

	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>		<b>Código</b>	FO-GS-15
			<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): FERNANDO APELLIDOS: MALDONADO PINO

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JAVIER ANDRÉS APELLIDOS: ZAMBRANO GALVIS

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ANÁLISIS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN COLUMNAS PARA DETERMINAR FALLAS Y DESPERDICIOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

RESUMEN

Este proyecto se basó en el análisis de procesos constructivos en columnas para determinar fallas y desperdicios en proyectos de construcción. Para ello, se implementó una investigación tipo descriptiva y cualitativa. La información se obtuvo mediante un análisis bibliométrico con Scopus y el software Vosviewer de los estudios realizados a nivel mundial sobre el tema respectivo. La población y muestra correspondió a la construcción de estructura, mampostería e instalaciones eléctricas para edificio de la ciudad de Cúcuta. Se logró realizar un análisis bibliométrico de los procesos constructivos de columnas. Posteriormente, se evaluó el proceso constructivo de columnas de concreto. Finalmente, se identificaron fallas en el proceso constructivo de columnas para revisar la calidad de los elementos e identificar los desperdicios en los procesos constructivos.

PALABRAS CLAVE: columnas, procesos constructivos, economía, NSR-10.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 69 PLANOS:      ILUSTRACIONES:      CD ROOM: 1

\*\*Copia No Controlada\*\*

ANÁLISIS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN COLUMNAS PARA DETERMINAR  
FALLAS Y DESPERDICIOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

FERNANDO MALDONADO PINO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

SAN JOSE DE CÚCUTA

2021

ANÁLISIS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN COLUMNAS PARA DETERMINAR  
FALLAS Y DESPERDICIOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

FERNANDO MALDONADO PINO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Civil

Director:

JAVIER ANDRÉS ZAMBRANO GALVIS

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

SAN JOSE DE CÚCUTA

2021

## **ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 19 DE NOVIEMBRE DE 2021 **HORA:** 10:00 a. m.

**LUGAR:** VIDEO CONFERENCIA GOOGLE MEET

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA CIVIL

**TITULO DE LA TESIS:** "ANALISIS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN COLUMNAS PARA DETERMINAR FALLAS Y DESPERDICIOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION".

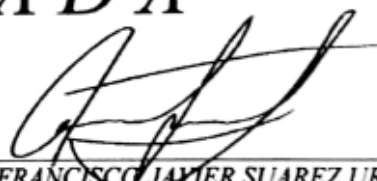
**JURADOS:** ING. GERSON LIMAS RAMIREZ  
ING. FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA

**DIRECTOR:** INGENIERO JAVIER ANDRES ZAMBRANO GALVIS.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
FERNANDO MALDONADO PINO	1112251	4,0	CUATRO, CERO

# **A P R O B A D A**

  
ING. GERSON LIMAS RAMIREZ

  
ING. FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA

Vo. Bo.



JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA  
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta, 6 de diciembre 2021

Señores

BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS

Ciudad

Cordial saludo:

Yo Fernando Maldonado Pino, identificado(s) con la C.C. N° 1.091'659.635, autor(s) de la tesis y/o trabajo de grado titulado ANÁLISIS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN COLUMNAS PARA DETERMINAR FALLAS Y DESPERDICIOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar al título de INGENIERO CIVIL; autorizo(amos) a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde internet, intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que "los derechos morales de trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Fernando Maldonado Pino

C.C. 1.091'659.635

De Ocaña Norte de Santander

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	13
1. Problema	14
1.1 Título	14
1.2 Planteamiento del Problema	14
1.3 Formulación del Problema	15
1.4 Objetivos	15
1.4.1 Objetivo general	15
1.4.2 Objetivos específicos	15
1.5 Justificación	16
1.6 Alcance y Limitaciones	17
1.6.1 Alcances	17
1.6.2 Limitaciones	17
1.7 Delimitaciones	17
1.7.1 Delimitación espacial	17
1.7.2 Delimitación temporal	18
1.7.3 Delimitación conceptual	18
2. Marco Referencial	20
2.1 Antecedentes y Estado del Arte	20
2.1.1 Antecedentes internacionales	20
2.1.2 Antecedentes nacionales	21
2.2 Marco Teórico	22
2.2.1 Geometría del elemento	22

2.2.2	Concreto	22
2.2.3	Acero de refuerzo	23
2.2.4	Encofrado y desencofrado	23
2.2.5	Juntas	25
2.2.6	Curado de las estructuras	26
2.2.7	Reparaciones en el concreto	26
2.2.8	Actividades generales para la construcción de estructuras de concreto	27
2.2.9	Materiales generales para la construcción de estructuras de concreto	27
2.2.10	Los desperdicios en la producción	28
2.2.11	Fallas	30
2.3	Marco Conceptual	35
2.3.1	Control de obra	35
2.3.2	Desperdicios	35
2.3.3	Procesos constructivos	35
2.3.4	Actividades constructivas	36
2.3.5	Columnas	36
2.3.6	Fallas constructivas	36
2.3.7	Concreto	36
2.3.8	Acero de refuerzo	37
2.4	Marco Contextual	37
2.4.1	Descripción del proyecto	37
2.4.2	Objetivos del proyecto	38
2.4.3	Alcance del proyecto	38
2.5	Marco Legal	39

2.5.1 Ley 30 de 1992	39
2.5.2 Acuerdo 065 de 1996 de la UFPS	39
3. Diseño Metodológico	40
3.1 Tipo de Investigación	40
3.2 Población y Muestra	41
3.2.1 Población	41
3.2.2 Muestra	41
3.3 Instrumentos para la Recolección de Información	41
3.3.1 Técnicas	41
3.3.2 Instrumentos	41
3.3.3 Fuentes primarias	42
3.3.4 Fuentes secundarias	42
3.4 Técnicas de Análisis y Procedimiento de Datos	42
3.5 Fases y Actividades Específicas del Proyecto	43
3.5.1 Fase I	43
3.5.2 Fase II	43
3.5.3 Fase III	43
4. Desarrollo de la Investigación	44
4.1 Objetivo I. Realizar Análisis Bibliométrico de los Procesos Constructivos de Columnas de Proyectos para su Respectivo Análisis por Medio de una Base de Datos	44
4.2 Objetivo II. Analizar el Proceso Constructivo de Columnas de Concreto del Proyecto para Verificar su Ejecución	52
4.3 Objetivo III. Identificar Fallas en el Proceso Constructivo de Columnas para Revisar la Calidad de los Elementos e Identificar los Desperdicios en los Procesos Constructivos	



para Realizar un Análisis del Despilfarro de Materiales, Mano de Obra u Otro	60
5. Conclusiones	64
6. Recomendaciones	67
Referencias Bibliográficas	68

## Lista de Figuras

	<b>pág.</b>
Figura 1. Mapa de la ciudad de Cúcuta Norte de Santander	18
Figura 2. Diagrama de flujo del trabajo de investigación	44
Figura 3. Diagrama de flujo de ejecución del primer objetivo	45
Figura 4. Mapa de resultados Scopus y VOSviewer documentos palabras clave	46
Figura 5. Documentos por país o territorio	48
Figura 6. Documentos por año	49
Figura 7. Documentos publicados por área	50
Figura 8. Documentos publicados por autor	51
Figura 9. Diagrama de flujo objetivo 2	52
Figura 10. Proceso constructivo realizado en campo	53
Figura 11. Localización de columnas	54
Figura 12. Armado de acero de refuerzo	55
Figura 13. Colocación de separadores	56
Figura 14. Encofrado de columnas	57
Figura 15. Vaciado de concreto y vibrador	58
Figura 16. Desmoldado	59
Figura 17. Resultados generales del proceso constructivo	60

## **Resumen**

Este proyecto se basó en el análisis de procesos constructivos en columnas para determinar fallas y desperdicios en proyecto de construcción. Para ello, se implementó una investigación tipo descriptiva y cualitativa, ya que se analizaron las fallas y desperdicios que se presentan en estos elementos estructurales que son muy importantes para la construcción. La información se obtuvo mediante un análisis bibliométrico con Scopus y el software Vosviewer de los estudios realizados a nivel mundial sobre el tema investigado. La población y muestra correspondió a la construcción de estructura, mampostería e instalaciones eléctricas para edificio de la ciudad de Cúcuta Norte de Santander. Se lograron analizar los procesos constructivos de columnas en proyecto de construcción para determinar desperdicios y fallas. Seguidamente, se realizó un análisis bibliométrico de los procesos constructivos de columnas de proyectos para su respectivo análisis por medio de una base de datos. Posteriormente, se evaluó el proceso constructivo de columnas de concreto del proyecto para verificar su ejecución. Finalmente, se identificaron fallas en el proceso constructivo de columnas para revisar la calidad de los elementos e identificar los desperdicios en los procesos constructivos para realizar un análisis del despilfarro de materiales, mano de obra u otro.

## **Abstract**

This project was based on the analysis of construction processes in columns to determine failures and waste in a construction project. For this, a descriptive and qualitative type investigation was implemented, since the failures and waste that occur in these structural elements that are very important for construction were analyzed. The information was obtained by means of a bibliometric analysis with Scopus and the Vosviewer software of the studies carried out worldwide on the subject under investigation. The population and sample corresponded to the construction of structure, masonry and electrical installations for a building in the city of Cúcuta Norte de Santander. It was possible to analyze the construction processes of columns in a construction project to determine waste and failures. Subsequently, a bibliometric analysis of the construction processes of project columns was carried out for their respective analysis by means of a database. Subsequently, the construction process of the project's concrete columns was evaluated to verify its execution. Finally, failures were identified in the construction process of columns to review the quality of the elements and identify waste in the construction processes to carry out an analysis of the waste of materials, labor or other.

## Introducción

Las columnas y las vigas son elementos esenciales para cualquier tipo de construcción. Las columnas de concreto armado son las más comunes en la industria de la construcción. Pero, para comprender su utilidad y las ventajas de usar el acero para el diseño de las columnas, se deben conocer la funcionalidad de todos los tipos de materiales, ya sean de madera, acero entre otros. Y es necesario comprender cada uno de estos materiales, como funcionan, su durabilidad, las fallas que se pueden causar al no saber ejecutar los procesos constructivos de manera correcta (Structuralia, 2020).

En este estudio el enfoque es sobre los procesos constructivos en específico en las columnas para analizar las fallas y desperdicios que se presenten en el proyecto debido a que estas actividades son un conjunto de fases de manera secuencial en un espacio de tiempo y que son muy necesarias para la materialización de un proyecto. Aunque cada proceso es propio para cada una de las obras que se pueda realizar, hay unos pasos comunes que siempre se deben realizar. Sin embargo, se debe contar con las habilidades necesarias, conocimientos y experiencia en el desarrollo de cada etapa del proceso para obtener excelentes resultados; porque de lo contrario una mala práctica puede ocasionar graves consecuencias de construcción (LYA, 2020).

## **1. Problema**

### **1.1 Título**

ANÁLISIS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN COLUMNAS PARA DETERMINAR FALLAS Y DESPERDICIOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

Actualmente la industria de la construcción ha aumentado comparado con años anteriores, generando una gran cantidad de proyectos. Por lo tanto, el trabajo de las empresas ha aumentado a gran escala con el fin de garantizar la calidad, productividad e incorporar tecnología para el óptimo desarrollo y permanecer en el mercado de la industria de la construcción. Debido a esto, este sector toma responsabilidad para garantizar la calidad de los proyectos de construcción, buscando la manera de obtener procedimientos y metodologías para cumplir con los requisitos técnicos y constructivos para ejecutar las actividades (López, 2020).

De tal manera, en las obras de construcción siempre van a existir defectos una vez ejecutadas las actividades, el cual puede tener diversos errores y uno de ellos es el mal procedimiento a la hora de realizar las actividades constructivas, trayendo consigo la disminución de servicios de calidad y una mala imagen a las empresas del sector productivo de la construcción (Arévalo, 2020).

Teniendo en cuenta lo anterior y estudios realizados de productividad en varios países la industria de la construcción es uno de los sectores menos eficientes y de baja productividad, debido a la falta del manejo de los procesos técnicos constructivos el cual genera una baja calidad en los productos o elementos estructurales ejecutados, que se relacionan con el, la falta de recursos o

material de calidad, problemas logísticos, los cambios de clima, planificación de la obra, los cambios eventualmente de contratista o el plazo de ejecución generando problemas de calidad y demostrando los problemas ocasionados por la competitividad en el mercado que cada vez crece cada vez más (Heigermoser, De Soto, Abbott & Chua, 2019).

Por lo tanto, es necesario analizar metodologías constructivas que garanticen el buen manejo y procedimiento de estas actividades, realizando un análisis de las causas que producen la baja calidad por fallas, desperdicios o pérdidas, como los tiempos de espera o rendimientos de mano de obra (Villanueva & Bustos, 2020).

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Qué beneficios genera los óptimos procesos constructivos en los proyectos de construcción?

### **1.4 Objetivos**

**1.4.1 Objetivo general.** Analizar los procesos constructivos de columnas en proyecto de construcción para determinar desperdicios y fallas.

**1.4.2 Objetivos específicos.** Los objetivos específicos se plantan a continuación:

Realizar análisis bibliométrico de los procesos constructivos de columnas de proyectos para su respectivo análisis por medio de una base de datos.

Analizar el proceso constructivo de columnas de concreto del proyecto para verificar su ejecución.

Identificar fallas en el proceso constructivo de columnas para revisar la calidad de los elementos e identificar los desperdicios en los procesos constructivos para realizar un análisis del

despilfarro de materiales, mano de obra u otro.

## **1.5 Justificación**

Debido a la mala imagen en la que se encuentra la ingeniería en el país a causa de los desastres que han ocurrido en las mega obras años atrás, el cual han generado pérdidas humanas y económicas (Villanueva & Bustos, 2020) es importante analizar cada uno de los procesos constructivos (Brito, 2018) ya que se puede evitar patologías en los elementos estructurales (Farfán, 2018) y extender la vida útil de las edificaciones.

Los procesos constructivos con deficiencias Morocho (2018), en muchas ocasiones se presentan a causa de los materiales de calidad o por una mano de obra no calificada, lo cual genera un sobre costo en las construcciones que finalmente la responsabilidad la asume el contratista por la ausencia de compromiso del incumplimiento de las especificaciones técnicas (Barreda, 2020).

Muchas veces en los proyectos se cometen errores de construcción debido a que se contrata mano de obra empírica por la inadecuada selección por parte del comité administrativo, además se hace caso omiso a las especificaciones técnicas el cual son importantes a la hora de ejecutar las actividades (Camargo, 2015).

Por lo tanto, se pretende identificar los defectos con más frecuencia para determinar la causa raíz y realizar acciones correctivas con respecto al desarrollo de los procesos constructivos de las actividades relacionadas a placas aligeradas y columnas.

Finalmente, la identificación de las causas y análisis de los procesos constructivos posibilitan óptimo desarrollo de las actividades constructivas trayendo consigo la disminución de pérdidas



materiales y económicas evitando el retrabajo y también un aumento de la calidad de la construcción (Arévalo, 2020).

## **1.6 Alcance y Limitaciones**

**1.6.1 Alcances.** Realizar un análisis de procesos constructivos de la actividad de columnas en proyecto de construcción para determinar la calidad del elemento a partir de las fallas que este presenta y desperdicios.

**1.6.2 Limitaciones.** Se tuvo inconvenientes a la hora de tomar datos en campo debido a que hubo un cambio de personal en la planificación del proyecto, y se necesitaba de unos permisos para la toma de datos.

## **1.7 Delimitaciones**

**1.7.1 Delimitación espacial.** Para esta investigación se tuvo en cuenta un proyecto de construcción de la ciudad de Cúcuta Norte de Santander en el cual se hizo la recolección y obtención de datos para el análisis de procesos constructivos en la actividad de columnas.



Actividades constructivas.

Columnas.

Fallas constructivas.

Concreto.

Acero de refuerzo.

## 2. Marco Referencial

### 2.1 Antecedentes y Estado del Arte

**2.1.1 Antecedentes internacionales.** Marallano (2019). “Evaluación de procesos constructivos en columnas para determinar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda unifamiliar Mz. A, Lt. 8A, distrito Pachacamac, 2019”. En esta investigación se desarrolla una metodología, cuasiexperimental, aplicada y correlacional, la población seleccionada fue el Lote A, Manzana 8A, de la Asociación de parceleros de Pachacamac y la muestra está conformada por tres columnas ubicadas en la entrada de la vivienda. La toma de información se realizó por medio de una ficha y guía de observación, registro fotográfico y ensayos en el cual se comprueba los resultados obtenidos en el proceso constructivo.

Por último, la información se procesa y se concluye que en la evaluación de procesos constructivos de columnas en el cual se define la vulnerabilidad sísmica de la vivienda unifamiliar Flores Aranzamendy, mejorando los procesos constructivos de las columnas de acuerdo con los resultados obtenidos de la muestra dándose un 27% correctamente construidos y un 73% de procesos con deficiencia constructiva, lo cual muestra una resistencia a la compresión muy por debajo de la norma E. 060 Concreto armado.

Díaz (2020). “Metodología de inspección, mejora en procesos constructivos a través de la PMBOK”. Estudio en cual consta de una metodología de supervisión de los procesos constructivos por medio de fundamentación teórica del PMBOK que pueden ser estandarizados y adaptados a los diferentes proyectos de construcción.

También se realiza un producto para mejorar los estándares de calidad, los costos, los tiempos ya establecidos, pero con compromisos de monitoreo que permitan hacer ajustes antes, durante y en la terminación de un proyecto en construcción.

Barreda (2020). “Análisis de riesgos en procesos constructivos de edificaciones en el municipio de Patulul, Suchitepéquez”. En donde identifican en este estudio si los procesos constructivos de Patulul se realizan de manera correcta y qué materiales de construcción se utilizaron, para verificar si cumplen con las especificaciones de calidad emitidas por las normas nacionales.

La investigación se realiza en proyectos ya aprobados y también se hacen análisis de calidad de materiales y avance de obra, obteniendo unos resultados en donde se sugiere un plan de mejora en el cumplimiento de las normas de calidad, para evitar catástrofes en las edificaciones.

**2.1.2 Antecedentes nacionales.** Iglesias (2018). “Supervisión técnica de los procesos constructivos aplicados en la ejecución del proyecto de vivienda de interés social" Urbanización 20 de Noviembre" sector Villa Juana, Sincelejo. Un estudio donde se realiza una simulación de actividades discretas como la planificación y el análisis de un proceso constructivo de una edificación en concreto reforzado el cual comprende de cimentación, pedestales, vigas, placas de entresuelo y columnas. Se inicia con un trabajo de campo, en donde en cada actividad se escribe la duración, cantidades de obra y los recursos. De acuerdo con esta información se diseña un modelo de simulación en un software llamado Arena, el cual respeta el orden de actividades, distribuciones de probabilidad definidas para los procesos y los recursos que se usan. Con la integración de estas herramientas, simula las distintas actividades del proyecto y se analizan las mejoras asignando variables que perjudica la fecha de inicio, posibles recursos y materiales entre

otros, del proyecto.

Méndez (2020). “Análisis de productividad en actividades constructivas”. Este trabajo investigativo busca elegir y analizar tres procesos constructivos, en el proyecto Lila Apartamentos, ubicado en la ciudad de Bogotá Colombia, por medio de la constructora chilena Actual. En donde se selecciona los tres procesos constructivos en la obra y se tiene en cuenta que estos fueron repetitivos para calcular el error máximo de varianza que fue inferior al 5%, se realiza una representación visual de cada uno de los procesos, el cual se crearon de acuerdo con la información que se tomó y así hacer un análisis comparativo de las diferencias teniendo en cuenta la guía de Oglesby. Por último, se tiene en cuenta la planeación y métodos para facilitar y mejorar la productividad de la obra al realizar una planeación previa por medio de herramientas modernas.

## **2.2 Marco Teórico**

**2.2.1 Geometría del elemento.** La geometría de las estructuras de concreto debe ser consistente con lo establecido en los planos estructurales para cada proyecto.

**2.2.2 Concreto.** Los espesores del concreto, así como la resistencia a la compresión y otros requerimientos de la mezcla, deben ser consistentes con lo que se especifique en el plano estructural del elemento. Las especificaciones en cuanto a mezclado, transporte, colocación y curado del concreto se deben hacer de acuerdo a la norma de EPM: NC-MN-OC07-01 Concretos. No se permite el uso de concreto mezclado manualmente para elementos estructurales, salvo que las condiciones de obra así lo requieran y con previa autorización del diseñador estructural y de EPM (EPM, 2016).

**2.2.3 Acero de refuerzo.** El diámetro y espaciamiento de las barras de acero de refuerzo en cada dirección para las estructuras de concreto, debe ser el establecido en el diseño estructural y en los planos. En cualquier caso, se debe cumplir con las cuantías máximas y mínimas exigidas por la norma NSR-10. Los recubrimientos libres del acero de refuerzo, los diámetros mínimos de doblaje de las barras, las longitudes de anclaje y de traslape y todos los detalles de figuración, se deben hacer de acuerdo con lo especificado en el plano estructural de cada tipo de estructura (EPM, 2016).

En la norma de EPM: NC-MN-OC07-07 Acero de refuerzo, se establecen los procedimientos constructivos que se deben cumplir con el acero de refuerzo, dicha norma especifica que los separadores para garantizar el recubrimiento mínimo del acero, deben ser bloques de mortero prefabricados con las mismas características del elemento a vaciar, tensores o silletas de acero, por ningún motivo se permite el uso de trozos de madera, piedras o escombros. Las barras de acero se deben fijar firmemente en su posición para evitar que se muevan cuando se esté vaciando y vibrando el concreto. Se deben utilizar los amarres de alambre adecuados para fijar las barras ortogonales y los estribos en caso de que los haya.

**2.2.4 Encofrado y desencofrado.** El material de las formaletas debe ser el indicado en los planos o especificaciones de construcción o el aprobado por EPM, dentro de los materiales normalmente usados pueden estar los siguientes: madera laminada, acero, fibra de vidrio, aleaciones de aluminio, concreto prefabricado, paneles de yeso, caucho, cloruro de polivinilo y poliestireno. Éstas deben garantizar unidades de concretos iguales en forma, líneas y dimensiones a los elementos mostrados en los planos.

Las formaletas deben ser sólidas, adecuadamente arriostradas y amarradas, para mantener su posición y forma, y que resistan las cargas a las que puedan ser sometidas, tales como presiones por colocación y vibrado del concreto, carga muerta de diseño y cargas vivas. En el momento de colocar el concreto, la superficie de la formaleta debe estar libre de incrustaciones de mortero, óxidos o de cualquier otro material, y no debe tener perforaciones, imperfecciones, deformaciones o uniones defectuosas, que permitan filtraciones de la lechada a través de ellas o irregularidades en las caras del concreto (EPM, 2016).

Se debe cubrir la superficie de la formaleta que vaya a estar en contacto con el concreto con una capa de desmoldante, aceite mineral, aceite de higuera o parafina, para evitar la adherencia entre el concreto y la formaleta, teniendo especial cuidado en no ensuciar las barras de refuerzo ni las juntas de construcción. Se prohíbe la utilización de aceite quemado para lubricación de las formaletas.

Los tensores para la fijación de las formaletas deben tener un diseño tal que los agujeros que queden sean tan pequeños como sea posible, que garanticen el alineamiento de la formaleta y constituidos por pernos provistos de rosca y tuerca (EPM, 2016).

Los tensores de alambre para la fijación de formaletas sólo se permiten en superficies no expuestas de las estructuras terminadas y bajo aprobación de EPM. Todo hueco dejado por los tensores debe ser resanado con mortero de consistencia seca inmediatamente después de que se retire la formaleta.

Las abrazaderas deben ser de tal forma que la porción que permanezca embebida en el concreto esté por lo menos a 5 cm por dentro de las superficies terminadas y permitan



Retirar los extremos exteriores de las mismas, sin producir daños en las caras del concreto (EPM, 2016).

Cuando se trate de superficies expuestas se debe poner biseles en las esquinas de las formaletas para garantizar el chaflán.

El desencofrado debe realizarse sin movimientos bruscos, choques o destrucción de las esquinas o superficie del concreto. Se debe efectuar cuando el concreto haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar con seguridad su propia carga, más cualquier otra sobrepuesta que pudiera colocársele, previo a la evaluación de la magnitud de éstas (EPM, 2016).

El ACI “American Concrete Institute” en su documento ACI 347R (Guide to formwork for concrete), recomienda que se utilice el criterio de ganancia de resistencia que haya definido el ingeniero estructural para determinar la edad del concreto para desencofrar. En ausencia de dicho criterio, el ACI 347R dice que para el desencofrado de columnas de concreto se debe esperar mínimo 12 horas.

**2.2.5 Juntas.** Para efectos técnicos de las juntas de construcción, se debe cumplir lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Capítulo C.6.4). Adicionalmente se debe tener en cuenta lo establecido en la norma de EPM: NC-MN-OC07-01 Concretos.

Las estructuras de concreto deben contar con juntas de contracción, expansión o aislamiento (según lo que indiquen los planos estructurales) para compensar los esfuerzos y deformaciones resultantes por cambios volumétricos y de geometría causados por la retracción de fraguado, las variaciones en la temperatura, y los asentamientos diferenciales.

Adicionalmente deben existir juntas de construcción según lo indiquen los planos con las separaciones y detalles allí presentados (EPM, 2016).

La preparación o lavado de las superficies de las juntas de construcción debe hacerse por medio de un chorro de aire, agua a presión o cepillo de alambre, después de que el concreto haya empezado a fraguar, y antes de que haya alcanzado el fraguado final. Dicha operación tiene por objeto retirar la lechada, remover las partículas sueltas y descubrir los agregados gruesos, pero sin producir aflojamiento de estos.

Al iniciarse el vaciado siguiente, la superficie del concreto endurecido debe estar húmeda, pero sin acumulaciones de agua, cubierta con una ligera capa de mortero o de lechada de cemento de igual relación agua-cemento que la empleada en el concreto que se ha de vaciar. Las juntas deben cumplir el proceso constructivo especificado en la norma de construcción NC-MN-OC07-01 “Concretos”.

**2.2.6 Curado de las estructuras.** El curado debe ejecutarse durante siete días a partir del vaciado del elemento, mínimo tres veces al día, esto para evitar problemas como la fisuración temprana y el agrietamiento. Los métodos de curado que se permiten deben ser de acuerdo a lo establecido en las normas NTC 3318 Producción de concreto, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y la norma de EPM: NC-MNOC07-01 Concretos (EPM, 2016).

**2.2.7 Reparaciones en el concreto.** Se deben corregir todas las imperfecciones que se encuentren para que las superficies del concreto estén conformes con los requisitos exigidos en los planos estructurales. Todas las reparaciones se deben hacer durante las 24 horas siguientes al retiro de las formaletas. Todas las imperfecciones superficiales y rebabas deben esmerilarse en

forma cuidadosa. En donde el concreto haya sufrido daños, hormigueros, fracturas o cualquier otro defecto superficial o donde sea necesario tener superficies tersas, estas deben picarse hasta retirar totalmente el concreto imperfecto hasta una profundidad que permita la buena adherencia del relleno; luego se llena con concreto o con mortero de consistencia seca hasta reconfigurar la superficie a conformidad de la norma de EPM: NCMN-OC07-01 Concretos. Dicho proceso debe ejecutarse por personal calificado, bajo la revisión de la interventoría.

### **2.2.8 Actividades generales para la construcción de estructuras de concreto. A**

continuación, se describen las actividades necesarias para la construcción de estructuras de concreto (EPM, 2016):

Localización, trazado y replanteo (NC-MN-OC01-03).

Demoliciones (si aplica).

Excavaciones (NC-MN-OC03-01) (si aplica).

Cargue, retiro y disposición del material (NC-MN-OC01-04).

Armado de refuerzo (NC-MN-OC07-07).

Vaciado del concreto (NC-MN-OC07-01).

Desencofrado (NC-MN-OC07-01).

### **2.2.9 Materiales generales para la construcción de estructuras de concreto. A**

continuación, se describen los materiales necesarios para la construcción de estructuras de concreto:

Acero de refuerzo (NC-MN-OC07-07).

Materiales para encofrados (Incluye tacos, teleras, cerchas, etc.).

Concreto (NC-MN-OC07-01).

Aditivos (NC-MN-OC07-01).

**2.2.10 Los desperdicios en la producción.** En su libro Lean Thinking, escrito por Womack y Jones en 1996, definieron la palabra muda o despilfarro (desperdicio) como toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor, como aquellos fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y por consiguiente sobreproducción de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que no son realmente necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente (ECOIE, 2020).

Los desperdicios fueron clasificados de la siguiente manera:

**La sobreproducción:** consiste en la fabricación de productos que no eran necesarios, es decir, producir más de los que eran solicitados por el área de ventas, o sea al ser fabricados sin que el cliente lo requiera, aumentaba el inventario y costo de mantenimiento por su almacenamiento.

**Tiempo de espera:** el operador esperaba que la maquina hiciera su trabajo, por eso fue que en la implementación de los métodos como el fordismo sustituyó al taylorismo porque se observó este inconveniente, entonces las maquinas fueron modificadas y su colocación en la planta debía

ser de manera que disminuyera los tiempos innecesarios en movimientos inútiles y pensaron que la mejor manera era colocar operadores que controlaran varias máquinas al mismo tiempo ubicándolas en forma de L ó U (ECOIE, 2020).

**El transporte innecesario:** los movimientos de un lugar a otro crean pérdidas de tiempo, lo cual disminuye la productividad de la empresa, generando desperdicio, los productos se pueden deteriorar o desgastar, así como los lugares a los que son llevados.

**El sobreprocesamiento:** cuando no se tiene una tarea clara, se crean imprevistos, y esto pasa cuando se quiere realizar una actividad y no se tiene completa seguridad de cómo realizarla, por lo tanto, se generan aumentos de costos y pérdida de valor a los productos.

**El inventario:** el exceso de materia prima causa aumento de costos por almacenamiento, deterioro y transporte.

**Movimientos innecesarios:** cualquier movimiento que realicen los trabajadores en la empresa es tiempo transcurrido, por lo tanto, si se evitan movimientos como buscar alguna herramienta o realizar acciones como mirar, acumular piezas, utensilios o también caminar en espacios demasiado grandes, se reducirán los desperdicios.

**Productos defectuosos:** al producir productos mal fabricados representa trabajo, costo y tiempo perdido

Es así como se identifica los inconvenientes que desmejoran la calidad de las empresas, pero que al tenerlos en cuenta mejoran:

La productividad.

La eficiencia de la mano de obra.

Que las empresas trabajen en un ambiente agradable, fomentando la limpieza y el orden de las cosas.

Los tiempos perdidos para transformarlos en productividad.

Los riesgos sanitarios que pueden causar la mala higiene de los espacios y cosas.

Fabricar productos de calidad.

Aumentar la seguridad en el trabajo.

**2.2.11 Fallas.** Las fallas en estructuras de concreto se pueden producir por factores externos, calidad de materiales u omisión de detalles en etapas de diseño o construcción o durante su servicio y vida útil. Estas fallas se dividen en 5 categorías:

**Fallas en el diseño.** En el desarrollo del diseño de cualquier estructura de concreto, actualmente se usan diferentes programas computacionales que permiten simular y calcular las estructuras mediante la definición de diferentes aspectos como cargas, dimensiones, materiales, detalles arquitectónicos, entre otros, con el fin de cumplir con los estándares estipulados en la normativa sismo resistente vigente. Sin embargo, adicional a esto es importante tener en consideración aspectos como las condiciones ambientales, el tiempo estimado de servicio, el tipo de operación de la estructura y el avance tecnológico de materiales (360 En concreto, 2020).

Algunas de las fallas más comunes que se presentan en estructuras de concreto debido al diseño son:

Ausencia de inclusión en cálculos cargas, esfuerzos adicionales y condiciones de servicio.

Siempre es necesario verificar todas las variables que se están considerando y asegurarse que ellas estén incluidas en la simulación de la estructura, ya que puede haber omisión de información que conduzca a imprecisiones en el cálculo.

Falta de concepción e inclusión en los diseños estructurales, el diseño arquitectónico estipulado y viceversa.

Falta de posibles contactos entre la estructura y el agua, es decir, drenajes o desagües sobre el concreto, puntos en la estructura expuestos a acumulación de agua o a periodos de humedecimiento y secado, entre otros.

Proyección inadecuada u omisión de juntas que controlan la generación de fisuras.

Dimensionamiento inapropiado tanto de las secciones de elementos como vigas, columnas, espesores de placas, etc., así como de la distribución de su refuerzo.

Especificación faltante o errónea de los materiales a emplearse en obra.

Carencia de información de detalles en planos de construcción.

Fallas por materiales.

La ingeniería de materiales de construcción ha venido presentando avances tecnológicos importantes, que han permitido ampliar el uso y las aplicaciones de los mismos, y a su vez realizar estructuras con mayores retos ingenieriles. En el caso del concreto, en la actualidad se cuenta con múltiples tipos de cemento, con posibilidades agregados tanto de cantera como reciclados y con múltiples aditivos y adiciones que aumentan propiedades del concreto como su

resistencia, entre otras.

Todas estas opciones y avances tienen innumerables ventajas; sin embargo, los diseñadores y constructores deben conocer bien sus propiedades con el fin de, escoger el cemento adecuado en términos de durabilidad, destinar los aditivos y adiciones correctas y en la dosificación adecuada, determinar una granulometría que no genere segregación en la mezcla, elegir el agua con la calidad apropiada y en la cantidad adecuada, entre otros. Así mismo, en el diseño de mezclas se debe tener en cuenta realizar dosificaciones de materiales por peso, correcciones de humedad en agregados y ajustes al agua por absorción (360 En concreto, 2020).

Entre las fallas por materiales más comunes se encuentran:

Diseño inadecuado de la mezcla u omisión del uso de la curva de relación agua/material cementante ( $a/mc$ ) de los materiales.

Falta de control de calidad a los materiales y a la mezcla desconociendo su resistencia y comportamiento, teniendo posibles fatigas a temprana edad y deteriorando su durabilidad.

Uso de exceso de aire, adición de agua sin control, poco o exceso de cemento generando porosidad o alta contracción respectivamente, y exceso de agregado fino o grueso afectando la resistencia o causando segregación respectivamente.

En el fraguado: Retardos excesivos que forman fisuras y afectando la adherencia entre el concreto y el acero.

Falso fraguado que pueden inducir a adicionar agua de mezclado afectando la relación  $a/mc$ .



Fraguados acelerados que pueden generar estructuras de adherencia pobre y bajas resistencias.

Uso de acero de calidad inapropiada o uso del acero de forma inadecuada (corrugado como acero principal y liso como acero secundario en estribos, flejes, etc).

### **Fallas por construcción:**

Durante el proceso constructivo de cualquier proyecto es importante seguir lo máximo posible el diseño y la planeación del proyecto con el fin de que la estructura se comporte acorde con las especificaciones estipuladas. Para esto es necesario contar con la experiencia adecuada, mano de obra calificada, control de calidad, entre otros aspectos que permitan el desarrollo satisfactorio de la obra y evitar fallas en el concreto causadas por:

En formaletas:

Falta de diseño.

Deformaciones o defectos.

Falta de verificación de su estabilidad antes de realizar el vaciado.

Descimbrado anticipado o con técnicas inadecuadas.

Incumplimiento de tolerancias dimensionales en la geometría de los elementos de concreto, así como en la colocación del acero permitiendo posibles desplazamientos del mismo y afectando el recubrimiento estipulado por el diseño o norma.

Malas prácticas en la colocación, manejo, compactación, y falta de procesos de protección y curado adecuado.

Procesos inadecuados de levantamiento, izaje o montaje de elementos prefabricados.

Afectar el cuerpo de la estructura o de un elemento para conectar instalaciones anexas o precargar la estructura sin poseer la resistencia necesaria.

### **Fallas por operación:**

La vida útil de servicio de una estructura consiste en ese periodo para el cual se le considera en buen estado de funcionamiento hasta llegar a un nivel de deterioro aceptable. La vida útil además de estar ligada a un adecuado diseño, al uso correcto de los materiales adecuados y a la calidad con la que se lleva a cabo el proceso constructivo, también se encuentra vinculada con el uso que se le dará a la estructura durante ese periodo de tiempo.

La operación o función que se le otorga a la estructura podrá disminuir su vida útil de servicio estipulada, viéndose generalmente afectada por la aplicación de cargas mayores a las contempladas en el diseño debido a diferentes acciones o fenómenos, o por el cambio de uso general de la estructura (360 En concreto, 2020).

### **Fallas por mantenimiento:**

Cómo toda estructura de concreto, con el fin de garantizar su integridad, funcionalidad y durabilidad durante su vida útil, se deben realizar inspecciones rutinarias que permitan determinar el estado de la estructura y establecer planes de acción a tomar en la estructura para corregir los problemas identificados. Las acciones incluyen entre otras realizar un mantenimiento, una reparación, una rehabilitación o un refuerzo de la estructura.

Luego que una estructura entra en operación, se recomienda realizar una inspección preliminar que ayudará a elaborar el manual de mantenimiento de la estructura, pudiendo ser preventivo, correctivo o curativo:

**Preventivo:** Reparaciones que minimicen o eviten futuros deterioros o el desarrollo de patologías ya existentes.

**Correctivo:** Recuperación del diseño original, reponiendo los materiales y la forma original de la estructura o de un elemento en específico.

**Curativo:** Reemplazo parcial o total (demolición y reparación) de elementos debido al deterioro presentado (360 en concreto, 2020).

## **2.3 Marco Conceptual**

**2.3.1 Control de obra.** Es la coordinación de todos los recursos de la obra, (humanos, materiales, equipos financieros, en la planificación, el tiempo y el costo) para así alcanzar un objetivo propuesto en la planificación de la obra teniendo en cuenta el costo, tiempo y calidad.

**2.3.2 Desperdicios.** Desperdicio es toda aquella acción que consume recursos materiales, humanos, económicos y de tiempo, que no agregan valor al producto. Se llevan a cabo, pero no obtienen una valoración significativa por parte del cliente. Son por lo tanto prescindibles ya que son improductivos bajo la idea de optimizar los recursos para lograr hacer más con menos.

**2.3.3 Procesos constructivos.** El proceso constructivo se refiere al conjunto de fases, consecutivas o separadas en espacios de tiempo, necesarias para la materialización de un proyecto. Aunque cada proceso es propio para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar. Sin embargo, se debe contar con

las habilidades necesarias, conocimientos y experiencia en el desarrollo de cada etapa del proceso para obtener excelentes resultados; porque de lo contrario una mala práctica puede ocasionar graves consecuencias de construcción.

**2.3.4 Actividades constructivas.** Consiste en aquellas tareas que le dan forma al proyecto, de una actividad del presupuesto del proyecto pueden derivarse algunas tareas para construir un elemento u organizar una actividad mayor.

**2.3.5 Columnas.** Elemento arquitectónico de soporte, rígido, más alto que ancho y normalmente de sección cilíndrica o poligonal, que sirve para soportar la estructura horizontal de un edificio, un arco u otra construcción; también puede constituir por sí solo un elemento decorativo, una señal, etc.

**2.3.6 Fallas constructivas.** Una falla estructural es una alerta en la que el desempeño de una construcción puede tener un rendimiento menor al esperado originalmente.

**2.3.7 Concreto.** Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos (agregado), agua y aditivos específicos.

El aglomerante es, en la mayoría de las ocasiones, cemento (generalmente cemento Portland) mezclado con una proporción adecuada de agua para que se produzca una reacción de hidratación. Las partículas de agregados, dependiendo fundamentalmente de su diámetro medio, son los áridos (que se clasifican en grava, gravilla y arena). La mezcla de cemento y agua se denomina pasta de cemento, si a esta se añade arena se cataloga como mortero y si al mortero se le añade grava, se denomina concreto.

**2.3.8 Acero de refuerzo.** El acero de refuerzo, también llamado ferralla, es un importante material para la industria de la construcción utilizado para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de este elemento, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones. Por su importancia en las edificaciones, debe estar comprobada y estudiada su calidad. Los productos de acero de refuerzo deben cumplir con ciertas normas que exigen sea verificada su resistencia, ductilidad, dimensiones, y límites físicos o químicos de la materia prima utilizada en su fabricación. La ferralla va, parte o en su totalidad, embebida en el hormigón.

## **2.4 Marco Contextual**

**2.4.1 Descripción del proyecto.** Este proyecto está diseñado para la Construcción de estructura, mampostería e instalaciones eléctricas para el edificio de 4 pisos Fase II del proyecto, en donde se realizarán los procesos constructivos de columnas de todos los pisos y se pudo obtener información del proyecto por medio de esta fase constructiva, aprovechando toda la información que requiere esta investigación.

El trabajo en obra se realiza por medio de:

Tres ingenieros, un residente, un auxiliar, un encargado.

Un SISO.

Un practicante.

Un almacenista.

2 cuadrillas de 1 oficial-8 ayudantes.

**2.4.2 Objetivos del proyecto.** La Construcción de estructura, mampostería e instalaciones eléctricas de edificio.

**2.4.3 Alcance del proyecto.** Esta fase del proyecto consta de las siguientes actividades:

Construcción de columnas del segundo, tercer y cuarto piso del proyecto.

Construcción de escaleras del primer, segundo, tercer y cuarto piso del proyecto.

Construcción de placas aligeradas del primer, segundo, tercer cuarto piso y cubierta del proyecto.

Mampostería y pañete del primer, segundo, tercer y cuarto piso del proyecto.

Estuco y pintura del primer, segundo y tercer piso del proyecto.

Pasta de fachada del primer, segundo, tercer y cuarto piso del proyecto.

Ventanas y puertas de aluminio del primer segundo y tercer piso del proyecto.

Instalaciones eléctricas y de datos de todo el proyecto.

Redes sanitarias de todo el proyecto.

Redes de aguas lluvias de todo el proyecto.

Redes Hidráulicas de todo el proyecto.

Red contraincendios de todo el proyecto.

Construcción de tanque de todo el proyecto.

## **2.5 Marco Legal**

**2.5.1 Ley 30 de 1992.** Artículo 3. Garantiza la autonomía universitaria y vela por la calidad del servicio educativo a través del ejercicio de la suprema inspección y vigilancia de la Educación Superior.

**2.5.2 Acuerdo 065 de 1996 de la UFPS.** El Consejo Superior Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander en el Estatuto estudiantil el día 26 de agosto de 1996, mediante el acuerdo N° 065, artículo 140, define las opciones que, del estudiante para realizar su trabajo de grado, los posibles proyectos, trabajos de investigación y sistematización del conocimiento, proyectos de extensión, pasantías, trabajo dirigido y reglamentado por el acuerdo 069 del 5 de septiembre de 1997. En el inciso G de este acuerdo manifiesta que el trabajo dirigido consiste en el desarrollo, por parte del estudiante y bajo la dirección de un profesional en el área del conocimiento a la que es inherente el trabajo, de un proyecto específico que debe realizarse siguiendo el plan previamente establecido en el anteproyecto correspondiente, debidamente aprobado. Se deberá cumplir con todos los objetivos, requisitos, estatutos y procedimientos propios del contratista.

### 3. Diseño Metodológico

En este trabajo de investigación se lleva paso a paso las actividades constructivas de las columnas de concreto del primer piso, con el fin de analizar las fallas y desperdicios que se presentan en estos elementos estructurales que son muy importantes para la construcción, la seguridad del edificio y así garantizar un proyecto estable ante vulnerabilidades sísmicas y duradero.

#### 3.1 Tipo de Investigación

Este estudio del proyecto se basa en un tipo de investigación descriptiva y cualitativa.

##### **Investigación según el propósito:**

**Aplicada** porque se llevan a cabo la teoría fundamentada en este proyecto, resuelve necesidades en donde sugiere mejorar el proyecto en cuanto a los procesos constructivos para la mejora de reducir pérdidas bien sea por fallas o desperdicios de materiales.

##### **Investigación según el nivel:**

**Metodología descriptiva** en esta etapa del trabajo investigativo se realizó una organización de los resultados de aquellas observaciones generadas, sus características y procesos que se fundamentan en las teorías investigadas. Esta investigación se fundamenta en los análisis y todas las pruebas que se pueden realizar en la metodología del proyecto para evaluar la estimación de los resultados obtenidos.



## **3.2 Población y Muestra**

**3.2.1 Población.** Proyecto de construcción de un edificio en la ciudad de Cúcuta específicamente en la segunda fase del proyecto en ejecución.

**3.2.2 Muestra.** La muestra elegida es el desarrollo de la Fase II cuyo objeto es la Construcción de estructura, mampostería e instalaciones eléctricas para edificio de la ciudad de Cúcuta Norte de Santander.

## **3.3 Instrumentos para la Recolección de Información**

**3.3.1 Técnicas.** Para la toma de información y ejecución de los objetivos, se realizó inicialmente un análisis bibliométrico con Scopus y el software Vosviewer de los estudios realizados a nivel mundial sobre el tema investigado. Seguidamente se realizó la toma de información de acuerdo a la actividad de construcción de columnas del edificio para analizar el proceso constructivo por medio de toma de datos y registro fotográfico en campo. Por último, se realiza un análisis de posibles fallas y desperdicios.

**3.3.2 Instrumentos.** Para la realización del proyecto se utilizaron los siguientes instrumentos

**Base de datos de Scopus:** para realizar el análisis bibliométrico es necesario tener acceso de una suscripción de la base de datos de Scopus, en este caso se pudo gestionar la accesibilidad por medio de la Universidad de Jaen en España.

**Observación directa en campo por parte del investigador:** es importante que el investigador tuviera clara las actividades de observación en campo para poder realizar de manera correcta la toma de información.

**Asistencia en capo a la hora de la construcción de las columnas:** es muy necesario que el investigador tuviera la disponibilidad para observar en campo las actividades constructivas de las columnas.

**3.3.3 Fuentes primarias.** En primera instancia para la recolección de información primaria se realizó un análisis bibliométrico por medio de Scopus y VOSviewer para analizar los procesos constructivos y publicaciones realizadas para este estudio.

Por otro lado, la observación y asistencia a la ejecución de las actividades constructivas se realizó y se pudo tomar la información más el registro fotográfico para analizar fallas y desperdicios.

**3.3.4 Fuentes secundarias.** Se utilizó herramientas como:

Software VOSviewer.

Base de datos Scopus.

Registro fotográfico.

Formato de toma de datos en campo.

### **3.4 Técnicas de Análisis y Procedimiento de Datos**

Para el análisis de la recolección de los datos se utilizaron herramientas como el software de VOSviewer, Scopus, Excel como gráficos y operaciones para realizar un análisis de la búsqueda de información a nivel global.

Toma de datos en campo por medio de observación y registro fotográfico para la realización del segundo objetivo.

Para el tercer objetivo se utilizó el libro de la Implementación de la metodología de las 5s en proyectos de construcción para identificar desperdicios, bases de datos como scopus y la web en donde se obtuvo información de procesos constructivos de columnas de concreto armado y fallas en estos procesos.

Por último, para la mejora en la información se tomó en cuenta el cronograma del proyecto realizado el cual generó una visión amplia de mejorar la calidad de la información del proyecto la ejecución del proyecto.

### **3.5 Fases y Actividades Específicas del Proyecto**

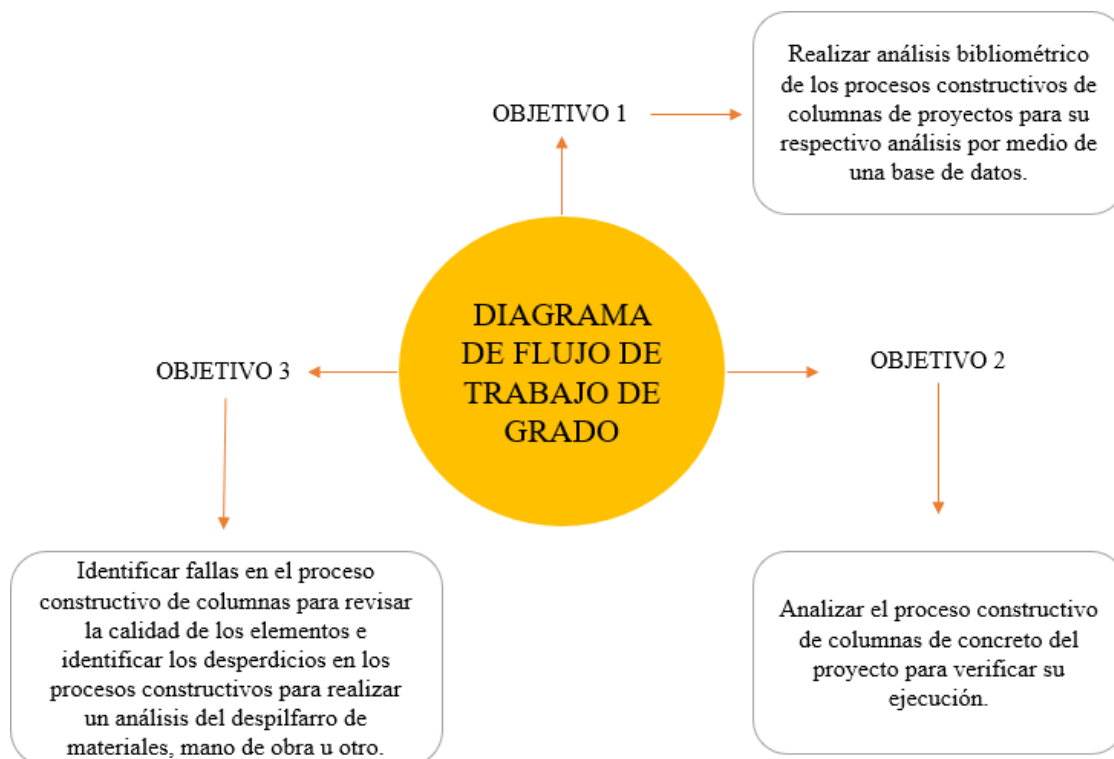
**3.5.1 Fase I.** Realizar análisis bibliométrico de los procesos constructivos de columnas de proyectos para su respectivo análisis por medio de una base de datos.

**3.5.2 Fase II.** Analizar el proceso constructivo de columnas de concreto del proyecto para verificar su ejecución.

**3.5.3 Fase III.** Identificar fallas en el proceso constructivo de columnas para revisar la calidad de los elementos e identificar los desperdicios en los procesos constructivos para realizar un análisis del despilfarro de materiales, mano de obra u otro.

#### 4. Desarrollo de la Investigación

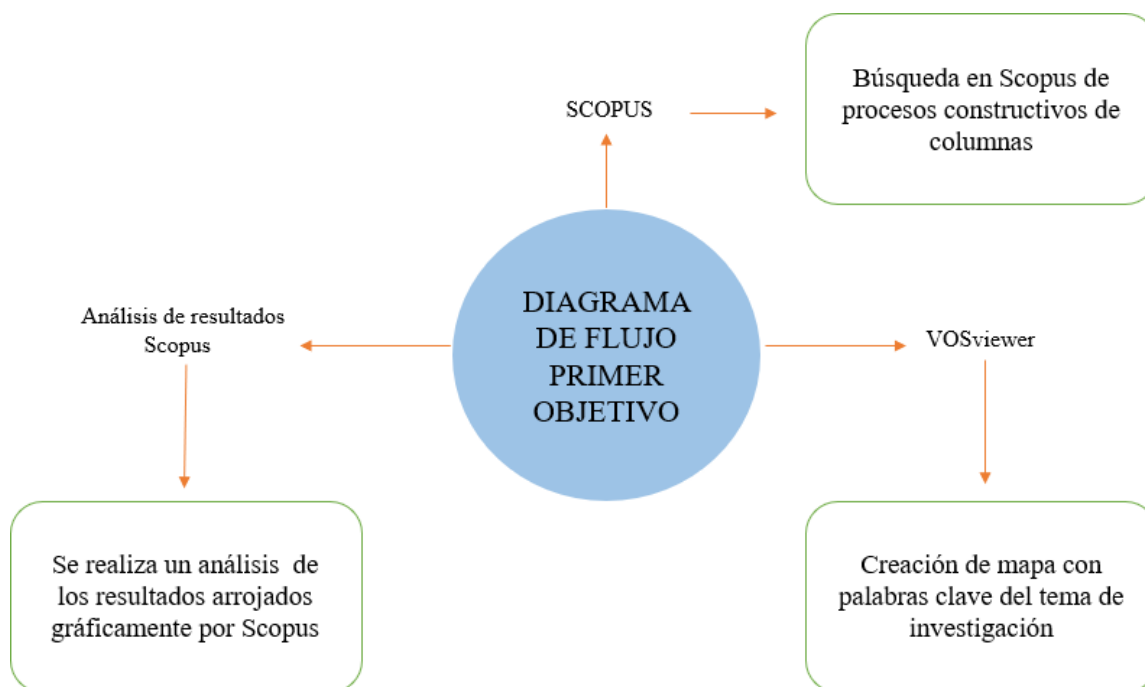
A continuación, se muestra un diagrama de flujo del desarrollo de la investigación con el fin de cumplir los objetivos del proyecto de investigación.



**Figura 2. Diagrama de flujo del trabajo de investigación**

##### **4.1 Objetivo I. Realizar Análisis Bibliométrico de los Procesos Constructivos de Columnas de Proyectos para su Respectivo Análisis por Medio de una Base de Datos**

Para la ejecución del primer objetivo se realizó un diagrama de flujo del procedimiento a seguir como se muestra en la figura 3.



**Figura 3. Diagrama de flujo de ejecución del primer objetivo**

Inicialmente se realizó un análisis bibliométrico se hace una búsqueda en Scopus el 3 de noviembre de 2021 mediante la siguiente búsqueda: [column construction processes] vinculado a palabras claves utilizando el software Vosviewer y extrayendo un mapa en donde se visualiza el mayor contenido de las palabras claves arrojando mayor concentración en construcciones en concreto.

Inicialmente de la búsqueda se obtiene un resultado de 3.003 documentos. Con esta información documentada se realizó en primer momento un análisis descriptivo, se identifica los países con más vínculo con construcciones en concreto como columnas, el año en el que se comienza a describir, estudiar e investigar más los procesos constructivos, el área en donde más hay aplicaciones del tema y por último el resumen de autores que aplican, escriben e investigan sobre este tema.



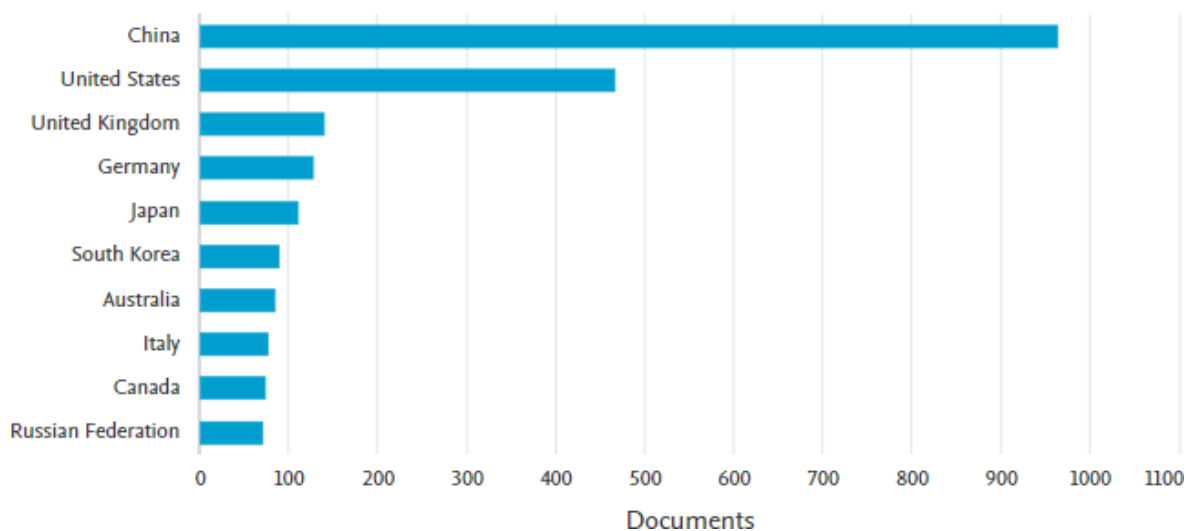
Inicialmente se realiza una búsqueda en Scopus se realiza la exportación de los resultados sobre las palabras claves vinculadas al tema, por medio del mapa se visualiza los resultados obtenidos asociados a la investigación sobre procesos constructivos de columnas, en el cual se pueden observar 4 clusters por colores agrupándose en las diferentes relaciones de los conceptos y en los cuales se pueden observar las redes de citación. El tamaño de los puntos sumando a lo central y circular de estos, se visualiza los nexos que muestra un concepto con otro.

En cuanto al mapa resultado obtenido del software VOSviewer se observó la importancia en los 4 clusters del tema debido a que son las palabras más utilizadas como construcciones en concreto que están incluidos los elementos estructurales en concreto como columnas, deformaciones en donde se habla de las fallas obtenidas por los inadecuados procesos constructivos, procesos constructivos en donde se habla de las actividades a ejecutar para la construcción de columnas, esto significa que la información obtenida aportada por la base de datos Scopus es amplia, se relaciona con el tema y aporta información la cumplir con el siguiente objetivo.

En la siguiente figura 5 se observa los documentos publicados por países.

### Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

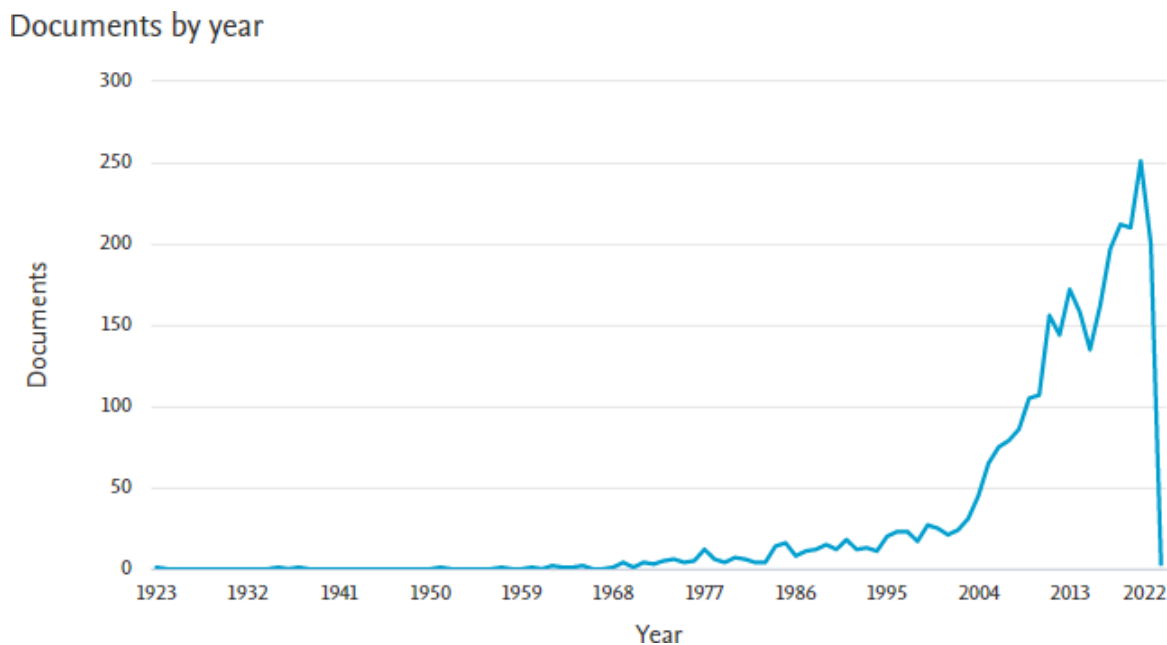


**Figura 5. Documentos por país o territorio**

En esta gráfica se observó que las construcciones y procesos constructivos en concreto tiene mayor auge en la China con un resultado de 963 documentos relacionados, el cual demuestra la aplicabilidad en un país que es una potencia en infraestructura y que tiene planes de inversión de más de 1000 millones de dólares anuales para vías, puentes, transporte, aeropuertos, etc.



En la siguiente figura 6 se observa el ascenso que ha llegado a tener a través del tiempo.



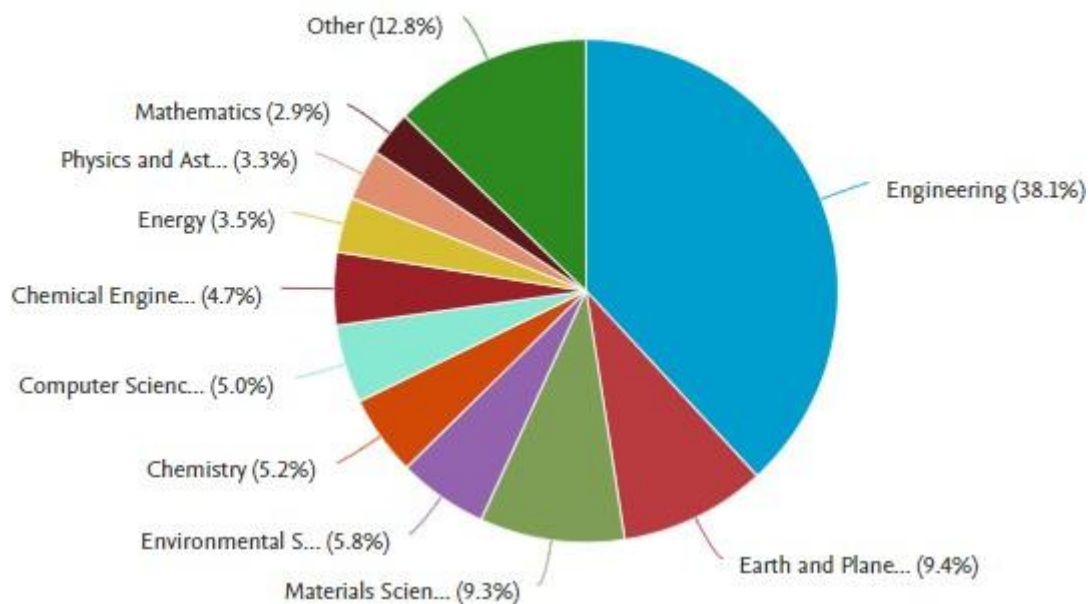
**Figura 6. Documentos por año**

Se observa que para el año 2021 llegó a publicarse 200 documentos y para el 2022 tuvo un descenso a 3 documentos publicados en Scopus porque aún no llega el año.

Es importante realizar este análisis porque es visible el progreso de la investigación en temas de infraestructura y es posible adoptar mucha información que apoya la investigación realizada.

A continuación, en la siguiente figura 7 se observa el área de aplicabilidad

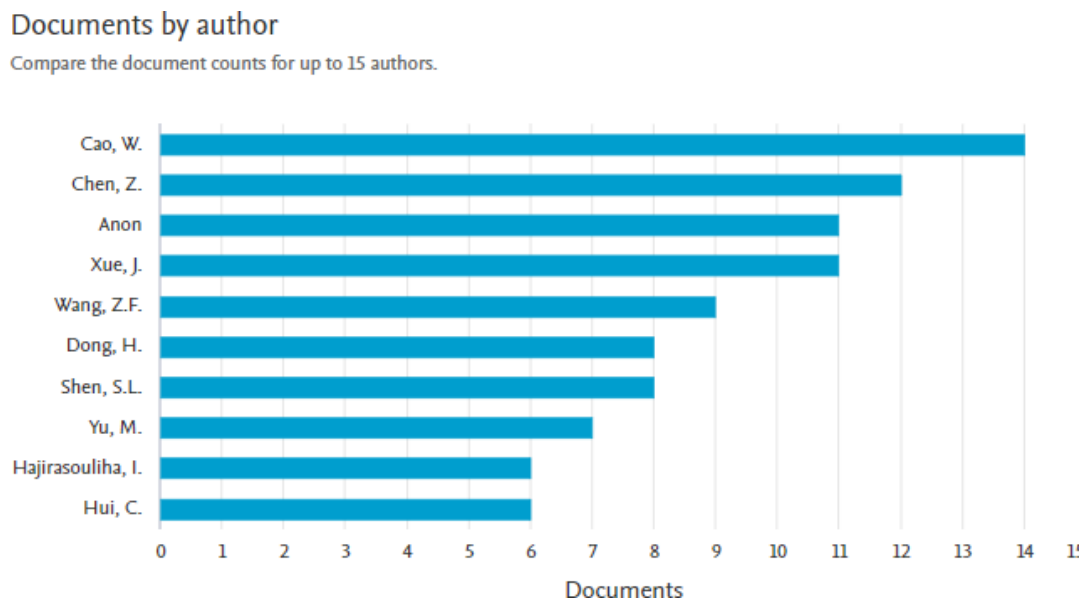
### Documents by subject area



**Figura 7. Documentos publicados por área**

En esta gráfica se puede visualizar que con un resultado del 38,1% con al menos 1906 documentos publicados están basados en la ingeniería. El cual es posible tomar mucha información que esta base de datos suministra para la realización de este trabajo investigativo.

A continuación, en la siguiente figura se observa los resultados obtenidos por autor



**Figura 8. Documentos publicados por autor**

En esta gráfica se puede visualizar que la mayoría de los autores al ser China el principal territorio con publicaciones de este tipo pues se observan en su mayoría autores de origen chino, como Cao. W, Chen. Z, Anon, con mayores resultados obteniendo 14, 12 y 11 documentos respectivamente y siendo estos autores y creadores de unos de los países con mas inversión en infraestructura de concreto.

Se puede concluir de este análisis en cuanto a la aplicabilidad en la construcción que ha venido siendo un éxito para el mundo a través de los años, aunque se observó un descenso debido a la pandemia COVID – 19 el cual ha bajado su productividad por falta de recolección de datos en campo y toda la investigación se enfocó en el área de la salud.

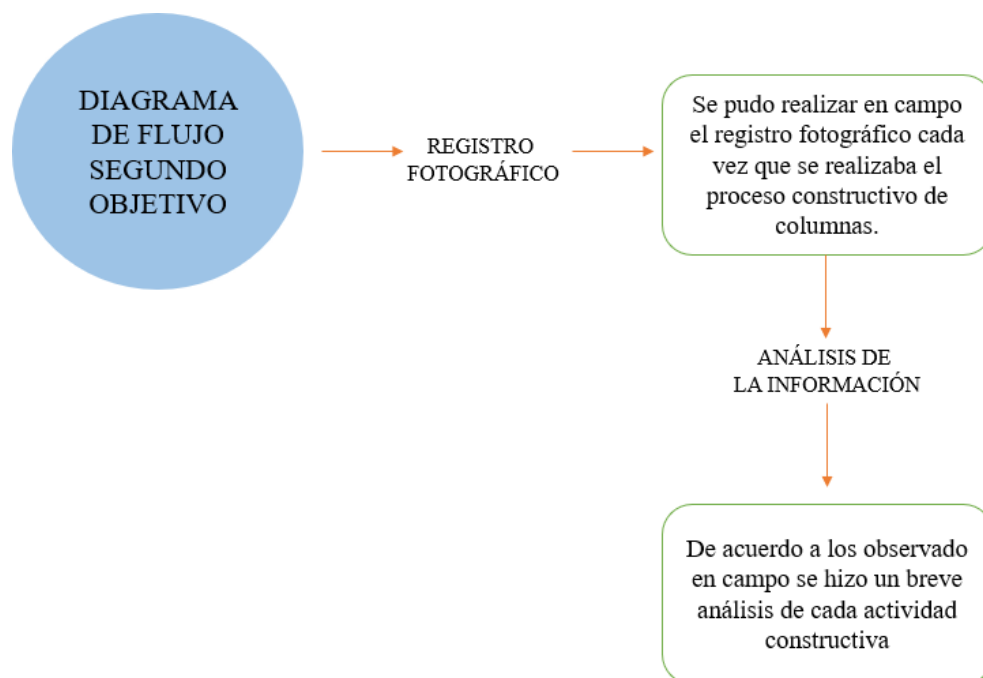
En cuanto al área de aplicabilidad se observó en la figura 7 con un 38,1% el mayor porcentaje en el área de la ingeniería.

Se ha podido analizar que mediante los estudios que se han realizado a través del tiempo y los resultados de productividad en la construcción se ha generado impacto a nivel mundial debido a la cantidad de estudios realizados y los resultados positivos en la industria de la construcción, sobre todo por el ascenso que ha tenido a través del tiempo.

Por último, cabe resaltar que en uno de los países potencia a nivel mundial como lo es China como muestra en la figura 5 se visualiza que este sea el de mayor aplicabilidad, lo cual demuestra la confianza y fiabilidad del sistema.

#### 4.2 Objetivo II. Analizar el Proceso Constructivo de Columnas de Concreto del Proyecto para Verificar su Ejecución

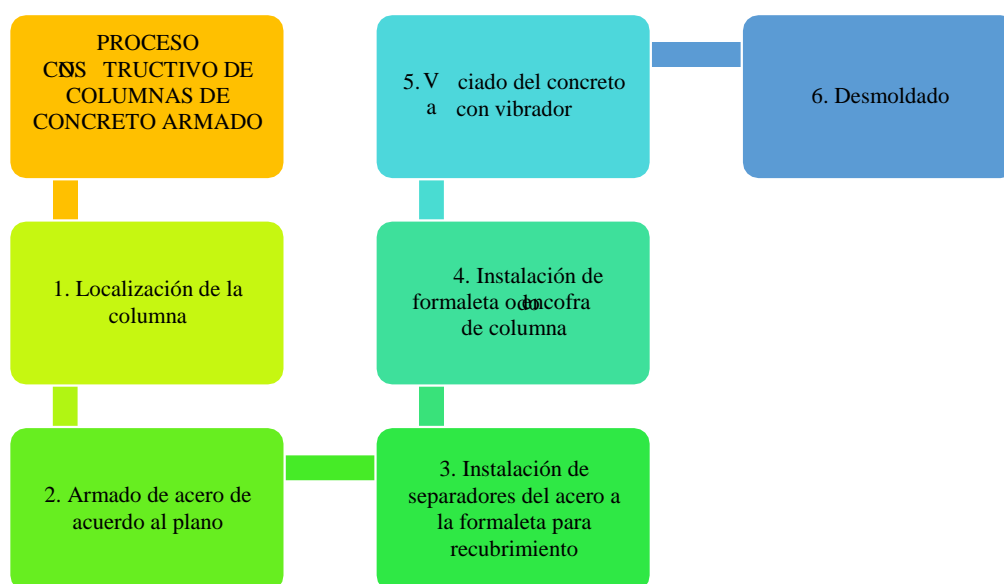
A continuación, en la siguiente figura se realiza un diagrama de flujo del proceso a seguir en el objetivo 2.



**Figura 9. Diagrama de flujo objetivo 2**

Inicialmente se pudo constatar en campo cada una de las actividades realizadas o el proceso constructivo de las columnas de concreto armado del proyecto, se realizó el análisis de acuerdo a la teoría fundamentada en el marco teórico.

A continuación, en la figura 10 se observa el proceso constructivo realizado en el proyecto, se tomaron la construcción de columnas del tercer piso de acuerdo con la ejecución del momento del proyecto y la investigación.



**Figura 10. Proceso constructivo realizado en campo**

A continuación, se observa la ejecución en campo.

#### **Localización de columnas:**

En esta actividad constructiva se replantea la ubicación de la columna nivelando y cuadrando para que esta se encuentre alineada con las demás y las del piso anterior, sin embargo, esta ya debe tener los pelos de acero que sobresalen de las columnas fundidas anteriormente en el piso debajo.



**Figura 11. Localización de columnas**

Como se puede observar en la figura 11 el acero de las columnas continua de acuerdo con el diseño de las mismas, estos fueron debidamente colocados según el despiece estructural de las columnas, lo cual conserva la continuidad de las columnas para cumplir con las normas estructurales.

**Armado de acero de acuerdo al plano:**

En esta actividad constructiva se realiza todo el corte, figurado y armado del acero de refuerzo de las columnas de acuerdo con los planos y despieces estructurales de cada una de ellas.

A continuación, en la siguiente figura se observa el armado de acero de refuerzo



**Figura 12. Armado de acero de refuerzo**

Como se puede observar en la figura anterior se ejecuta el proceso constructivo de armado de acero de refuerzo, se observó las medidas del proceso y si cumple con el espaciado entre estribos, los diámetros de las varillas, la cantidad de las varillas y el ancho por el largo de cada columna.

#### **Instalación de separadores del acero a la formaleta para recubrimiento:**

En esta actividad se realizó el proceso constructivo de instalación de separadores entre formaleta y acero para darle espacio al recubrimiento.



A continuación, en la figura 13 se observa dicha actividad.



**Figura 13. Colocación de separadores**

En la figura anterior se pudo observar en la actividad de instalación de separadores que estos no fueron instalados, se colocaron algunos trozos de bloques el cual no está permitido. Además, se observó en la actividad que el desmoldante utilizado fue aceite limpio lo cual es bueno para que el concreto no se adhiera a la formaleta. Por otro lado, los tensores para la fijación de las formaletas deben ser los agujeros lo más pequeños posibles para garantizar el alineamiento de la formaleta y estos se hicieron de tal manera.

De acuerdo con ACI 347R dice que para el desencofrado del concreto se debe esperar mínimo 12 horas, en este caso si se cumplió con lo estipulado por la norma.



### **Instalación de formaleta o encofrado de columna:**

En esta actividad se realiza la formaleta de acuerdo a las medidas de las columnas. A continuación, en la siguiente figura se observa la ejecución de esta actividad.



**Figura 14. Encofrado de columnas**

En la figura anterior se observa la actividad de encofrado de columnas el cual se realizó con formaleta metálica asegurándolo con chapetas y mordazas. Estos elementos están debidamente instalados y nivelados.

### **Vaciado del concreto con vibrador:**

En esta actividad se realiza el vaciado del concreto en las columnas A continuación en la siguiente figura se observa dicha actividad.



**Figura 15. Vaciado de concreto y vibrador**

En la figura anterior se observó en la ejecución de la actividad del vaciado de concreto que al finalizar dicha actividad quedó sobrando concreto, que hubo demoras en la llegada de los carros mixer, que la hora de vaciado fue a la 1 de la tarde, una hora donde el sol está bastante fuerte. El vibrado del concreto se realizó, aunque no de la mejor manera.

**Desmoldado:**

En esta actividad se realizó la desinstalación de la formaleta de las columnas

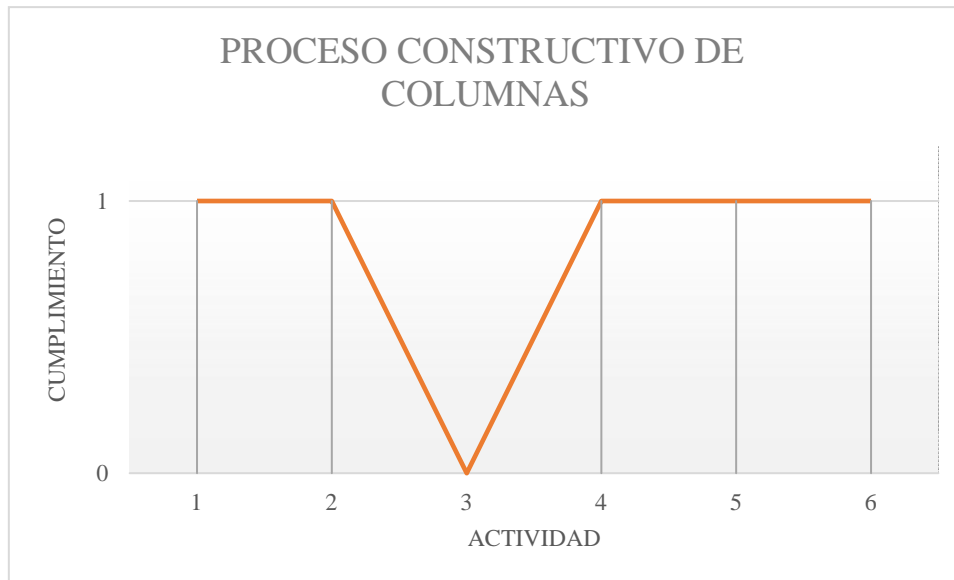
A continuación, en la siguiente figura se observa la ejecución de dicha actividad.



**Figura 16. Desmoldado**

En la figura anterior se observa la desinstalación de la formaleta de las columnas, se pudo encontrar el mal vibrado en algunas de ellas, lo cual se tuvo que hacer reparaciones para que esta cumpla con su función.

### Resultados generales del objetivo:



**Figura 17. Resultados generales del proceso constructivo**

Como se observa en la figura 17 el proceso constructivo en gran mayoría se cumple con las actividades. Los resultados 1 quiere decir que se cumple la actividad y 0 quiere decir que no se cumple la actividad del proceso constructivo, por lo tanto, 1 de 6 actividades fueron cumplidas.

### **4.3 Objetivo III. Identificar Fallas en el Proceso Constructivo de Columnas para Revisar la Calidad de los Elementos e Identificar los Desperdicios en los Procesos Constructivos para Realizar un Análisis del Despilfarro de Materiales, Mano de Obra u Otro**

#### **Análisis de fallas en el proceso constructivo:**

En este caso la estructura fue elaborada por mano de obra calificada, con experiencia y de calidad debido a que en estos elementos se observó que estaban debidamente alineados y nivelados con las demás columnas, permitiendo el correcto desarrollo y continuidad del elemento estructural.

No se encontró deformaciones ni defectos en las columnas ya fundidas y la geometría de estas están acorde a las dimensiones estipuladas por el ingeniero estructural.

El concreto y acero cumplió con las especificaciones técnicas.

El despiece fue claro en plano para que el maestro de obra realizara los cortes adecuados.

Los materiales se diseñaron cumpliendo la dosificación de cada uno de los materiales, el uso de la curva relación agua cemento de los materiales.

El control de calidad de los materiales que son fabricados por empresas especializadas en ellos, como por ejemplo la concretera a la que se contrató, la fiabilidad queda a responsabilidad de la empresa subcontratista ya que este proceso el contratista del proyecto no lo supervisa por obvias razones. Si en caso de que no sea el material con la dosificación correcta, este puede afectar la durabilidad del elemento.

El acero se utilizó de acuerdo a las especificaciones técnicas y despieces un acero corrugado para estribos y flejes y acero principal.

Se verificó la estabilidad de la estructura antes de vaciarse y después del vaciado del concreto.

En el recubrimiento se identificó que no tenía los separadores antes de vaciar la estructura lo cual afecta la funcionalidad del elemento y por ende la estructura aporticada.

Al momento del desencofrado de la estructura se observó algunos defectos por mal vibrado, por lo tanto, se realizó en el momento unas reparaciones mínimas al elemento.

El curado del concreto se utilizó material curativo antisol SIKA una vez desmoldado el elemento.

De acuerdo con ACI 347R dice que para el desencofrado del concreto se debe esperar mínimo 12 horas, en este caso si se cumplió con lo estipulado por la norma.

Para efectos técnicos del curado concreto se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Capitulo C.5), el ACI 308 y la norma técnica colombiana NTC 890. En este caso solamente se aplicó el producto antisol SIKA una sola vez, apenas se desmoldó todas las columnas, debido a las características del producto este puede aplicarse de esta manera para evitar problemas de fisuración y agrietamiento temprano.

#### **Análisis de desperdicios en el proceso constructivo:**

En este caso de acuerdo a la teoría fundamentada en el marco teórico, a la hora de fundir las columnas se observó que el concreto se desperdició porque se produjo gran cantidad, el cual generó un sobre costo en el proyecto, es decir se produjo más de lo que se requería y este tuvo que votarse porque no se podía utilizar en el momento para otro elemento.

A la hora de fundir las columnas se desperdició el tiempo porque el concreto no llegó a tiempo y cuando llegó el primer mixer al necesitar el otro también se desperdició tiempo porque duro mas de 1 hora en llegar, es decir mientras el operador esperaba la máquina perdió más de 2 horas de trabajo, lo cual baja la productividad y el cumplimiento de las actividades se atrasan.

El rendimiento de los trabajadores bajó debido a las esperas de los carros mixer para fundir las columnas, cuando el operador para las actividades esperando una herramienta o equipo este baja su rendimiento causando el atraso de las actividades a cumplir en la planificación de la

semana.

El tiempo de espera es algo que se vuelve monótono si la planificación del proyecto no esta e buenas manos, en este caso se observó que al no pedir las formaletas a tiempo atrasó las actividades mensuales del proyecto, debido a que la empresa que suministra las formaletas no separó la cantidad que necesitaban porque tenían otro proyecto mas grande el cual debían suministrar, por lo tanto, en el momento de realizar la actividad de encofrado está se retraso una semana por la falta de dichas formaletas. Este caso es algo que nunca debería ocurrir en la planeación de un proyecto, debido a que lo atrasa totalmente y si la planeación no se realiza adecuadamente se va a ver afectado el plazo de ejecución de la fase.

Existe un desperdicio que se llama inventario, en este caso ocurrió en el proceso constructivo de columnas, con el material de parales y formaletas metálicas, una vez estas se utilizaron se observó que sobraba una tercera parte del total del material solicitado y este no se devolvió, por o tanto quedaron parados en la obra durante 20 días de alquilar, por lo tanto, generó un costo innecesario generando el desperdicio de inventario.

## 5. Conclusiones

Al analizar los resultados obtenidos en el objetivo 1 en donde se realizó un análisis bibliométrico por medio de la base de datos de Scopus y el software VOSviewer lo cual se obtuvieron un gran número de resultados.

Se observó en el mapa obtenido por el software la importancia en los 4 clusters del tema debido a que son las palabras más utilizadas como construcciones en concreto que están incluidos los elementos estructurales en concreto como columnas, deformaciones en donde se habla de las fallas obtenidas por los inadecuados procesos constructivos, en donde se habla de las actividades a ejecutar para la construcción de columnas, esto significa que la información obtenida aportada por la base de datos Scopus es amplia, se relaciona con el tema y aporta información para el cumplimiento del objetivo.

Se puede concluir de este análisis en cuanto a la aplicabilidad en la construcción que ha venido siendo un éxito para el mundo a través de los años, aunque se observó un descenso debido a la pandemia COVID – 19 el cual ha bajado su productividad por falta de recolección de datos en campo y toda la investigación se enfocó en el área de la salud.

En cuanto al área de aplicabilidad se observó en la figura 7 con un 38,1% el mayor porcentaje en el área de la ingeniería.

Por último, se analizó que mediante los estudios que se han realizado a través del tiempo y los resultados de productividad en la construcción se ha generado impacto a nivel mundial debido a la cantidad de estudios realizados y los resultados positivos en la industria de la construcción, sobre todo por el ascenso que ha tenido a través del tiempo.



Además, cabe resaltar que en uno de los países potencia a nivel mundial como lo es China como muestra en la figura 5 se visualiza que este sea el de mayor aplicabilidad, lo cual demuestra la confianza y fiabilidad del sistema.

En el objetivo 2 al analizar los resultados generales como se observó en la figura 17 el proceso constructivo en gran mayoría se cumple con las actividades obteniendo un resultado 1 actividad no se cumplió de 6 actividades del proceso constructivo de columnas, lo cual es no genera una alerta significativa.

En el objetivo 3 analizando las fallas en su gran mayoría se cumplieron de acuerdo a planos y despieces estructurales y en los desperdicios se identificaron varios como desperdicio de materiales, de tiempo y mano de obra generando sobrecostos al proyecto lo cual es algo bastante significativo a la hora de sumarlos en cantidad y tiempo.

Por medio de fallas y desperdicios es como se identifica los inconvenientes que desmejoran la calidad de las empresas, pero que al tenerlos en cuenta mejoran:

La productividad.

La eficiencia de la mano de obra.

Que las empresas trabajen en un ambiente agradable, fomentando la limpieza y el orden de las cosas.

Los tiempos perdidos para transformarlos en productividad.

Los riesgos sanitarios que pueden causar la mala higiene de los espacios y cosas.

Fabricar productos de calidad.

Aumentar la seguridad en el trabajo.

## **6. Recomendaciones**

En el proceso constructivo se recomienda realizar las 6 actividades que las columnas de concreto armado requiere para que este garantice la seguridad, fiabilidad y durabilidad del proyecto.

Así como también crear un plan de mejora y reducir los desperdicios identificados en el proyecto, ya que estos generan sobrecostos.

Además, se sugiere organizar las actividades, crear un plan de mejora en la planificación del proyecto para aumentar los niveles de productividad evitando esperas en las actividades debido a que esto genera retraso del proyecto y sobrecostos.

## Referencias Bibliográficas

- 360 En concreto. (2020). *Fallas en estructuras de concreto*. Recuperado de:  
<https://acortar.link/CCz8UM>)
- Arévalo, J. (2020). *Incumplimiento con la calidad adecuada en los procesos constructivos de obras de edificación*. Tesis de grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- Barreda, B. (2020). *Análisis de riesgos en procesos constructivos de edificaciones en el municipio de Patulul, Suchitepéquez*. Tesis doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Brito, R. (2018). *Control y seguimiento de los procesos constructivos aplicados a losa flotante y losa postensada para un edificio empresarial de oficinas, ubicado en la ciudad de Lima*. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Camargo, J. (2015). *Análisis de problemas de construcción derivados de errores de diseño*. Tesis de maestría. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Díaz, W. (2020). *Metodología de inspección, mejora en procesos constructivos a través de la PMBOK*. Tesis de grado. Fundación Universidad de América. Bogotá, Colombia.
- ECO.E. (2020). *Implementación de la metodología de las 5s en proyectos de construcción*. Bogotá: ECO.E.
- Empresas Públicas de Medellín. (2016). *Norma de construcción de concretos*. Recuperado de:  
<https://acortar.link/bEcxpB>

- Farfán, C. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Simon Rodriguez, con una longitud de 423.80 mts, en el distrito de Amotape, provincia de Paita, departamento de Piura, abril-2018*. Tesis de grado. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Chimbote, Ecuador.
- Iglesias, A. (2018). *Supervisión técnica de los procesos constructivos aplicados en la ejecución del proyecto de vivienda de interés social "Urbanización 20 de Noviembre" sector Villa Juana, Sincelejo*. Tesis de grado. Universidad de Sucre. Sincelejo, Colombia.
- LYA. (2020). *Importancia del proceso constructivo*. Recuperado de: <https://acortar.link/75LlcU>
- Marallano Ramos, A. A. (2019). *Evaluación de procesos constructivos en columnas para determinar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda unifamiliar Mz. A, Lt. 8A, distrito Pachacamac*. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú.
- Méndez, C. (2020). *Análisis de productividad en actividades constructivas*. Tesis de maestría. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Morocho, T. (2018). Gestión de la calidad en los procesos constructivos, situación actual de la mano de obra civil ecuatoriana. *Ciencia*, 17(1), 1-15.
- Structuralia. (2020). *Las columnas de acero y su utilidad en la construcción*. Recuperado de: <https://blog.structuralia.com/columnas-de-acero>
- Villanueva, L. & Bustos, J. (2020). *Optimización de los procesos productivos utilizando Value Stream Mapping (VSM) en los procesos constructivos de placa de ascensor, placa de escalera y losa maciza "sector 4": Caso: Proyecto "Condominio Bolivia n° 848 Breña*. Tesis de grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.