6. Proceso metodológico desarrollado por la investigación.	29
Figura 7. Distribución de factores de atraso según época de estudio.	43
Figura 8. Distribución de factores de atraso en África.	46
Figura 9. Distribución de factores de atraso en América.	46
Figura 10. Distribución de factores de atraso en Asia.	47
Figura 11. Distribución de factores de atraso en Europa.	47
Figura 12. Distribución de factores de atraso en Oceanía.	48

Lista de Cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Categorías de factores de atraso.	31
Cuadro 2. Factores de atraso clasificados.	37
Cuadro 3. Top 5 factores de atraso según época de estudio.....	42
Cuadro 4. Top 5 factores de atraso según continente de procedencia.	44
Cuadro 5. Ranking factores de atraso.....	48

Lista de Apéndices

(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)

Apéndice A. Base de datos revisión sistemática

Apéndice B. Puntuación factores de atraso por categoría

RESUMEN

TÍTULO: PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN EN EL GRUPO GEOMÁTICA, GESTIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS: APOYO EN LA IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE ATRASO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN SEGÚN SU UBICACIÓN*

AUTOR: CAMILO ANDRÉS CÉSPEDES BENAVIDES**

PALABRAS CLAVE: FACTORES DE ATRASO, PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN, REVISIÓN SISTEMÁTICA, TIPOS DE ATRASO

DESCRIPCIÓN:

Los proyectos de infraestructura vial y edificación son un medio de progreso para la sociedad alrededor del mundo, allí se involucran diferentes disciplinas y desarrollan numerosas actividades; debido a esto se presentan problemas de diversa naturaleza donde destacan los factores de atraso los cuales se presentan como uno de los problemas más importantes dado que hacen necesaria, en la mayoría de los casos, una extensión de tiempo para lograr la finalización del proyecto propuesto generando sobrecostos para las partes involucradas, por lo que se ve comprometido su éxito y la satisfacción del cliente. De acuerdo con esto, surge la necesidad de estudiar los diferentes factores de atraso para comprender qué son, los motivos por los que se presentan y cómo se clasifican. En el presente estudio se hace uso de la metodología de revisión sistemática para identificar investigaciones alrededor del mundo donde se haya tratado el tema durante los años 1985 a 2017 encontrando 60 artículos enfocados en listar los factores más influyentes para cada caso de estudio en diferentes países. Se propusieron 20 categorías caracterizadas por los investigadores involucrados encontrando 168 factores de atraso estudiados por los diferentes autores a través de revisiones de literatura, encuestas y estadísticas. Dichos factores fueron clasificados y analizados determinando los más influyentes según su año de publicación y continente de procedencia.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Omar Giovanny Sánchez Rivera, Magister en Ingeniería Civil.

ABSTRACT

TITLE: RESEARCH INTERNSHIP IN THE GEOMATICS GROUP, MANAGEMENT AND OPTIMIZATION OF SYSTEMS: SUPPORT IN THE IDENTIFICATION OF DELAY FACTORS OF CONSTRUCTION PROJECTS ACCORDING TO THEIR LOCATION*

AUTHOR: CAMILO ANDRÉS CÉSPEDES BENAVIDES**

KEYWORDS: CONSTRUCTION PROJECTS, DELAY FACTORS, SYSTEMATIC REVIEW, TYPES OF DELAY

DESCRIPTION:

Road infrastructure and building projects are important means of progress for society around the world, different disciplines are involved and numerous activities are carried out on this projects; due to this, problems of different nature arise, highlighting delay factors which are one of the most important problems since they make necessary, in most cases, an extension of time to achieve the completion of the proposed project generating cost overruns for the parties involved, compromising their success and customer satisfaction. According to this, there is a need to study the different delay factors in order to understand what they are, the reasons why they are presented and how are they classified. In the present study, the methodology of systematic review is used to identify investigations around the world where this issue was treated during the years 1985 to 2017, 60 articles were found focused on listing the most influential factors for each case of study in different countries. 20 characterized categories were proposed by the researchers involved, finding 168 delay factors studied by the different authors through literature reviews, surveys and statistics. These factors were classified and analyzed, determining the most influential according to their year of publication and continent of origin.

*Bachelor Thesis

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Omar Giovanny Sánchez Rivera, Magister en Ingeniería Civil.

Introducción

La industria de la construcción juega un papel muy importante en el panorama global dado su alto impacto en el desarrollo de los países, se relaciona estrechamente con la política y la economía. Sin embargo, (Mahamid, 2013) afirma que “esta industria tiene características que la distinguen de otros sectores de la economía” (p.721). Debido a esto, “la construcción es compleja e incierta, entre otras cosas, porque las funciones de diseño y producción en el proceso de construcción suelen estar separadas y realizadas por diferentes profesionales u organizaciones que trabajan de forma independiente” (A.A. Oladapo, 2013, p.35). Dadas estas condiciones, surgen problemas que no se pueden desconocer o ignorar debido a su alto impacto. Uno de estos problemas son los atrasos, definidos como “el tiempo excedido ya sea más allá de la fecha de finalización especificada en un contrato, o más allá de la fecha que las partes acordaron para la entrega de un proyecto”(Assaf & Al-Hejji, 2006, p.349). Este problema se presenta mucho y está asociado con casi todos los proyectos en la industria de la construcción (Koushki & Kartam, 2004). (independientemente de si se ejecuta en un país desarrollado o en uno donde se tenga una economía en desarrollo (Kaliba, Muya, & Mumba, 2009).). Puesto que no es fácil de controlar, (Sweis, 2013) plantea que “no hay ningún elemento en particular de los proyectos que sea el único responsable de los factores de atraso” (p.120). En vista de que si los cronogramas del proyecto no cumplen sus metas planificadas, se puede ver comprometida la satisfacción del cliente (Kaliba et al., 2009). Por esto, las partes involucradas en proyectos de construcción establecen como medida de éxito el cumplir las metas y objetivos según lo prescrito en el plan del proyecto, es decir, cumplir el desempeño técnico requerido, ajustarse a su cronograma

planificado y lograr mantenerse dentro de los costos presupuestarios (Frimpong, Oluwoye, & Crawford, 2003). “No obstante, para disgusto de los propietarios, contratistas y consultores, muchos proyectos experimentan grandes retrasos” (Enshassi, Al-Najjar, & Kumaraswamy, 2009, p.126). Para el propietario, un atraso significa pérdida de ingresos. En algunos casos, para el contratista, un atraso significa mayores costos generales y pérdidas económicas (Assaf & Al-Hejji, 2006). “Dentro del panorama actual donde existe un entorno económico altamente competitivo, la necesidad de completar proyectos de construcción dentro del costo estipulado, el marco de tiempo y las expectativas de desempeño esperadas es cada vez más importante” (Senouci, Ismail, & Eldin, 2016, p.368). y todas las partes ahora buscan la eficiencia en la implementación del proyecto (Olawale & Sun, 2010), (S Meeampol S O Ogunlan, 2006). (Gündüz, Nielsen, & Özdemir, 2012) propone que como primer medida de control, se comprenda qué son los factores de atraso, cómo identificar los factores que puedan generar atrasos y categorizarlos, producto de esto se evidencia que un número considerable de estudios de investigación a través de los años han abordado el problema de los atrasos (Bhargava, Anastasopoulos, Labi, Sinha, & Mannering, 2010).

El proyecto presentado contiene una revisión sistemática enfocada en la identificación de factores de atraso según su ubicación geográfica y tiempo de estudio de proyectos de infraestructura vial y edificación cumpliendo los objetivos propuestos de organizar un conjunto de factores de atraso y clasificarlos en categorías discretas y caracterizadas, identificar los factores más influyentes según cada clasificación de importancia reportada y analizar su comportamiento (Kaming, Olomolaiye, Holt, & Harris, 1997).

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Apoyar el proceso de identificación de los factores de atrasos en proyectos de infraestructura vial y edificaciones según ubicación geográfica, mediante la metodología de revisión sistemática entre los años 1985-2017.

1.2. Objetivos Específicos

Organizar un conjunto de factores de atrasos de proyectos de construcción con base en la ubicación geográfica reportada y documentos obtenidos en el proceso de revisión sistemática.

Seleccionar los factores de atrasos en proyectos de construcción de mayor incidencia en las regiones geográficas (América, Europa, Asia, Oceanía y África) estudiadas, a partir de las clasificaciones de importancia reportadas en la literatura.

Describir el comportamiento de los factores de atrasos de proyectos de construcción, según la ubicación geográfica y el año de reporte.

2. Marco Teórico

Para interpretar todo lo realizado dentro del proceso de revisión sistemática se hace necesario definir qué son los factores de atraso y sus tipos, esto con el objetivo de interpretar óptimamente la información, para esto se tienen en cuenta diferentes fuentes bibliográficas que catalogadas como “Background” ya que muestran claridad de los conceptos de los tipos de atraso que se presentan en los proyectos de construcción, de esta forma se plantea que un atraso es un evento que ralentiza el progreso de un proyecto como se programó extendiendo el tiempo que acordaron las partes para la entrega. (Ahmed, Azhar, Castillo, & Kappagantula, 2002) sostiene que este contratiempo “Es conocido como el problema más común, costoso, complejo y arriesgado en los proyectos de construcción” (p.4).

Dado que los atrasos se traducen en costos adicionales para el propietario y el contratista; cada vez que se producen, las partes deben determinar qué tipo se ha presentado (Fertitta, Nedinsky, & Gilmore, 2016) para identificar la solución del problema se han definido algunos tipos de atrasos: según su ocurrencia, efecto o responsabilidad de las partes de la construcción (Abd, 2015).

2.1. Factores de atraso según la ocurrencia

Los atrasos se pueden clasificar según su ocurrencia en atrasos independientes o concurrentes.

2.1.1. Factores de atrasos independientes. Es un atraso que se produce como resultado de causas relacionadas con un tipo de atraso o una de las partes contratantes, ya sea el contratista o el propietario.

2.1.2. Factores de atrasos concurrentes. “Los atrasos concurrentes consisten en dos o más atrasos independientes que ocurren o se superponen al tiempo como resultado de diferentes causas, cualquiera de los dos podría afectar la fecha de finalización del proyecto” (Muhammed, 2016, p.8). Existen tres condiciones en los atrasos concurrentes que se determine el derecho a recibir extensiones de tiempo o compensación por daños:

Si se producen atrasos excusables y no excusables al mismo tiempo, solo se otorga una extensión de tiempo al contratista.

Si se producen simultáneamente atrasos compensables y no compensables, el contratista tiene derecho a una extensión de tiempo, pero no compensación por daños.

Si se producen dos atrasos compensables al tiempo, el contratista tiene derecho a una extensión de tiempo y compensación por daños.

2.2. Factores de atraso según el efecto

El atraso en algunas actividades puede resultar en una demora en la finalización general del proyecto y en otras actividades puede no tener impacto en su finalización. En otras palabras, el atraso se puede clasificar en dos categorías principales de acuerdo con el efecto en el cronograma:

2.2.1. Factores de atrasos críticos. Los atrasos que resultan en prolongación de los tiempos de finalización del proyecto se conocen como retrasos críticos.

2.2.2. Factores de atrasos no críticos. Los atrasos no críticos son aquellos incurridos fuera de la ruta crítica que no comprometen el rendimiento final del proyecto a menos que no se tomen medidas correctivas (Asiedu & Alfen, 2016).

Decidir si un atraso es crítico o no crítico es el primer paso en el análisis para determinar su naturaleza y si se debe a compensar o no a alguna de las partes.

2.3. Factores de atraso Según las partes

Este tipo de atraso se divide en dos categorías principales, atraso excusable y no excusable. Excusa al contratista para que desempeñe sus labores dentro del período del contrato y justifica una extensión de tiempo para realizarlo.

2.3.1. Atraso no excusable. (Gardezi, Manarvi, & Gardezi, 2014) Sostiene que “los atrasos que son causadas únicamente por el contratista o sus proveedores se llaman atrasos no excusables” (p.198).

2.3.2. Atraso excusable. Los atrasos excusables son eventos o impactos que retrasan las fechas de finalización del proyecto y resultan de cualquier problema fuera del control del contratista, pueden ser compensables o no compensables según la situación (Gardezi et al., 2014).

“Un atraso compensable es un atraso en el cual el contratista tiene derecho a una compensación adicional. Con respecto a los retrasos excusables y no excusables, solo los retrasos excusables pueden ser compensados” (Muhammed, 2016, p.7).

Los retrasos no compensables son causados por terceros o incidentes fuera del control tanto del propietario como del contratista, por lo que los contratistas no reciben compensación si se produce este tipo de atraso.

La Figura 1 evidencia la jerarquía de los tipos de atraso que se presentan en los proyectos de construcción siguiendo la estructura propuesta por Trauner (como se citó en Asiedu & Alfen, 2016).

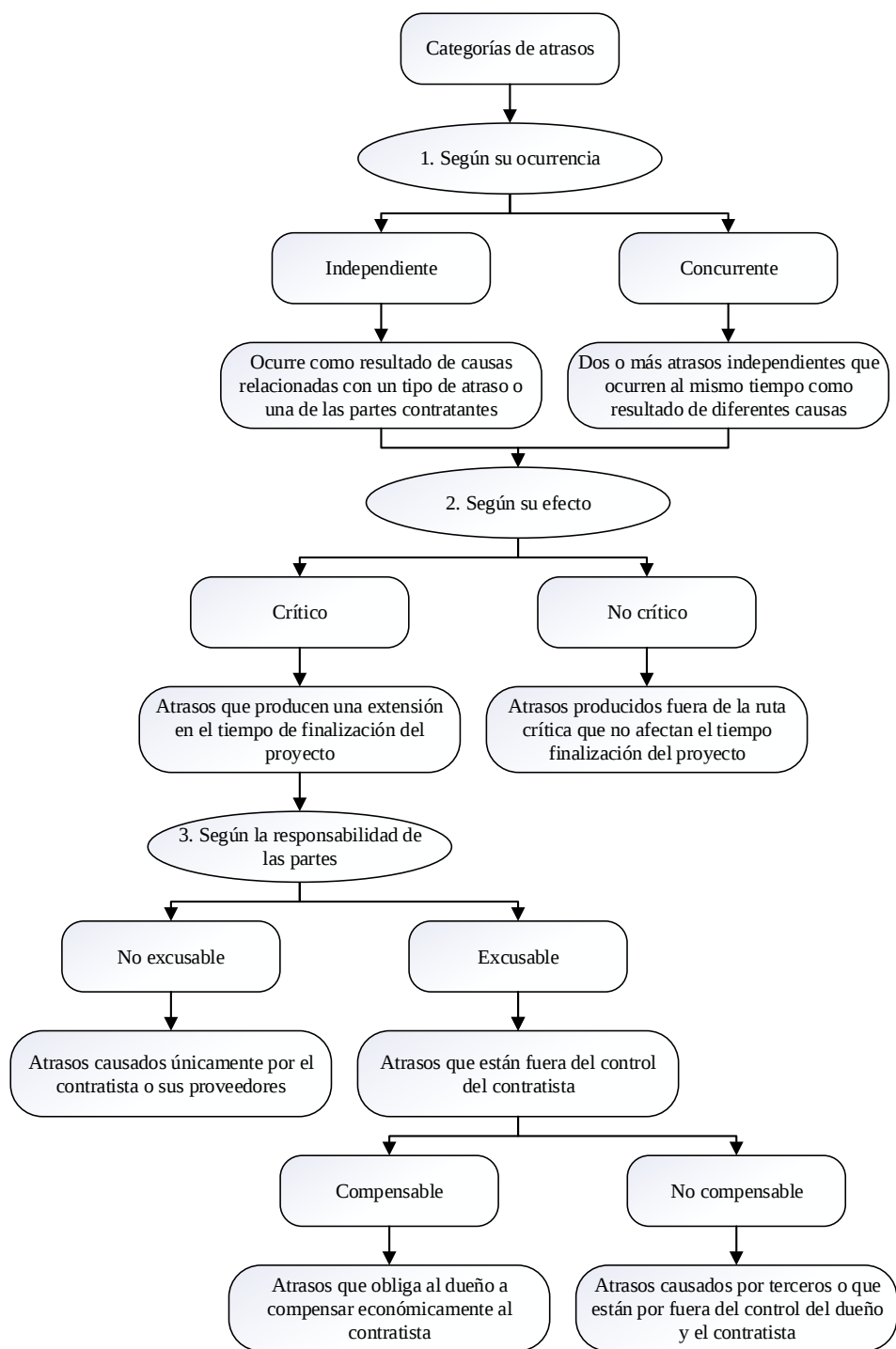


Figura 1. Jerarquía de los tipos de atraso.

Posterior al proceso de revisión sistemática para los años 1985 a 2017 donde se creó la “Lista A” comprendida por 60 artículos de 35 diferentes revistas reconocidas y se caracterizó cada una de las evidencias encontradas identificando aspectos como: título, autores, revista donde se publicó, base de datos donde se halló, año de publicación, país y continente de procedencia (ver Apéndice A).

Con el fin de fundamentar las clasificaciones de factores de atraso a proponer, se realizó una búsqueda de precedentes dentro de los artículos hallados por la revisión sistemática, con esto se encontraron evidencias donde se proponen diferentes clasificaciones que sirvieron como base para la propuesta final de categorías, algunos de los artículos tomados en cuenta para esto se mencionan a continuación:

(Marzouk & El-Rasas, 2014) publicado por la revista Journal of Advanced Research trata el caso de Egipto realizando revisiones de literatura para obtener una lista de factores de atraso y someterlas a encuestas con expertos en la construcción, determinando mediante estadística los factores más importantes para su posterior análisis y clasificación dentro de categorías propuestas por el autor.

(Aziz & Abdel-Hakam, 2016) publicado por la revista Alexandria Engineering Journal en 2016 para estudio en Egipto recopila factores de atraso a través de revisión de literatura junto con categorías de factores de atraso, realiza encuestas a expertos de la construcción de diferente clase (consultores, técnicos, contratistas, dueños) para establecer puntos de vista de las partes involucradas en la construcción encontrando rankings para cada una, las categorías usadas son: “Equipment related group”, “Design related group”, “Contractor related group”, “Material related group”, “Contract related group”, “Consultant related group”, “Financing related group”.

“Site related group”, “Scheduling and Controlling related group”, “Owner related group”, “Contractual relationship related group”, “Labor related group”, “Project related group”, “External related group”, “Rules & regulations related group”.

(Timothy, Oladinrin, Adeniyi, & Eboreime, 2013) publicado por Journal of Construction in Developing Countries analiza factores de atraso en proyectos de construcción en Nigeria proponiendo 8 categorías de factores de atraso, las describe mencionando sus aspectos generales, clasifica los factores obtenidos a través de cuestionarios a consultores y contratistas y realiza un ranking de categorías de atraso más influyentes de acuerdo con lo obtenido en su investigación. Las cinco categorías más influyentes en orden descendente son: “Contractor”, “Equipment”, “Client”, “Material”, “Finance”.

(Sambasivan & Soon, 2007) publicado por la revista International Journal of Project Management para Malasia identifica 28 causas de atraso en proyectos desarrollados en la región gracias a encuestas desarrolladas con clientes, consultores y contratistas, posteriormente clasifica cada uno de estos factores de atraso en las categorías que más se ajustan de acuerdo al caso teniendo así las siguientes categorías: “Client related causes”, “Contractor related causes”, “Consultant related causes”, “Material related causes”, “Labor and equipment category causes”, “Contract related causes”, “Contract relationships related causes”, “External causes”.

(Fugar & Agyakwah-Baah, 2010) publicado por la revista Australasian Journal of Construction Economics and Building en el año 2010 contiene un caso de estudio para los proyectos de construcción de Ghana propone las siguientes categorías: “Material”, “Manpower”, “Equipment”, “Financing”, “Environmental”, “Changes”, “Government action”, “Contractual relations”, “Scheduling and controlling techniques” y determina que la categoría “Financing” es

la más influyente gracias a encuestas realizadas a personas involucradas en proyectos de construcción y analizadas mediante índices de importancia al igual que rankea los factores de atraso uno por uno según la perspectiva de los clientes, contatistas y consultores.

(Chan & Kumaraswamy, 1997) publicado por la revista *International Journal of Project Management* toma una lista de factores de atraso realizada por otra investigación y encuesta a expertos de la construcción con experiencia en proyectos de China para determinar cuáles de esos factores son los más influyentes para los proyectos de la región, posteriormente los clasifica dentro de las siguientes categorías: “project-related”, “client-related”, “design team- related”, “contractor-related”, “materials”, “labour”, “plant/equipment”, “external factors”.

3. Metodología

El presente estudio abarca como objetivo principal de la investigación una revisión sistemática de artículos que contienen factores de atraso en proyectos de infraestructura vial y edificación de acuerdo con su ubicación geográfica apoyado en la metodología desarrollada por (Lo, Fung, & Tung, 2006) y (Venkateswaran & Murugasan, 2017). En su primera etapa, se formularon diferentes preguntas a ser respondidas tales como “¿qué factores de atrasos se presentan en los proyectos de construcción en cada uno de los continentes del mundo?”. Para responder las

preguntas formuladas, se postularon objetivos claros y se establecieron criterios de búsqueda y selección de artículos enfocados en cumplir dichos objetivos.

Dentro de las etapas de la revisión sistemática se identifica como una etapa crítica la selección de bases de datos, el periodo de investigación y selección de las palabras claves para configurar los criterios de búsqueda de artículos. Como resultado de este proceso, se creó la primera lista de artículos conocida como “Lista C”. Sólo se tomaron en cuenta artículos publicados entre 1985 y 2017 y se usaron las palabras clave: “Time delay”, “Delay causes”, “Delay factors”, “Delay effects”, “Time overrun”, “Construction project”. Las bases de datos en las que se realizó la búsqueda fueron: American Society of Civil Engineers (12 Art.), Canadian Center of Science and Education (2 Art.), Penerbit USM (2 Art.), ELSEVIER (13 Art.), Emerald Insight (4 Art.), ResearchGate (1 Art.), Springer (5 Art.), Taylor & Francis (8 Art.) y Other (14 Art.).

La “Lista C” conformada por 110 muestras, en primera instancia contiene artículos con ideas claras sobre qué son los factores de atraso en proyectos de construcción y cómo se clasifican, pero no cuáles pueden ocurrir en algún sitio en específico o factores que puedan ser clasificados para su posterior análisis, por lo tanto 22 artículos clasificados como “Background” se eliminaron de la lista conformando la “Lista B” con 88 artículos, estas evidencias representan el 80% del total de artículos encontrados. Posteriormente, se redujo el número de muestras tomando en cuenta los artículos que contienen ranking de factores de atraso de algún país, el 75% de la “Lista B” creó una lista final con 60 artículos para ser leída y analizada en su totalidad recibiendo el nombre “Lista A”, el proceso simplificado de selección de artículos se observa en la Figura 2.

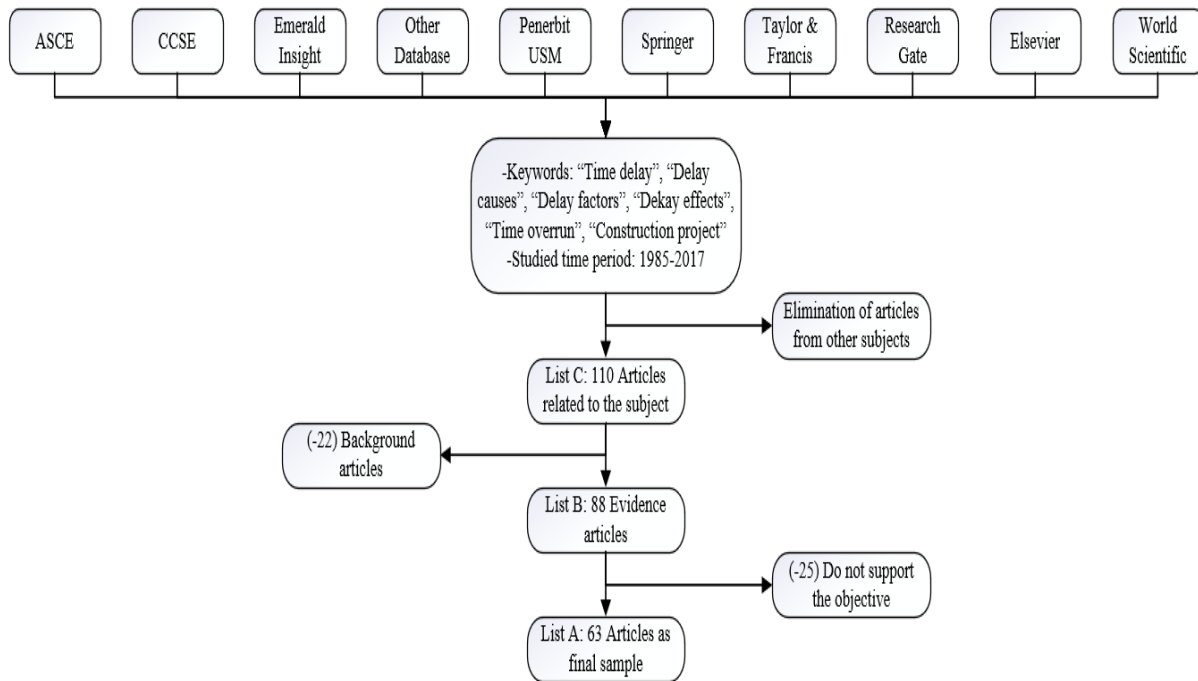


Figura 2. Proceso de selección de artículos.

Con los artículos de la “Lista A” se extrajo información sobre su año de publicación, país y continente de procedencia y revista en la que fue publicado con el fin de interpretar las investigaciones que se han llevado a cabo en el mundo. La Figura 3 muestra la participación de cada continente con respecto a las evidencias analizadas por la investigación y la Figura 4 resume los años en los que se publicaron artículos.

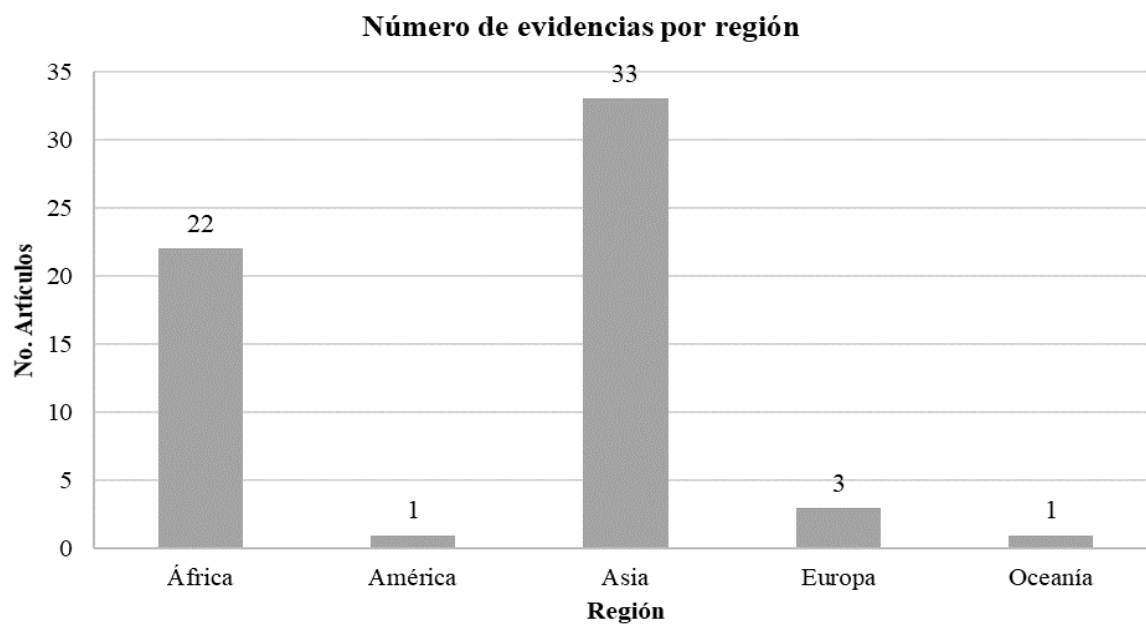


Figura 3. Distribución de artículos según continente de procedencia.



Figura 4. Distribución de artículos según año.

Los principales revistas en las que se encontraron evidencias son: “International Journal of Project Management” (6 artículos), “Construction Management and Economics” y “Journal of Management in Engineering” (5 artículos), “Journal of Construction Engineering and Management” (4 artículos) y “Journal of Construction in Developing Countries”, “KSCE Journal of Civil Engineering” y “Procedia Engineering” con 3 artículos cada uno. Así mismo, otras revistas contaron con 1 o 2 artículos, la Figura 5 muestra la lista de revistas con su cantidad de publicaciones sobre el tema tratado.

NÚMERO DE EVIDENCIAS POR REVISTA

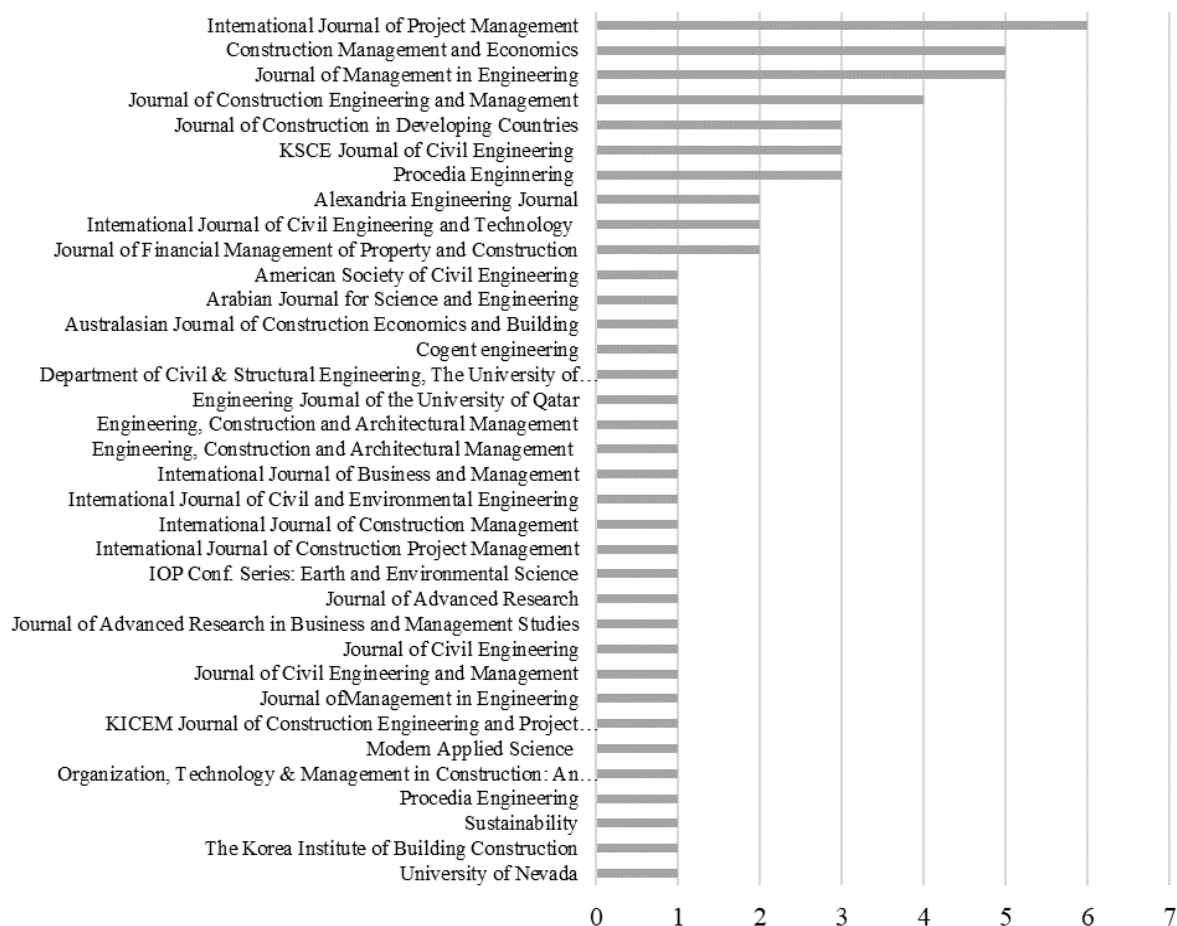


Figura 5. Distribución de artículos según revista donde se publica.

Se realizó un detallado análisis de cada evidencia perteneciente a la muestra final con el fin de identificar los factores de atraso identificados en cada uno de los artículos al igual que lo presentado por (Aziz & Abdel-Hakam, 2016). Para el presente estudio se tomaron en cuenta las evidencias que tuviesen un ranking de los factores más influyentes para su caso de estudio, de forma que una vez hallados se hizo necesario proponer grupos caracterizados que clasificaran cada uno de estos factores y así analizarlos tomando en cuenta los parámetros de su continente de procedencia y año de publicación agrupando épocas de estudio. El proceso completo y desglosado de la metodología adaptada de lo desarrollado por (Saieg, Sotelino, Nascimento, & Caiado, 2017) se encuentra en la Figura 6.

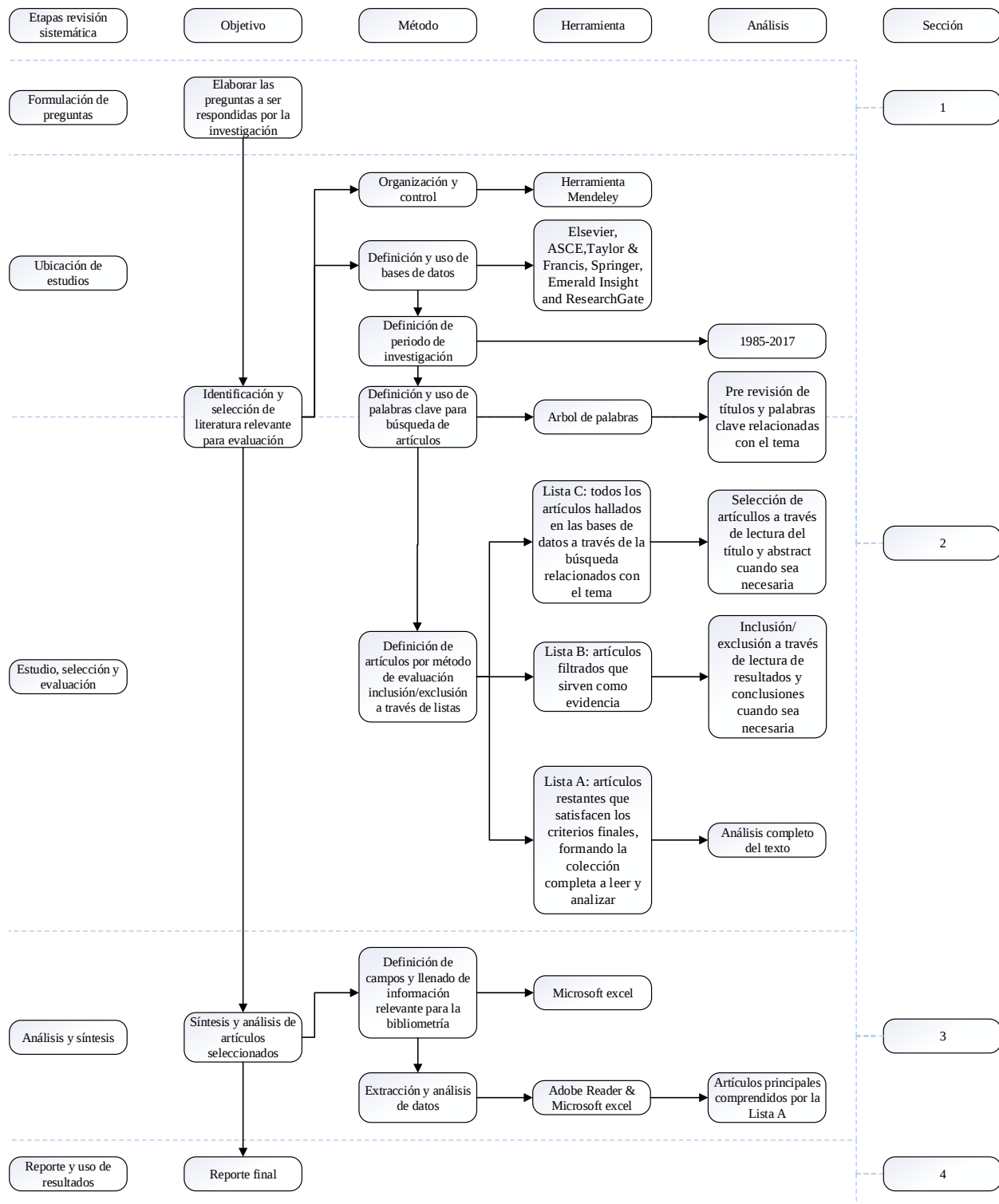


Figura 6. Proceso metodológico desarrollado por la investigación.

Nota: Adaptado de (Saieg et al., 2017, p.7) Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: a systematic review.

Dentro del análisis de las evidencias de la “Lista A” se identificaron diferentes clasificaciones de factores de atraso propuestas por los autores, esto sirvió como base para elaborar la muestra final de clasificaciones adicional al trabajo realizado por los investigadores involucrados en el estudio cuyo criterio sirvió para definir 20 categorías, para esto se analizaron diferentes aspectos relacionados con los proyectos tales como elementos presentes durante la ejecución, particularidades del proyecto, responsabilidad de las partes y etapas generales en las que se divide el desarrollo del proyecto de construcción identificando puntos críticos donde se pueden presentar atrasos. Cada factor de atraso se analizó según estos criterios identificando generalidades de los factores e inclinación de cada factor hacía alguno de los criterios expuestos a través de la revisión de las evidencias.

4. Resultados

4.1. Categorización de factores de atraso

Producto de lo investigado, se establecieron 20 categorías de factores de atraso con base en lo investigado durante la revisión sistemática y el criterio de los investigadores, cada categoría se

caracteriza y diferencia una de otra porque toma en cuenta causas, efectos, aspectos de las etapas de la construcción o responsabilidad de las partes involucradas; dichas categorías se encuentran listadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1.
Categorías de factores de atraso.

Id	Categoría
1	Ambiental
2	Locación de sitio
3	Mano de obra
4	Equipo
5	Material
6	Dueño
7	Ingeniería, diseño y planificación
8	Aspectos del contrato
9	Contratista & Subcontratista
10	Gestión del proyecto
11	Aspectos financieros y de costos
12	Economía
13	Política
14	Tiempo
15	Control
16	Comunicación y relaciones interpersonales
17	Características del proyecto
18	Legal
19	Seguridad
20	Factores externos

4.2. Definición de categorías de factores de atraso

Como parte de la correcta interpretación y agrupación de los factores de atraso hallados se define a continuación cada una de las categorías propuestas.

4.2.1. Ambiental. Agrupa los factores relacionados con las variables ambientales que afectan el desarrollo de la fase de construcción de los proyectos, estos factores se caracterizan por estar vinculados a una alta incertidumbre causada por la dificultad de pronosticar fenómenos ambientales que pueden influir significativamente en el desarrollo de los proyectos.

4.2.2. Locación de sitio. Agrupa los factores relacionados con las características del sitio en el que se desarrollan las actividades del proceso constructivo, incluyendo los aspectos relacionados con: acceso al sitio, servicios públicos, instalaciones, caminos, espacios, restricciones del sitio, topografía y geología del suelo, entre otros.

4.2.3. Mano de obra. Agrupa los factores relacionados con el personal a cargo de llevar a cabo las actividades de construcción, no incluye al personal a cargo de la gestión del proyecto ni el personal a cargo de la planificación e ingeniería del proyecto. Los aspectos relacionados con el trabajo son: calificación de los trabajadores, experiencia, disponibilidad, motivación, espíritu, ausentismo, salud.

4.2.4. Equipo. Agrupa los factores relacionados con la maquinaria utilizada en el desarrollo de los procesos constructivos, no se incluyen los aspectos relacionados con los costos y tiempos de alquiler, transporte e instalación. Incluye aspectos relacionados con: calidad, funcionalidad, disponibilidad, productividad, uso apropiado, fallas, almacenamiento, transporte.

4.2.5. Material. Agrupa los factores relacionados con los materiales utilizados en las actividades constructivas, los aspectos relacionados con los costos y tiempos de adquisición, carga, descarga y almacenamiento no están incluidos. Incluye aspectos relacionados con disponibilidad, calidad, funcionalidad, proveedor, suministro, almacenamiento, especificaciones, control.

4.2.6. Dueño. Todos los factores relacionados con la persona u organización encargada del proyecto, se toman en cuenta aspectos como los cambios solicitados al constructor, interferencia en los procesos, cambio en el alcance o velocidad de los procesos solicitados. No incluye las dificultades financieras relacionadas con el propietario del proyecto, asumidas en la categoría de aspectos y costos financieros.

4.2.7. Ingeniería, diseño y planeación. Agrupa los factores relacionados con la etapa preliminar de la construcción, es decir los procesos de planificación del proyecto, el diseño y la ingeniería necesaria para la preparación de los documentos, se incluyen aspectos como: complejidad, cambios de diseño, diseños incompletos, errores de diseño o planificación inadecuada.

4.2.8. Aspectos del contrato. Agrupa los factores relacionados con los documentos y condiciones del contrato y el proceso de contratación que tiene lugar entre el propietario del proyecto y el contratista. Incluye aspectos relacionados con gestión del contrato, errores en documentos, métodos de contratación, alcance del contrato, proceso contractual.

4.2.9. Contratista & subcontratista. Agrupa los factores relacionados con las partes contratadas para el proyecto, encargadas de su ejecución y control. Los aspectos relacionados son: calificación del personal, gestión del trabajo, coordinación del contratista y subcontratista, métodos constructivos; No se incluyen aspectos relacionados con las dificultades financieras del contratista o retrasos en el programa del proyecto.

4.2.10. Gestión del proyecto. Agrupa los factores relacionados con la gestión de las tareas una vez ha iniciado el proyecto. Estos factores incluyen aspectos como toma de decisiones, suministro de información y programación de actividades. Asimismo, esta categoría no incluye el trabajo de gestión y supervisión del sitio.

4.2.11. Aspectos financieros y de costos. Agrupa los factores relacionados con la administración del dinero para el proyecto y su financiamiento, contempla aspectos como restricciones o problemas financieros, flujo de efectivo y pago a las partes contratadas. Esta categoría no incluye ningún aspecto monetario presente durante la etapa de diseño y planificación.

4.2.12. Economía. Agrupa los factores relacionados con la situación económica que rodea al proyecto afectándolo directamente (inflación en los costos de los materiales, costos de transporte) o indirectamente (condiciones del mercado, seguros y altas tasas de interés), no considera los aspectos financieros y costos del proyecto.

4.2.13. Político. Agrupa los factores relacionados con los aspectos políticos que pueden influir en el desarrollo del proyecto y no se pueden atribuir a las partes; estos factores se presentan según la situación de la región en la que se desarrolla el proyecto; Puede implicar desde inestabilidad en los gobiernos hasta huelgas o revoluciones.

4.2.14. Tiempo. Agrupa los factores que se producen durante la ejecución del proyecto y se relacionan con la administración del cronograma afectando los tiempos programados durante la etapa de diseño y planificación, esta categoría no incluye los atrasos en el calendario de la planificación del proyecto.

4.2.15. Control. Agrupa los factores relacionados con la supervisión del proyecto y la gestión realizada para completar el trabajo de manera efectiva tomando en cuenta aspectos como la gestión del sitio y revisión de las actividades realizadas.

4.2.16. Comunicaciones y relaciones interpersonales. Agrupa los factores relacionados con el trato entre las partes y el flujo de información para el desarrollo del proyecto a través de la comunicación. Esta categoría no considera posibles disputas sobre temas políticos o corrupción.

4.2.17. Características del proyecto. Agrupa los factores relacionados con las características del proyecto y sus implicaciones para su desarrollo y gestión, mencionando aspectos como su complejidad o el riesgo asociado que pueden asumir diferentes partes del proyecto, según se indique. En general, esta categoría está asociada con los retrasos que surgen debido a las cualidades del proyecto a desarrollar.

4.2.18. Legal. Agrupa los factores relacionados con posibles eventos con incidencia legal, se tienen en cuenta aspectos como obtención de permisos por parte de autoridades o situación legal del proyecto. Los problemas políticos no se incluyen a menos que tengan incidencia legal para el proyecto.

4.2.19. Seguridad. Agrupa los factores relacionados con problemas económicos, sociales, religiosos o políticos, pero que tienen un impacto negativo la seguridad de la región donde se desarrolla el proyecto.

4.2.20. Factores externos. Agrupa los factores relacionados con motivos externos al desarrollo del proyecto pero que tienen incidencia en el. Tiene principal característica que son factores de atraso que no encajan en las categorías mencionadas anteriormente.

4.3. Factores de atraso clasificados

Como objetivo de la investigación, se identificaron los 5 factores de atraso más influyentes reportados de acuerdo con el método de investigación usado por cada artículo (índice de importancia relativa, índice de severidad, encuestas, cuestionarios, etc.) tomando en cuenta su país de procedencia (Lo et al., 2006), (Venkateswaran & Murugasan, 2017), obteniendo como resultado 300 factores de atraso relacionados con proyectos viales y edificaciones tomando en cuenta el top 5 de factores para cada caso de estudio, de ellos se analizaron y se encontró que 132 factores eran duplicados dejando así 168 factores de atraso diferentes unos de otros, estos factores se reportan en el Cuadro 2.

Cuadro 2.
Factores de atraso clasificados.

Contratista & Subcontratista	Ingeniería, diseño y planificación	Aspectos financieros y de costos	Material	Mano de obra	Gestión del proyecto	Economía	Tiempo	Locación de sitio	Dueño
Inadecuada experiencia del contratista	Planificación y programación de proyectos ineficaces.	Problemas de caja durante la construcción.	Escasez de materiales	Falta de mano de obra calificada	Lento proceso de toma de decisiones.	Efecto de la inflación en la compra de materiales.	Retraso en la entrega de material al sitio.	Condiciones imprevistas del terreno.	Cambiar diseño por propietario
Pobre desempeño del subcontratista	Cambios de diseño	Retrasos en el pago del contratista por parte del	Adquisición de materiales	Escasez de mano de obra	variación de órdenes	Adjudicar el proyecto al mejor postor.	Entrega tardía o movilización lenta	Procesos terrestres	Toma de decisiones lenta del propietario

		propietario.							
Mala calificación del personal técnico del contratista asignado al proyecto.	Evaluación inexacta del tiempo / duración de los proyectos.	Dificultades financieras de los contratistas	Materiales dañados	Pobre productividad laboral.	Mala asistencia en la gestión de proyectos.	Segmentación de Cisjordania y movimiento limitado entre áreas.	Retraso en la movilización de recursos	Cambios en las condiciones del sitio.	Cambios en el proyecto por parte del propietario.
Incompetencia del supervisor	Subestimación del coste de los proyectos.	Financiación y pagos de obra terminada.	La escasez de materiales en el sitio	Disponibilidad de mano de obra	No utilización de la construcción profesional / gestión de contratos.	Inflación	Retraso debido al proceso de adquisición de tierras.	Desplazamiento de la red de infraestructura existente.	Demasiadas órdenes de cambio del propietario
Subcontratistas	Planificación y programación ineficaces del proyecto por parte del contratista.	Financiamiento por contratista durante la construcción.	Entrega lenta de material.	La escasez de trabajadores del sitio	Suministro de información a los participantes del proyecto.	Estado de condiciones de mercado	Retrasos en emisión de dibujos.	Efectos de las condiciones del subsuelo.	Órdenes de variación / cambios de alcance por el propietario durante la construcción.
Incumplimiento de subcontratistas y proveedores nominados.	Diseño tardío y documentos de diseño.	Problemas financieros del propietario	Falta de materiales de calidad.	Cualificación del personal técnico del contratista.	Incremento en el alcance del trabajo.	Alta inflación, seguros y tasas de interés.	Planificación ineficaz y programación del proyecto por parte del contratista.	Condición del suelo	Propiedad común
Falta de responsabilidades del supervisor	Cambios frecuentes en diseño y materiales (variaciones)	Retraso en el pago, contra el progreso del trabajo	Lack of materials in markets	Falta de formación de personal y apoyo a la gestión.	Muchas partes interesadas	Ofertas excepcionalmente bajas	Relación entre los horarios de los diferentes subcontratistas en la ejecución del proyecto.	Condiciones del terreno	Adquisición de tierras
La lenta movilización del subcontratista.	Variaciones necesarias de las obras.	Dificultades financieras	Cambio de alcance de trabajo y / o cambios en especificaciones de material.	Trabajando horas extra	Entrega de material al sitio.	Aumenta el precio de los bienes de consumo.	Retrasos o largos tiempos de proceso por parte de otras autoridades.		
La mala coordinación del contratista con las partes involucradas en el proyecto.	Errores en el diseño	Pago atrasado del contratista a subcontratistas o proveedores	Materiales importados y artículos de plantas.	Trabajando las tareas en turno múltiple.	Falta de reuniones en el sitio de progreso	Altos costos de transporte	Expedición tardía de un documento del plan.		

Deficiencias en la organización de contratistas.	Inexactitud de estimación de materiales.	Dificultades de pago mensual	El precio de los materiales de construcción aumentó muy rápidamente.				
Deficiencias en la organización de organismos públicos.	Programación de proyectos poco realista.	Disponibilidad inadecuada de fondos con el cliente					
Autoridad limitada entre el personal de supervisión	Cambios en los dibujos.	Pagos parciales durante la construcción					
Aprehensiv o hacia el favoritismo de los contratistas.	Errores y discrepancias en los documentos de diseño.	Retraso en el cumplimiento de certificados de pago					
Supervisores incompetentes	Cambios de diseño por el propietario o agente durante la construcción	Dificultad para acceder al crédito bancario.					
Retrabajo, por ejemplo, mal trabajo realizado	Dibujo incompleto de los arquitectos	Dificultades de los contratistas para recibir pagos mensuales de agencias públicas					
Método de construcción deficiente (por ejemplo, mala secuencia de los elementos de trabajo)	Estudio técnico inadecuado por parte del contratista durante la fase de licitación.	Incumplimiento recurrente del pago intermedio por parte del gobierno					
Demora del contratista en la preparación de las tablas, planos o información necesaria del personal de supervisión	Deficiencias del contratista en la planificación y programación en la etapa previa a la construcción.	La negativa del gobierno a pagar a los contratistas locales los intereses de los pagos atrasados					

Mala gestión del sitio y supervisión por contratista.	Reparación y aprobación de planos.	Difficulty in arranging for extra funds when projects exceed their initial budget							
Corrección en trabajos del contratista	Retraso en la aprobación de documentos de diseño por el propietario.	Recursos inadecuados por contratista / falta de capital							
Poner más hombres en el trabajo / agregar más trabajadores	Dibujos de tienda								
Trabajar por días extendidos	Preparación del trabajo de programación.								
Falta de disponibilidad de servicios públicos en el sitio.	Mala calidad de los dibujos - documentos								
Entregar el sitio al contratista	Ambigüedades y errores en especificaciones y dibujos.								
Características del proyecto	Legal	Equipo	Factores externos	Control	Comunicación y relaciones interpersonales	Aspectos del contrato	Ambiental	Política	Seguridad
Complejidad del proyecto	Obtención de permisos de las autoridades locales.	Falta de equipo	Servicios de línea (Utilidades y servicios subterráneos).	Mala gestión y supervisión del sitio.	Choques con otros ministerios	Pobre gestión de contratos	Las condiciones climáticas	Situación política	Guerra y terrorismo
Riesgo e incertidumbre asociados a proyectos.	Situación de la ley y el orden	Avería del equipo	Impacto en el terreno de las personas a lo largo del proyecto de construcción de carreteras.	Monitoreo y control deficientes, por ejemplo, debido a supervisores incompetentes y / o no confiables	Reclamaciones y disputas por partes interesadas.	Incumplimiento de las condiciones del contrato.	Trabajando durante la temporada de lluvias.	Inseguridad política e inestabilidad.	Huelgas, acciones militares externas o internas y cierres de fronteras.
Complejidad de las obras.	Obstáculos legales	Equipo inadecuado	Problemas enfrentados durante el viaje	Disposición, gestión y supervisión deficientes del sitio.	Trabaja en conflicto con los servicios públicos existentes.	Errores en documentos contractuales.			

Criterios de inversión en el escenario actual.	Corrupción	Avería de equipos y problemas de mantenimiento.	Falta de oportunidades educativas	Revisar las actividades de restricción de tiempo	Falta de comunicación entre las partes.				
Subestimación de la complejidad de los proyectos.	Interferencia, soborno y conflicto de intereses en la selección del contratista.	Falta de eficiencia del equipo.	Más gastos en educación.						
Habilidades de gestión inadecuadas	Requisitos o restricciones de autoridades imprevisibles	Usando el viejo tipo de sistema de llenado en lugar de los nuevos.							
Asignación de riesgos principalmente en el contratista	Diferentes patrones tácticos para sobornos.								

4.4. Análisis temporal factores de atraso

De acuerdo con la metodología implementada, los cinco principales factores de atraso hallados en cada artículo se enumeraron y ubicaron entre las categorías propuestas asignándoles un valor de importancia en relación a lo expuesto por (Majid & McCaffer, 1998) en su evaluación y ranking de factores. Para este estudio, se determinó que se daría 5 puntos para el artículo más influyente descendiendo de a 1 punto hasta llegar a 1 punto para el factor de atraso menos influyente del top 5 según época y continente de estudio (ver Apéndice B).

Como primera parte del análisis de resultados de factores de atraso, se observó su comportamiento a través del tiempo sin tomar en cuenta su región de estudio. Con el objetivo de evidenciar algún cambio de tendencia a lo largo de los años se propusieron 3 épocas de estudio donde la primera época abarca los años 1985 a 1995 (2 Art.), la segunda los años 1996 a 2005

(14 Art.) y por último de los años 2006 a 2017 (44 Art.), los resultados obtenidos se reportan en el Cuadro 3.

Cuadro 3.

Top 5 factores de atraso según época de estudio.

Rank	Época I		Época II		Época III	
	Categoría	%	Categoría	%	Categoría	%
1	Aspectos financieros y de costos	36,67	Ingeniería, diseño y planificación	24,76	Aspectos financieros y de costos	19,85
2	Aspectos del contrato	16,67	Aspectos financieros y de costos	20	Ingeniería, diseño y planificación	11,82
3	Factores externos	16,67	Contratista & Subcontratista	9,52	Contratista & Subcontratista	10,15
4	Locación de sitio	10	Tiempo	7,62	Dueño	6,67
5	Material	10	Mano de obra	6,67	Gestión del proyecto	6,06

A partir de esto, se identificó una tendencia del impacto de los factores de atraso pertenecientes a la categoría de “Aspectos financieros y de costos” ocupando el primer puesto para las épocas I y III y recayendo al segundo puesto durante la época II con una significativa participación del 20%, esto fundamenta el hecho de que en los proyectos de construcción uno de los principales elementos es el dinero; los “Aspectos del contrato” sólo presentan influencia durante la época I lo cual se traduce en un avance positivo del sector de la construcción en la solución y prevención de este tipo de problemas. El segundo problema más influyente es el de “Ingeniería, diseño y planificación” ocupando el primer puesto durante la época II con un 24,76% de participación y del 11,82% para la época III, este es un aspecto que surge debido a la generación de requerimientos técnicos y rigurosidad en los diseños y aspectos ingenieriles por parte de los organismos de control y la competitividad del mercado reflejada en la búsqueda de mejor planificación de proyectos. La tercera tendencia pertenece a la categoría de “Contratista & Subcontratista” presente en las épocas II y III visto como un factor de atraso asociado al trabajo

realizado por los encargados de la ejecución de la etapa constructiva y control, su influencia se hace evidente debido la creciente complejidad de los proyectos con el paso del tiempo y, por ende, la responsabilidad de estas partes de la construcción. Finalmente, se identifican factores de atraso sin aparente relación entre épocas como “Factores externos”, “Locación de sitio”, “Material”, “Tiempo”, “Mano de obra”, “Dueño” y “Gestión del proyecto” pero que se muestran como elementos importantes dentro de sus épocas de estudio. La Figura 7 muestra todos los factores de atraso según la época.

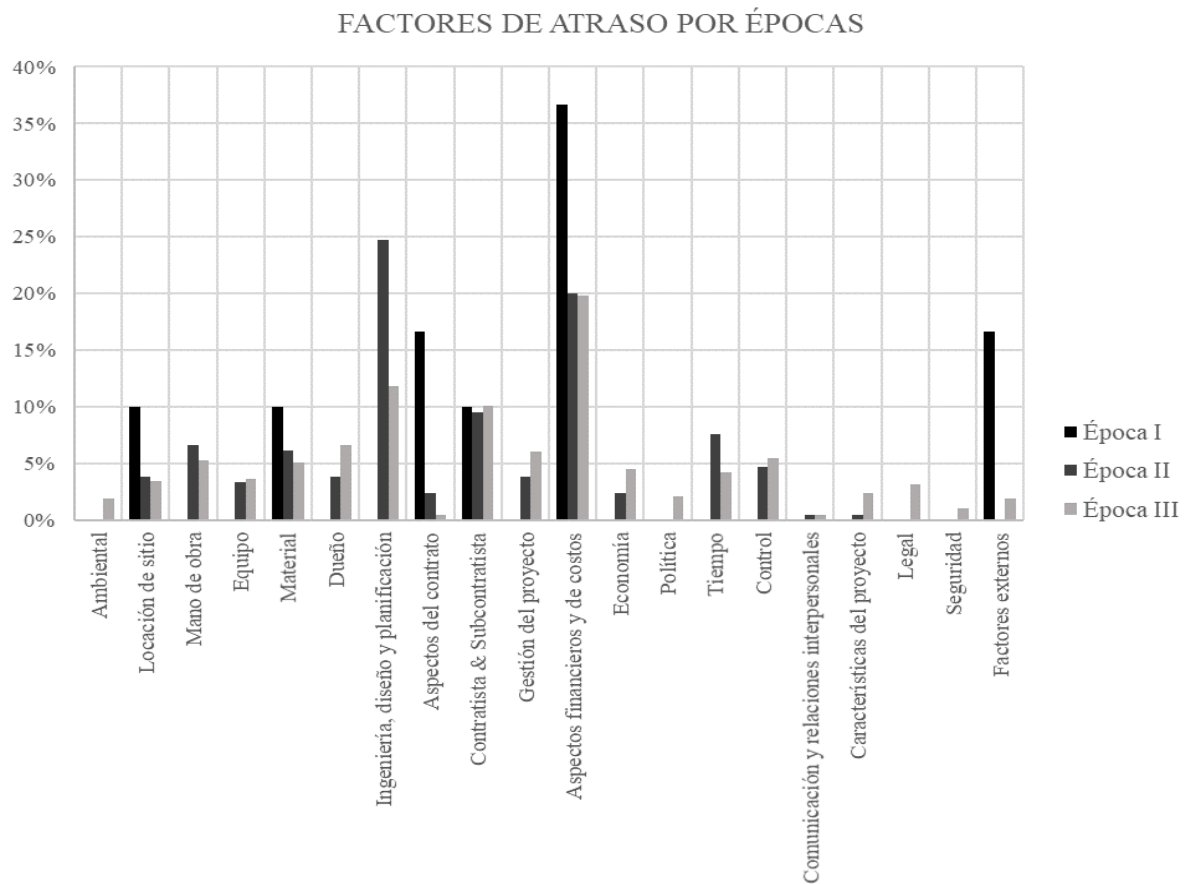


Figura 7. Distribución de factores de atraso según época de estudio.

4.5. Análisis geográfico factores de atraso

De igual forma, se analizó cada artículo según su región de procedencia encontrando, por lo tanto, el ranking de los 5 factores de atraso más importantes de cada continente (África 22 Art., América 1 Art., Asia 33 Art., Europa 3 Art., Oceanía 1 Art.). Los resultados obtenidos se reportan en el Cuadro 4.

Cuadro 4.

Top 5 factores de atraso según continente de procedencia.

Rank	África		América		Asia		Europa		Oceanía	
	Categoría	%	Categoría	%	Categoría	%	Categoría	%	Categoría	%
1	Aspectos financieros y de costos	35,76	Dueño	60	Ingeniería, diseño y planificación	15,96	Ingeniería, diseño y planificación	26,67	Dueño	33,33
2	Ingeniería, diseño y planificación	11,82	Ingeniería, diseño y planificación	33,33	Aspectos financieros y de costos	12,73	Tiempo	15,56	Mano de obra	26,67
3	Contratista & Subcontratista	9,09	Aspectos del contrato	6,67	Contratista & Subcontratista	12,12	Locación de sitio	11,11	Locación de sitio	20
4	Material	6,67	-	-	Gestión del proyecto	9,09	Características del proyecto	11,11	Material	20
5	Dueño	6,06	-	-	Control	8,28	Ambiental	8,89	-	-

La categoría de “Ingeniería, diseño y planificación” se posiciona como la más relevante en este análisis puesto que se ubica en el primer puesto para los continentes de Asia y Europa y segundo puesto en África y América con porcentajes de participación significativos, esto evidencia problemas provenientes de las divisiones de diseño y gestión de los proyectos alrededor del mundo para concebir proyectos a la altura de lo exigido por el actual mercado. Por otro lado, “Aspectos financieros y de costos” se presenta como la más relevante para el continente de África con una participación del 35,76% junto con un 12,73% para el continente de

Asia ubicándolo en el segundo puesto, esto se explica por el contexto económico en el que se encuentran estos dos continentes con economías subdesarrolladas y en vía de desarrollo. Cabe destacar que la categoría de “Dueño” obtiene el primer puesto para los continentes de América y Oceanía y el quinto en África validando su influencia dentro de los tipos de factores de atraso dado que los continentes de América y Oceanía no reportaron una muestra significativa de evidencias. La cuarta tendencia hallada pertenece a “Contratista & Subcontratista” representando el 9,09% de factores de atraso en África y para Asia el 12,1% validando la afirmación hecha en el análisis a través del tiempo sobre complejidad de los proyectos que se traducen en mayores responsabilidades para los contratistas y subcontratistas sin el mejor desempeño de acuerdo con lo encontrado en esta sección. Adicional a los patrones encontrados, se evidenció que existen otras categorías de factores de atraso influyendo en cada continente como es el caso de “Material” en África ocupando el cuarto puesto ya que en muchos proyectos se presentaron falta de materiales para los procesos constructivos; en América “Aspectos del contrato” representa el 6,67%; “Gestión del proyecto” y “Control” se presentaron en Asia y estrechamente relacionados con la dirección de proyectos en un continente donde abundan en los últimos años; para el caso de Europa las categorías más influyentes se presentan de acuerdo con el panorama que atraviesa el continente donde se desarrollan muchos proyectos complicados en espacios específicos dado el gran desarrollo que existe y donde los factores ambientales rigen los diseños; finalmente en Oceanía se presentaron las categorías “Mano de obra”, “Locación de sitio”, “Material” puesto que es un continente pequeño con poca mano de obra y restricción de sitio para el desarrollo de proyectos. A continuación, se muestran las distribuciones de categorías de factores de atraso por continente en el siguiente orden: África (Figura 8), América (Figura 9), Asia (Figura 10), Europa (Figura 11) y Oceanía (Figura 12).

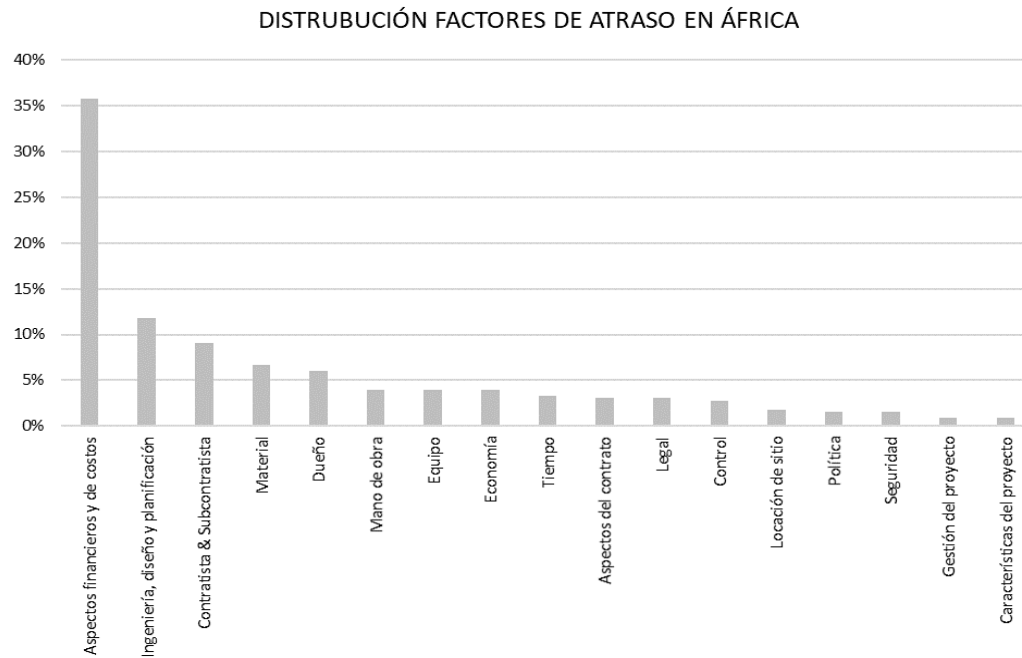


Figura 8. Distribución de factores de atraso en África.

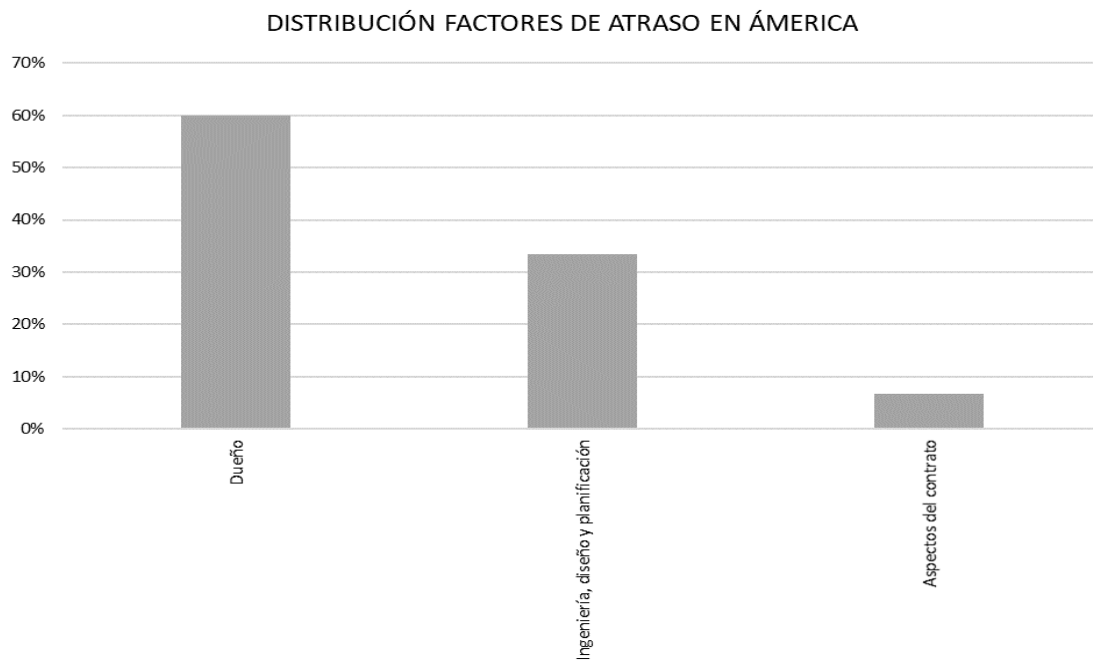


Figura 9. Distribución de factores de atraso en América.

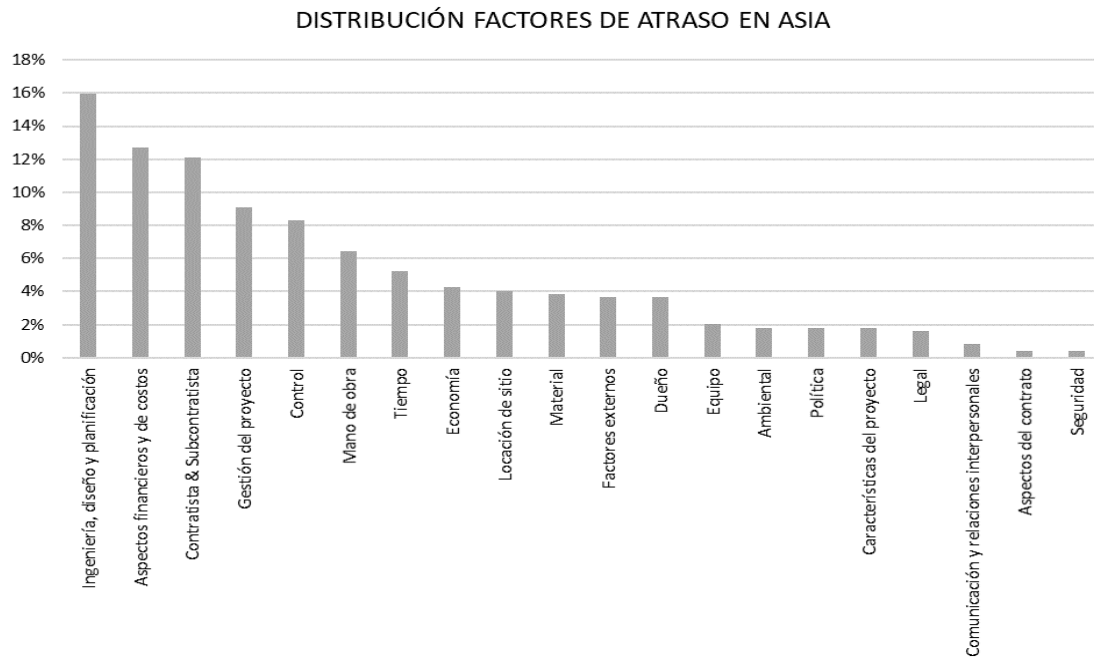


Figura 10. Distribución de factores de atraso en Asia.

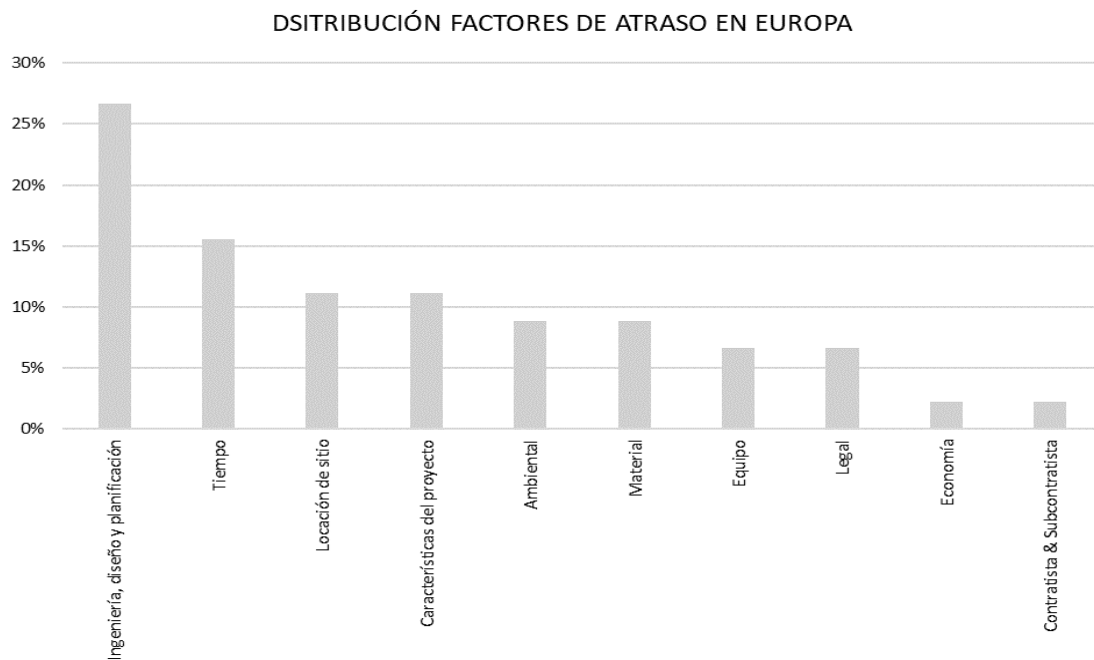


Figura 11. Distribución de factores de atraso en Europa.

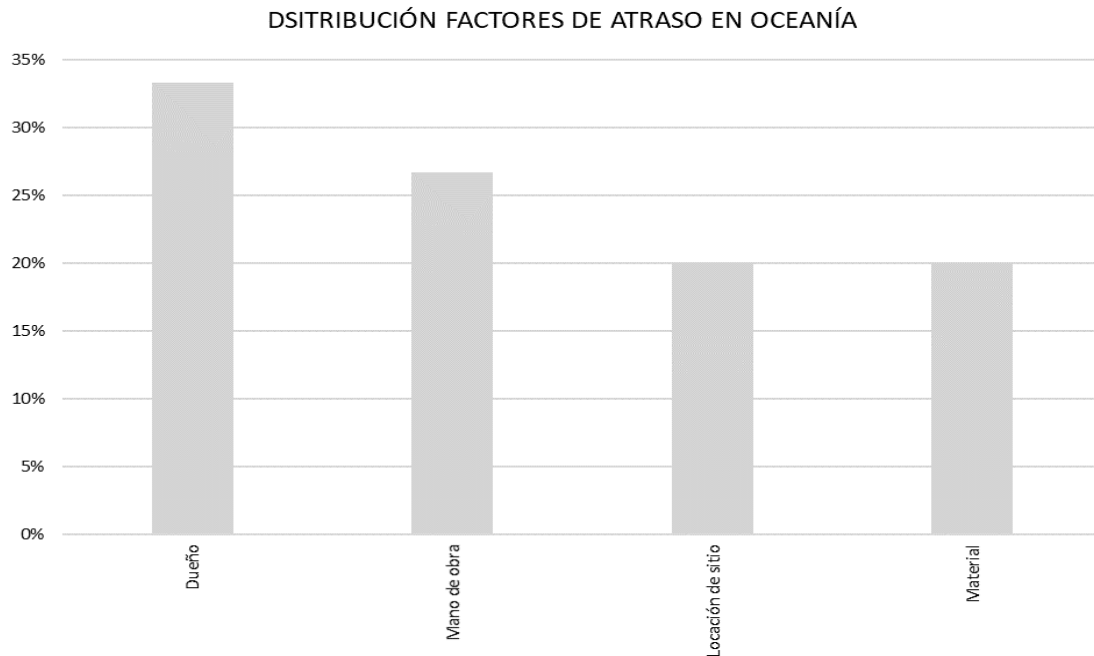


Figura 12. Distribución de factores de atraso en Oceanía.

4.6. Análisis global factores de atraso

Finalmente, se consolidaron todos los factores de atraso sin discriminar su año de publicación o continente de procedencia a razón de mostrar, de forma general, los principales factores de atraso presentes en los proyectos de construcción del mundo durante los años de 1985 a 2017 de acuerdo con la clasificación de importancia propuesta por el presente estudio se reportan en el Cuadro 5.

Cuadro 5.
Ranking factores de atraso.

Categoría	Total	%	Ranking
Aspectos financieros y de costos	184	20,44%	1

Ingeniería, diseño y planificación	130	14,44%	2
Contratista & Subcontratista	90	10,00%	3
Dueño	52	5,78%	4
Material	50	5,56%	5
Mano de obra	49	5,44%	6
Gestión del proyecto	48	5,33%	7
Control	46	5,11%	8
Tiempo	44	4,89%	9
Economía	35	3,89%	10
Locación de sitio	34	3,78%	11
Equipo	31	3,44%	12
Legal	21	2,33%	13
Factores externos	18	2,00%	14
Características del proyecto	17	1,89%	15
Política	14	1,56%	16
Ambiental	13	1,44%	17
Aspectos del contrato	13	1,44%	17
Seguridad	7	0,78%	19
Comunicación y relaciones interpersonales	4	0,44%	20

Aspectos financieros y de costos: la financiación y manejo de costos de un proyecto ha sido el factor más influyente para la generación de atrasos entre los años, los resultados de este análisis mostraron que existe una participación del 20,44% de esta categoría; problemas de liquidez, retraso en pagos y dificultades financieras son los factores más presentados.

Ingeniería, diseño y planificación: con un 14,44% de participación en proyectos, el proceso de planificación y diseño es el segundo factor de demora más importante a nivel mundial. El sector de la construcción todavía tiene problemas con este tipo de atraso demostrando que hay un largo camino por delante para mejorar el diseño y los métodos de planificación para que los proyectos se completen en el tiempo inicial; los factores que más veces se reportaron son planeación y cronogramas poco efectivos, cambios en el diseño y mala proyección de tiempos.

Contratista & Subcontratista: la gestión de proyectos de construcción es un trabajo complejo, ya que hay muchas cosas para tener en cuenta, la categoría de contratista y subcontratista es el

tercer factor de atraso más relevante con un 10,00% de incidencia mostrando que existe un punto débil en la calidad de los contratistas y subcontratistas debido a su falta de experiencia, mala gestión de los proyectos y resolución problemas bajo su responsabilidad.

Dueño: esta categoría se presenta con un 5,78% de presencia en atrasos para proyectos de construcción. El propietario es el encargado de la toma de decisiones y es quien plantea las solicitudes a cumplir, de manera que cuando no desempeña una buena labor, los proyectos inevitablemente se retrasan. Los principales factores fueron: toma lenta decisiones, cambios en diseños y alcance del proyecto por parte del propietario.

Material: un 5,56% de participación en factores de atraso le da a esta categoría el último lugar en el ranking de los cinco más importantes. El buen uso, calidad y chequeo de disponibilidad de materiales son los aspectos más relevantes para tener en cuenta y evitar la eventual aparición de este tipo de atraso.

5. Conclusiones

Se estableció mediante una revisión sistemática enfocada en el estudio de artículos publicados entre los años 1985 a 2017, con casos de estudio alrededor del mundo sobre factores de atraso en proyectos de construcción y énfasis en proyectos de infraestructura vial y edificaciones, un total de 60 artículos publicados por 35 reconocidas revistas. De ellas se extrajo información relevante para el objetivo del estudio y se organizó de manera eficiente para su fácil comprensión y

posterior mejoramiento como requisito de una revisión sistemática aspectos como: título, autores, base de datos, revista y principales factores de atraso según su año de publicación y región de procedencia.

Se organizaron como resultado de lo investigado, un total de 168 factores de atraso reportados por los autores a través de encuestas, cuestionarios, estadísticas o previas revisiones de literatura en 20 categorías propuestas por los investigadores involucrados y de acuerdo con lo expuesto por la literatura. Las categorías propuestas fueron: Ambiental, Locación de sitio, Mano de obra, Equipo, Material, Dueño, Ingeniería, diseño y planificación, Aspectos del contrato, Contratista & Subcontratista, Gestión del proyecto, Aspectos financieros y de costos, Economía, Política, Tiempo, Control, Comunicación y relaciones interpersonales, Características del proyecto, Legal, Seguridad y Factores externos. De acuerdo con la clasificación de importancia dada a cada factor de atraso y su respectiva categorización, se determinaron los atrasos más incidentes en cada una de las regiones del mundo y a lo largo de los años.

Se identificaron comportamientos de los atrasos según su ubicación geográfica y año de reporte analizando contextos sociales, políticos, económicos, entre otros. Los principales factores de atraso se reportaron para los continentes de Asia y África, donde se obtuvo una significativa muestra de artículos y comportamientos similares, seguidos se ubicaron Europa, América y Oceanía donde los comportamientos de los atrasos se mostraron menos afines a lo reportado. De acuerdo con esto, se destaca la influencia de las categorías “Aspectos financieros y de costos”, “Ingeniería, diseño y planificación”, “Contratista & Subcontratista” demostrando la necesidad de mejoría en estos aspectos para los proyectos de construcción puesto que involucran los medios para el desarrollo del proyecto, la forma de desarrollarlo y las personas encargadas de que sean una realidad respectivamente.

Referencias Bibliográficas

- A.A. Oladapo. (2013). A quantitative assessment of the cost and time impact of variation orders on construction projects. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 5(1), 35–48.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0216>
- Abd, A. mahde. (2015). Delay analysis for construction projects. In *Conference Paper- Diyala University*.
- Ahmed, S. M., Azhar, S., Castillo, M., & Kappagantula, P. (2002). *Construction delays in Florida: An empirical study. Final Report*. Retrieved from http://www.cm.fiu.edu/pdfs/Research_Reports/Delays_Project.pdf
- Asiedu, R. O., & Alfen, H. W. (2016). Understanding the underlying reasons behind time overruns of government building projects in Ghana. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(6), 2103–2111. <https://doi.org/10.1007/s12205-015-0544-4>
- Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*, 24(4), 349–357.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.010>
- Aziz, R. F., & Abdel-Hakam, A. A. (2016). Exploring delay causes of road construction projects in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 55(2), 1515–1539.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.03.006>
- Bhargava, A., Anastasopoulos, P. C., Labi, S., Sinha, K. C., & Mannering, F. L. (2010). Three-Stage Least-Squares Analysis of Time and Cost Overruns in Construction Contracts. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(11), 1207–1218.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000225](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000225)

- Chan, D. W., & Kumaraswamy, M. M. (1997). A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction projects. *International Journal of Project Management*, 15(1), 55–63. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00039-7](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00039-7)
- Enshassi, A., Al-Najjar, J., & Kumaraswamy, M. (2009). Delays and cost overruns in the construction projects in the Gaza Strip. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 14(2), 126–151. <https://doi.org/10.1108/13664380910977592>
- Fertitta, T. D., Nedinsky, A. L., & Gilmore, J. G. (2016). *Construction Project Delays and Time Extensions. Construction Contract Claims, Changes, and Dispute Resolution*. <https://doi.org/10.1061/9780784414293.ch05>
- Frimpong, Y., Oluwoye, J., & Crawford, L. (2003). Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study. *International Journal of Project Management*, 21(5), 321–326. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00055-8)
- Fugar, F. D., & Agyakwah-Baah, A. B. (2010). Delays in Building Construction Projects in Ghana. *Construction Economics and Building*, 10(1–2), 103. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v10i1-2.1592>
- Gardezi, S. S. S., Manarvi, I. A., & Gardezi, S. J. S. (2014). Time extension factors in construction industry of Pakistan. *Procedia Engineering*, 77(2014), 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.022>
- Gündüz, M., Nielsen, Y., & Özdemir, M. (2012). Quantification of Delay Factors Using the Relative Importance Index Method for Construction Projects in Turkey. *Journal of Management in Engineering*, 29(2), 133–139. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000129](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000129)

- Kaliba, C., Muya, M., & Mumba, K. (2009). Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia. *International Journal of Project Management*, 27(5), 522–531. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.07.003>
- Kaming, P. F., Olomolaiye, P. O., Holt, G. D., & Harris, F. (1997). Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia. *Construction Management & Economics*, 15(1), 83–94.
- Koushki, P. A., & Kartam, N. (2004). Impact of construction materials on project time and cost in Kuwait. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11(2), 126–132. <https://doi.org/10.1108/09699980410527867>
- Lo, T. Y., Fung, I. W., & Tung, K. C. (2006). Construction Delays in Hong Kong Civil Engineering Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(6), 636–649. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:6\(636\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:6(636))
- Mahamid, I. (2013). Frequency of time overrun causes in road construction in Palestine: Contractors' View. *Organization, Technology & Management in Construction: An International Journal*, 5(1), 720–729. <https://doi.org/10.5592/otmcj.2013.1.9>
- Majid, M. Z. A., & McCaffer, R. (1998). Factors of Non-Excusable Delays That Influence Contractors' Performance. *Journal of Management in Engineering*, 14(3), 42–49. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(1998\)14:3\(42\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(1998)14:3(42))
- Marzouk, M. M., & El-Rasas, T. I. (2014). Analyzing delay causes in egyptian construction projects. *Journal of Advanced Research*, 5(1), 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2012.11.005>
- Muhammed, T. A. (2016). *Delay in Construction Project. Research Gate*.
- Olawale, Y., & Sun, M. (2010). Cost and time control of construction projects: Inhibiting factors

- and mitigating measures in practice. *Construction Management and Economics*, 28(5), 509–526. <https://doi.org/10.1080/01446191003674519>
- S Meeampol S O Ogunlan. (2006). Factors affecting cost and time performance on highway construction projects: evidence from Thailand. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 11(1), 3–20.
- Saieg, P., Sotelino, E., Nascimento, D., & Caiado, R. (2017). Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 174(73), 788–806. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030>
- Sambasivan, M., & Soon, Y. W. (2007). Causes and effects of delays in Malaysian construction industry. *International Journal of Project Management*, 25(5), 517–526. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.11.007>
- Senouci, A., Ismail, A., & Eldin, N. (2016). Time Delay and Cost Overrun in Qatari Public Construction Projects. *Procedia Engineering*, 164(June), 368–375. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.632>
- Sweis, G. J. (2013). Factors Affecting Time Overruns in Public Construction Projects: The Case of Jordan. *International Journal of Business and Management*, 8(23), 120–129. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v8n23p120>
- Timothy, I. O., Oladinrin, T. O., Adeniyi, O., & Eboreime, I. V. (2013). Analysis of Non - Excusable Delay Factors Influencing Contractors' Performance in Lagos State, Nigeria. *Journal of Construction in Developing Countries*, 18(1), 53–72. Retrieved from https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34647544/analysis_of_non-excuse_delay.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=15205062

11&Signature=y4cRZok7zoVANNx82dVmyED28C0%3D&response-content-
disposition=inline%3B filename%3DAnalysis_of_Non-Exc

Venkateswaran, C. B., & Murugasan, R. (2017). Time delay and cost overrun of road over bridge (ROB) construction projects in India. *Journal of Construction in Developing Countries*, 22(November), 79–96. <https://doi.org/10.21315/jcdc2017.22.suppl1.5>