



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**de Colombia**  
Vigilada Mineducación

## TRABAJO DE GRADO

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN ANDROID QUE PUEDA SERVIR COMO  
HERRAMIENTA DENTRO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE  
CONSTRUCCIÓN BAJO LA ÓPTICA DE LA METODOLOGÍA BIM

LAURA ANDREA GARZON GARCIA. CÓDIGO: 551467  
RUTH STEPHANY LEGUIZAMÓN GALINDO. CÓDIGO: 551442

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS  
BOGOTÁ D.C  
AÑO, 2020

TRABAJO DE GRADO

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN ANDROID QUE PUEDA SERVIR COMO  
HERRAMIENTA DENTRO DE LA GESTION DE PROYECTOS DE  
CONSTRUCCION BAJO LA OPTICA DE LA METODOLOGIA BIM

LAURA ANDREA GARZON GARCIA. CÓDIGO: 551467  
RUTH STEPHANY LEGUIZAMÓN GALINDO. CÓDIGO: 551442

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de  
Obras

Docente

GUILLERMO CORTES QUINTERO  
INGENIERO CIVIL, Mgrd  
COORDINADOR AREA DE VIAS Y TRANSPORTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS  
BOGOTÁ D.C  
AÑO, 2020



## Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

**Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Compartir bajo la Misma Licencia** — Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

## DEDICATORIA

Primeramente, gracias a dios, gracias a mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida, también a mi familia por ser ese apoyo constante para mí.

Laura Andrea Garzón García

Primero que todo a Dios, a mi madre por su acompañamiento fiel durante toda mi vida, a mi esposo por no soltarme y acompañarme en mi crecimiento profesional y personal, a toda mi familia que me acompañan y apoyan siempre.

Ruth Stephany Leguizamón Galindo

## AGRADECIMIENTOS

Todo nuestro agradecimiento hacia cada una de las personas que formaron parte importante del desarrollo de este proyecto, su intervención en el fue sumamente valiosa para cada uno de los procesos que se desarrollaron.

A los docentes María Fernanda Acero y Guillermo Cortes, quienes nos acompañaron y nos brindaron su tiempo para hacer de este proyecto un éxito y obtener buenos resultados. Al docente Roger Enrique Guzmán quien nos apoyó en el proceso de la elaboración de la aplicación.

A cada miembro de nuestras familias y compañeros, quienes nos acompañaron durante el proceso y no nos dejaron caer.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	3
1. Generalidades	4
1.1.Línea de Investigación	4
1.2.Planteamiento del Problema	4
1.2.1. Antecedentes del problema	4
1.2.2. Pregunta de investigación	7
1.2.3. Variables del problema	7
1.3.Justificación	8
2. Objetivos	10
2.1. Objetivo general	10
2.2. Objetivos específicos	10
3. Marcos de referencia	11
✓ Marco conceptual	11
✓ Marco teórico	13
✓ Marco jurídico	14
✓ Marco geográfico	16
✓ Marco demografico	17
3.1.Estado del arte	17
4. Metodología	20
4.1.Fases del trabajo de grado	20
4.2.Instrumentos o herramientas utilizadas	27
4.3.Población y muestra	27
4.4.Alcances y limitaciones	27

5. Productos a entregar	29
6. Entrega de resultados e impactos	30
6.1. Como Responde a la pregunta de investigación	30
7. Conclusiones	31
8. Bibliografía	34

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. APPS.CO EMPRENDIMIENTO DIGITAL.....	16
FIGURA 2 MAPA DE COLOMBIA Y LA CAPITAL BOGOTÁ .....	16
FIGURA 3. FASES DE LA APLICACIÓN .....	20
FIGURA 4. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES Y SUS JERARQUÍAS.....	21
FIGURA 5. TABLA REFERENCIA ACTIVIDADES .....	22
FIGURA 6. GRAFICA FASE DE MATERIALES .....	23
FIGURA 7. DIAGRAMA DE LA APLICACIÓN.....	25
FIGURA8. DIAGRAMA DE LA APLICACIÓN ANDROID. ....	32

## LISTA DE TABLAS

Pág.

TABLA 1. CUADRO REFERENCIA CUADRILLAS .....	22
TABLA 2. LISTA DE OPCIONES EN BASES DE DATOS .....	23
TABLA 3. ETAPAS DE PROGRAMACIÓN .....	25



## INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción se han evidenciado algunas falencias en cuanto a la gerencia de obras, estas se producen a causa de diferentes factores, tales como la falta de comunicación en tiempo real entre los miembros de los proyectos, errores que más adelante pueden generar retrasos, sobre costos, entre muchos otros aspectos de gran interés, por estas razones se plantea desarrollar una aplicación que pueda ser usada a través de un dispositivo móvil y que contenga características esenciales para la gestión de un proyecto de construcción, se pretende identificar elementos necesarios para el desarrollo de la misma, elaborando un diagrama que represente el paso a paso de lo que se espera visualizar en la aplicación y las tareas y actividades que se pueden realizar.

Algunas de estas características son; cronograma de actividades, frentes de trabajo, actividades en ejecución, planimetría, documentos, materiales, entre otros, con esto se busca mantener una comunicación diaria y en tiempo real entre los participantes del proyecto acerca de las tareas, informes diarios, retroalimentación de cronogramas, actividades en ejecución, los integrantes de los diferentes frentes de trabajo y sus funciones, por otro lado los almacenistas podrán solicitar el material que ya no se encuentre en obra y que sea necesario, además de verificar estado y aprobaciones de pedidos por parte de los residentes y directores o gerentes de obra y por último el director o gerentes de obra quienes serán los mayores interesados, podrán verificar lo que los anteriores miembros del equipo ya mencionados retroalimenten día a día, evitando de esta manera que las novedades en campo solo se informen hasta los comités de obra, ya que algunas necesitan soluciones de manera rápida para así poder continuar y no generar retrasos en obra y de esta manera evitar riesgos que no estén contemplados dentro del proyecto y que generen sobre costos en su desarrollo.

En la actualidad, el uso de equipos móviles se ha posicionado como un elemento de gran importancia en la comunicación de cada una de las personas, ya que estos ofrecen alternativas similares a las de un computador, lo que hoy en día es una gran ayuda para muchas personas en sus áreas de trabajo, así lo afirma Tomas Girón, 2013 y de lo que más adelante se hablara. Para llegar a identificar con más certeza las necesidades de una aplicación, primero se investigaron algunas aplicaciones ya existentes que de alguna manera retroalimenten y enfoquen aún más el desarrollo de un proyecto, es importante también analizar desde un punto de vista personal y profesional experiencias vividas en donde se busque mejorar aspectos de cada una de ellas. Para el estudio de la aplicación se busca implementarla en proyectos de construcción, con esto podremos identificar cuan viable sería el uso de esta aplicación dentro de la gestión y gerencia de los proyectos, además de conseguir que esta sea una herramienta más dentro de los procesos de la gerencia con el fin de poder llevar una correcta planificación, administración de los recursos y la más importante el control y evolución de los procesos.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

- Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales.
- Software Inteligente y Convergencia Tecnológica.

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas dedicadas al sector de la construcción han venido desarrollando sistemas para el manejo interno de sus procesos, sin embargo, en el área de la construcción aún se siguen evidenciando algunos vacíos, se han encontrado procesos incompletos en algunos casos y en otros sin manejo alguno ya que no se tiene un seguimiento continuo de estos.

Concretamente se observa que los directores de obras o los gerentes de las mismas, en ocasiones no están 100% informados del día a día y el avance que estas tienen y solo hasta programarse reuniones reciben una retroalimentación de las novedades que se han presentado, así mismo como fallas y/o pendientes en la ejecución de los proyectos, por esto se ha planteado el desarrollo de una aplicación móvil específicamente para sistema Android, que pueda ser manejada dentro de los proyectos de construcción por las personas encargadas de las mismas, en donde los directores de obra o gerentes generales de los proyectos puedan mantener un contacto directo con el día a día de la obra y sus procesos, esto con el fin de solucionar algunas fallas internas dentro de los procesos de ejecución, tales como la comunicación en obra para que cada uno de los involucrados este enterado en tiempo real de lo que sucede. Con esto no solo los directores del proyecto estarán informados de los procesos, sino que internamente los residentes y demás profesionales podrán conocer al día como están los estados de pedidos, entregas, reuniones, personal, ejecución de la obra y demás.

#### 1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Durante los últimos 10 años se han venido desarrollando una serie de aplicaciones web y otras aplicaciones que se puedan utilizar desde dispositivos móviles que ayudan a la gestión de los proyectos, facilitando procesos y optimizando los mismos,

algunas han sido enfocadas en la planeación y actividades a ejecutar, otras han sido enfocadas en la supervisión, auditorías, avances, asignación y monitoreo de tareas diarias, pero estos procesos son muy generales y no están enfocados en el día a día de proyectos de construcción, en donde lo más importante es mantener una comunicación directa y en tiempo real de lo que en estos proyectos este sucediendo. En los últimos años, los teléfonos móviles están transformando la forma en que las personas se comunican, y además estos dispositivos ofrecen capacidades similares a las de una computadora personal.

“Un teléfono móvil siempre está en el bolsillo del usuario, esto lo convierte en la nueva computadora personal del siglo XXI” (GIRONÉS, 2013).

Por esta razón, se han creado aplicaciones basadas en la gestión de proyectos de construcción, en vista de lo cómodo que puede llegar a ser el desarrollo y seguimiento de las obras con esta nueva modalidad. Investigando más afondo se encontraron aplicaciones que hoy en día ya están siendo utilizadas para la gestión de proyectos, un ejemplo de ellas:

- Site Audit Pro “es una aplicación de productividad diseñada para hacer inspecciones, auditorías o informes y gestionarlos directamente desde cualquier lugar. A través de ella puedes capturar fotografías o cargar imágenes existentes, agregar anotaciones o comentarios y compartir los reportes por medio de correo electrónico, Dropbox o Google Drive” (Cruz, 2017) . Esta aplicación fue desarrollada en el año 2014 por la empresa Veam Studios, quien forma parte del mercado de tecnología móvil, esto quiere decir que su objetivo es crear aplicaciones móviles que ayuden a implementar la funcionalidad de proyectos empresariales y consumidores. Dentro de las características de esta aplicación, encontramos; fotos donde se pueda resaltar información importante, organización de temas de los proyectos, informes de auditorías al instante sin la necesidad de acudir a las oficinas, acceso a correos electrónicos, Dropbox y más, esta puede ser usada para sistema Android o IOS, sin embargo, contiene un costo para ser descargada y ejecutada.
- ArchiReport 5 “permite hacer el seguimiento de sus obras de manera simple e intuitiva, tanto en la oficina como en la obra. Registro de anomalías, observaciones, informes, participantes, documentos, etc.” (Bigot, 2011) La aplicación se desarrolló en el año 2011, un proyecto que dentro de sus características y objetivos, tiene gran similitud con lo que hoy en día se quiere desarrollar (Desarrollo de una aplicación Android para la gestión de proyectos de construcción), ya que a raíz de algunos inconvenientes un grupo de constructores, durante el proyecto de construcción de una vivienda se encontraron con retrasos, errores, sobrecostos entre muchos otros factores que influyen cuando no se tiene una correcta metodología para la gestión de

obras, por esto buscar una metodología innovadora, dejando a un lado los sistemas obsoletos y partiendo de las necesidades dentro de su proyecto, es cuando nace la idea de desarrollar o crear una aplicación como lo es ArchiReport 5 la cual cuenta con características como; seguimiento de obras, comentarios y observaciones de los avances, generación de informes detallados, documentos y planos de fácil alcance, fotos, entre otros, hay que resaltar que ArchiReport 5 maneja un sistema operativo solo IOS, el cual excluye a Android para su funcionalidad, sin embargo no tiene costo y puede ser descargada sin problema.

- Proyecto 365 “se enfoca en la planificación de tareas y comunicación de equipo a través de un diagrama de Gantt” (Mobile, 2011), de esta manera se observará en qué estado está el proyecto y cuantas tareas quedan por terminar, su principales características destacan; la creación de proyecto, especificando tareas, personal, horas para consumo de tiempo, otra característica es la comunicación y de esta manera crear canales de contacto o discusión entre los miembros del equipo, sin embargo esta es una comunicación que va directamente a los correos y no se permite crear un chat dentro de la aplicación, como ultima característica, se encuentra informes, esta última no permite apreciar un detalle del paso a paso y avance del proyecto, a través de esta solo evidenciaremos horas trabajadas por miembro del equipo durante el periodo que se haya seleccionado. Un punto importante es que esta app solo trabaja para sistema Android, esto se pudo evidenciar en un equipo Apple al entrar a la tienda de aplicaciones en donde se realizó la búsqueda para estudiarla más afondo y no fue posible ubicarla en este sistema operativo.
- Para los dispositivos IOS, se exploró la aplicación ASANA, desarrollada por Dustin Moskovitz, el cual es uno de los cofundadores de Facebook y Justin Rosenstein, ya que tenían la necesidad de mejorar la productividad de los empleados de Facebook (2008). Dentro de las funciones de la aplicación se encuentran llevar el orden de las tareas en cronograma, asignación de tareas y seguimiento a los diferentes usuarios registrados mediante prioridades de las mismas y el canal por el cual se realizan las mismas, administración de la gestión de recursos del equipo de trabajo, unificación de información como correos electrónicos, formularios, calendarios y demás.
- Durante la búsqueda de aplicaciones se encontró que particulares desarrollaban las mismas en beneficio de empresas privadas, pero que a su vez estas pueden ser descargadas de forma gratuita por otros usuarios, este es el caso de la aplicación Civiltec Bitacora (Tejada, 2017), la cual fue desarrollada para dispositivos IOS, en ella se lleva un control de la bitácora

de obra de los proyectos de la constructora Civiltec, dentro de las funciones de la aplicación se puede llevar seguimiento de varios proyectos, trabajos por entregar, y registro fotográfico de los mismos.

Cada una de estas aplicaciones, tiene características similares entre ellas, pero sus funciones o metodología son diferentes y aun así no contiene todas esas funciones requeridas dentro del seguimiento total de una obra, si se llegara a unificar cada una de esta podríamos encontrar una aplicación más completa, que es lo que se busca en esta investigación, en donde se busca obtener comunicación en tiempo real entre cada miembro del equipo, desarrollo y presentación de informes, cronogramas, actividades en ejecución, documentos de seguridad, planos, materiales y estado de cada uno de estos. Aun cuando la visión de estas aplicaciones es ayudar a las compañías para conseguir funcionalidad y mejor comunicación entre los participantes de un proyecto, existen muchos otros aspectos importantes para ser manejados durante la gerencia de obras, como los ya mencionados anteriormente. Es importante aclarar que se encontraron muchas otras aplicaciones enfocadas en proyectos de construcción, sin embargo, fueron estas las que se enfocaron en mayor medida a la gestión de proyectos de construcción y seguimiento de los mismos.

Por ejemplo, existe la aplicación Diario de obra Online creada en el año 2015, la cual consiste en almacenar y administrar trabajos en tiempo real para que se puedan tomar decisiones, todo esto a través de fotos en donde diariamente se realizan informes relacionados a lo sucedido en obra. Es una aplicación útil pero no maneja en su totalidad aspectos necesarios para la correcta gestión de una obra. Esta puede ser usada tanto para sistema operativo Android como IOS, y solo puede ser usada durante 30 días de manera gratuita luego de transcurrido el periodo de prueba debe ser comprada para continuar con su uso.

### 1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

A la luz de la metodología BIM, ¿Cómo se estructura una aplicación para seguimiento de los proyectos de construcción?

### 1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA

- Calidad y tiempo de los procesos.
- Control y evolución del proyecto.

- Comunicación entre los miembros de un proyecto.
- Acceso al software en Android.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se propone porque en la ejecución de los proyectos enfocados en la construcción de obras se presentan problemáticas, como la correcta gestión de los mismos. Además de esto, se busca identificar las necesidades más importantes que se generan dentro del proceso de gestión en los proyectos.

Es así como, durante la ejecución de los proyectos de construcción se evidencia el problema que existe en la comunicación entre las partes que intervienen en el mismo, propiamente refiriéndose a trabajadores de obra, ya sean directores, residente, contratistas, oficiales de obra, personal de seguridad y salud en el trabajo y el personal administrativo de las compañías, en muchos casos la información que llega de alguna de las partes no es clara y concisa, no tiene evidencia que la soporte, además, de acuerdo a la experiencia laboral se ha observado que los horarios de trabajo de los miembros de obra no concuerda con el del personal administrativo siendo esto un factor de retraso de procesos. Se presentan situaciones en las que alguna de las partes debe tomar decisiones rápidas para así continuar con el avance del proyecto, ya que existen actividades que son de gran importancia y sin la finalización de estas no se puede cumplir con los tiempos de trabajo establecidos, es por esto que debe existir un canal por el cual las partes se puedan comunicar y recibir información en tiempo real.

En algunas etapas de construcción de los proyectos, como por ejemplo actividades excavación o fundida de placas o columnas, por nombrar algunas, los trabajos en sitio se extienden hasta altas horas de la noche y si en ese lapso de tiempo se llega a presentar alguna eventualidad el personal que se encuentra trabajando deberá poder tener a la mano y de manera rápida información del proyecto, esto por mencionar algunos casos.

De acuerdo a los conocimientos adquiridos durante el desarrollo profesional, se evidencia que es de gran importancia llevar una comunicación asertiva entre el personal administrativos y de obra, ya que además de compartir información sobre el proyecto, una correcta ejecución, también va entrelazada con la buena relación personal y laboral de todas las partes que intervienen, el éxito de un proyecto en gran parte está dado por el correcto desarrollo del mismo desde sus fases de inicio, ya sea durante la planeación, ejecución, control y cierre. Por esto de acuerdo a sus fases es necesaria si o si la comunicación e intercambio de información, esto con el

fin de evitar o minimizar los diferentes riesgos que un proyecto pueda tener y que afecten su ejecución. Un ejemplo claro de esto es que existen empresas en donde los directores de obras no están 100% enterado de algunos procesos ya que si no se está continuamente gestionando llamadas o solicitando correos que proporcionen información no se mantienen al tanto de las novedades que se presenten diariamente, lo ideal es poder contar con herramientas en donde se puedan retroalimentar constantemente de cada una de las actividades y novedades que se presenten. Con esto, no solo se busca comunicar, sino dejar también una trazabilidad de cualquier eventualidad que tenga el desarrollo de los proyectos y que el día de mañana sirva de respaldo para cualquier inconveniente, si se presenta el caso. Uno de los rasgos más fuertes de la sociedad actual, es la necesidad de estar siempre al tanto de los hechos que se presentan a nuestro alrededor y en el mundo.

"El hecho de que los dispositivos móviles sean utilitarios, fáciles de usar y accesibles, lo ha convertido en el recurso más popular e indispensable para las necesidades humanas de los últimos años " (Kaur, y otros, 2018), es por esto, que sería válido afirmar que todas o casi todas las personas de una sociedad tiene un teléfono móvil dentro de sus artículos personales o de "primera necesidad", esta es una herramienta útil ya que tiene infinidad de funciones que nos facilitan muchas de nuestras labores diarias, no solo personales sino en las actividades laborales. Dentro de las obras de proyecto de infraestructura todos o la mayoría de los funcionarios tienen un teléfono móvil con las características básicas fundamentales de los mismos "smart phone", o en el mejor de los casos existen empresas que suministran a algunos miembros de la compañía teléfonos para su comunicación interna y directa, esto puede ser un punto a favor si se desarrolla una aplicación móvil como herramienta útil que pueda usarse en dichos equipos móviles que permita fácil comunicación, ver contenidos, planos, cronogramas, avances, equipos de trabajo y documentos que lleguen a facilitar actividades.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación Android que pueda utilizarse dentro de la gerencia de obras y que sea una herramienta de apoyo tal como en los últimos tiempos ha servido la metodología BIM, donde se aporte mayor seguimiento y control en la ejecución de los proyectos de infraestructura.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los elementos necesarios para el desarrollo de una aplicación Android dentro de los proyectos de infraestructura y que sirva para la gerencia de obras, en donde se identifiquen las mayores falencias dentro de los proyectos y que con estas se pueda proceder al desarrollo de una aplicación, que al igual que la metodología BIM, servirá de apoyo, ya que a través de las tecnologías o modelos digitales se tendrá un paso más a las buenas direcciones con el fin de eliminar esos errores que comúnmente se tienen durante el ciclo de vida del proyecto por no conocer en tiempo real lo que sucede en él.
- Elaborar un diagrama que represente el paso a paso de los procesos que se encontrara dentro de la aplicación Android, en donde se incorporan procesos adaptados a la ejecución diaria de un proyecto en construcción y donde los gerentes y todo el equipo de trabajo dentro de obra podrán intercambiar información precisa y en tiempo real.
- Desarrollar la aplicación Android para la gestión de proyectos.



### 3. MARCOS DE REFERENCIA

#### ✓ MARCO CONCEPTUAL

La finalidad de este proyecto es el desarrollo de una aplicación Android que tiene como propósito mejorar los procesos dentro de la gestión de proyectos de construcción, uno de los conceptos más relevantes que tendremos serán; proyecto, que no es más que la creación de un producto, el cual tiene un inicio y un final establecido, estos se alcanzaran una vez se logra los objetivos del proyecto o al finalizar el mismo sino pudieran cumplirse (Institute, 2017 pág. 4 a la 7) . Existen muchos conceptos para proyecto, sin embargo, directamente enfocado en la gerencia este es el indicado, seguido de este tendremos; gerente general el cual no es más que el responsable de las estrategias de la empresa, siendo el autor principal, su papel será siempre preservar la empresa, controlar y proponer (Lazzati, 2016), tal como lo explica el autor siendo la persona responsable es quien debe manejar la información y orientar su equipo de trabajo, manteniendo las comunicaciones entre los actores por esto este personaje mantiene un papel importante para el proyecto a desarrollar, además de esto, es el, quien define el alcance que se tendrá, por esto "definir el alcance es describir y obtener un acuerdo sobre las límites que lo determinan, que permiten distinguir con claridad lo que se incluye en el ámbito de proyecto y todo lo que queda fuera de él (UNIVERSIDAD DE BARCELONA, 2015), todo esto mediante estrategias, las cuales hacen parte de un proceso detallado con el fin de generar control y planificación de alguna tarea para llegar a lograr un determinado fin para la ejecución de nuestro proyecto, "definir estrategia es básicamente en la gestión tradicional de proyectos involucrar una planificación y un control detallados y exhaustivos, con la importancia de definir los requisitos del cliente, al principio del proyecto" (Danijela Ciric, 2019). Una de las estrategias más relevantes del trabajo a desarrollar es manejar la comunicación y control de los procesos que se llevan a cabo en las obras mediante el uso de una aplicación Android, la cual es el producto a desarrollar, se entiende por este que "producto es todo aquello que viene del resultado final de un trabajo sin embargo hay quienes definen el producto como, un conjunto de atributos tangibles e intangibles que abarcan empaque, color, precio, calidad y marca, más los servicios y la reputación del vendedor; el producto puede ser un bien, un servicio, un lugar, una persona o una idea" (Stanton, 2007).

Dentro de nuestros conceptos es importante mencionar que una aplicación Android es un sistema operativo, el cual en su comienzo fue diseñado para teléfonos móviles como los sistemas operativos IOS (Apple), Symbia (Nokia) y Blackberry (Os). Actualmente, este sistema operativo no solamente se instala en móviles, sino también en varios dispositivos, como tabletas, televisores, GPS, discos duros multimedia, mini operadores, etc. "Este sistema operativo permite programar

aplicaciones empleando una variación de Java llamada Dalvik, y proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar fácilmente aplicaciones que acceden a las funciones del teléfono (como el GPS, las llamadas, la agenda, etcétera) utilizando el lenguaje de programación Java”. (Robledo Sacristan, 2012). Actualmente la herramienta tecnológica que más se encuentra al alcance de todos son los teléfonos celulares, por esto se tomó la decisión de desarrollar un Software que pueda ser usado en estos dispositivos móviles, y de esta manera mejorar algunos procesos de obra gracias a las funciones que maneja la aplicación.

Para identificar las actividades más importantes que debe tener la aplicación se implementó un diagrama de flujo, el cual nos permitió conocer las actividades o funciones a ejecutar en la aplicación, básicamente su función es ayudarnos a programar cualquier tipo de tareas permitiendo identificar como será su desarrollo y las jerarquías de las mismas “un diagrama de flujo es una representación diagramática de un algoritmo. Consiste en varias formas gráficas como círculo, rectángulo, diamante, paralelogramo, etc. que están conectados mediante líneas de conexión. Cada forma corresponde a una operación concreta y que contenga algún texto” (K.K.Sherly, 2017). Dentro del desarrollo de la aplicación, existen diferentes procesos, para efectos de este proyecto es necesario realizar un análisis mediante una lógica de programación la cual es una “técnica para desarrollar algoritmos (secuencias lógicas) para alcanzar ciertos objetivos dentro de ciertas reglas basadas en la lógica matemática y otras teorías básicas de la ciencia de la computación y que luego se adaptan al lenguaje de programación utilizado por el programador para construir un software” (Arias, y otros, 2016). Aquí es importante identificar y conocer los algoritmos los cuales son “un esquema para la solución de un problema. Puede ser aplicado con cualquier secuencia de valores u objetos que tienen una lógica infinita (por ejemplo, el idioma inglés, Pascal, C, una secuencia numérica, un conjunto de objetos como el lápiz y la goma de borrar), o cualquier cosa que pueda proporcionar una secuencia lógica.” (Arias, y otros, 2016), básicamente vienen siendo las ordenes que se le dan al software para poder realizar las tareas o actividades.

Durante esta investigación identificamos etapas para el desarrollo de la aplicación Android, una de ellas es el diseño, que viene atada a los análisis de algoritmos esta, “es una rama de la informática que estudia las técnicas de diseño de algoritmos y los algoritmos de forma abstracta, sin estar implementados en un lenguaje de programación en particular o implementados de alguna otra manera. El análisis de algoritmos se ocupa de los medios necesarios para los recursos de ejecución del algoritmo, como el tiempo de ejecución y el espacio de almacenamiento de datos. (Arias, y otros, 2016). Para que todas las etapas puedan cumplirse de manera correcta es importante el manejo de un cronograma. En La Guía del PMBOK, “hablan de cronograma como un proceso, el cual es indispensable tener presente para la correcta ejecución y finalización de un proyecto. Aspectos importantes dentro del cronograma son; Planificación de la gestión del cronograma, Definición

de actividades, Secuenciar las actividades, Estimación de las actividades, Desarrollo del cronograma, Control y seguimiento del cronograma ” (Institute, 2017 pág. 173). De la mano de una correcta implementación de un cronograma de actividades se debe llevar a cabo un riguroso proceso de planificación, el cual “es un proceso lógico para asegurar que pueda realizarse el trabajo de un modo organizado y estructurado, reduciendo al mínimo los riesgos y la incertidumbre, estableciendo estándares claros de calidad y desempeño, asegurando los resultados con el mínimo de tiempo y coste.” (Young, 1999) Este nos va a permitir conocer tiempos y costos del proyecto teniendo en cuenta que el costo es la cantidad o valor económico que tiene un producto, para este caso un proyecto. Los costos pueden ser directos o indirectos, es decir que no puedan tener aplicación directa a un producto determinado o aquellos que si apliquen a gastos de un producto. (Salazar, 2005).

### ✓ MARCO TEÓRICO

“La gestión de proyectos es hoy en día un campo importante en los campos de negocios, gestión de ingeniería y tecnología de la información, aunque dominando las habilidades de planificación, control y la programación del proyecto se ha convertido en algo vital para su éxito, ya que el entorno comercial actual es dinámico y de rápido cambio” (Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies, 2018). Uno de los puntos clave para el éxito de un proyecto radica en el que los objetivos deben ser construidos de forma consensuada entre las partes involucradas, así como la importancia central de validar de forma continua, su avance y cumplimiento.

“La construcción es una empresa compleja con varias partes interesadas cuya interacción requiere que se analice la información. Debido a esto, la comunicación es una consideración estratégica, por ejemplo, la mayoría de las disputas de construcción son debido a una brecha o comunicación inadecuada entre los miembros del equipo” (AbdulLateef Olanrewaju, 2017). Esto refleja lo que se ha venido planteando a lo largo de la investigación puesto que el mayor interés de este proyecto está basado en conseguir comunicaciones acordes dentro de los proyectos, pues la productividad de estos dependerá de una comunicación efectiva entre los actores, ya que esta se define básicamente en un proceso que involucra entre dos o más personas cualquier tipo de información, noticias o procesos. Es por esto que se deben plantear estrategias y mecanismos que permitan la correcta interacción entre los miembros encargados.

Una de las tareas más desafiantes de un proyecto de construcción planificador es la necesidad simultánea de optimizar la utilización de los recursos a fin de reducir al

mínimo la duración del proyecto, el precio del proyecto y la oferta, y proyectar un máximo de capital de trabajo mientras se maximiza su valor neto actual. Los planificadores de proyectos se enfrentan a complicados problemas de optimización multivariante y multiobjetivo que requieren la realización de análisis de compensación (Optimization strategy software for repetitive construction projects within multimode resources, 2013). Es complejo lograr ese equilibrio entre los cumplimientos de tiempos o la optimización de los resultados, pero si se desarrollan estrategias de planificación correctas se puede lograr una mejora en el rendimiento de las actividades sin afectar calidad del resultado, para esto el director de proyecto juega un papel fundamental dentro de todo el proceso.

“El éxito de un gerente de proyecto se basa en el logro de sus objetivos de proyecto dentro de las limitaciones, en términos de tiempo, presupuesto y recursos; en la finalización del proyecto dentro de criterios explícitos, normas y especificaciones; y sobre la comprensión del cambio de prioridades que puede producirse” (Liikamaa, 2015). Considerando esto, los recursos terminan siendo un punto fundamental para lograr dicho éxito, estos pueden llegar a ser herramientas que van a simplificar de alguna manera el manejo del proyecto y otros aspectos de interés.

“Es importante que el director de proyecto sea capaz de motivar a su propio equipo de para trabajar eficazmente a pesar de cualquier posible programación y los desafíos de los recursos. Así pues, cabe señalar que los directores de proyectos mejoran no sólo sus conocimientos técnicos sino también sus competencias, que están en conexión directa con su propio comportamiento en sus tareas diarias” (Liikamaa, 2015).

#### ✓ MARCO JURÍDICO

Actualmente no existen leyes o regulaciones para el desarrollo de aplicaciones, aun cuando el Mintic (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones) creó una iniciativa para promover la creación de negocios a través de aplicaciones móviles, lo único que se evidencia dentro de este plan son políticas de tratamiento de datos, la cual da cumplimiento con lo adoptado en la página web <https://apps.co>, quien tiene como objetivo que cada miembro con datos personales cuenten con información necesaria para el tratamiento; esto quiere decir; confidencialidad y privacidad de toda la información que se recolecte en cada autorización otorgada por los titulares.

“Estos términos y condiciones crean un contrato entre usted y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las comunicaciones a través de Apps.co, cuya aceptación de las condiciones se entiende mediante la utilización de nuestros servicios. Se reserva la facultad de realizar modificaciones a la política de

tratamiento y protección de datos personales. En caso de producirse cambios sobre esta política, Apps.co publicará los nuevos términos en su página web señalando la fecha de entrada en vigencia de la nueva reglamentación. Si dicho cambio supone la modificación de la finalidad para la cual la información es recolectada se solicitará una nueva autorización al titular de los datos personales” (MINTIC, 2012)

Por otra parte, en el ministerio de interior existe un registro de software el cual trabaja con la oficina de Registro de Dirección Nacional de derechos de Autor, y la finalidad es otorgar seguridad a los titulares respecto a los derechos de autor y contexto, dando garantías de autenticidad a los títulos de propiedad, teniendo en cuenta que, con esto, el objeto de registrar los derechos es meramente declarativo y no es obligatorio. Es importante mencionar que este registro es gratuito y el proceso del mismo se realiza de la siguiente manera:

*“Trámite del registro de Soporte Lógico o software ante la Dirección Nacional de Derecho de Autor*

- *Se debe diligenciar el formato que para tal efecto ha diseñado la entidad. Este consta de la hoja denominada "Solicitud de Inscripción de Soporte Lógico o Software"; los datos allí requeridos deberán consignarse de idéntica manera en letra clara y legible, preferiblemente a máquina, sin enmiendas o correcciones, firmarse la hoja en original y remitirse junto con la copia de la obra y los demás documentos requeridos a la Oficina de Registro de esta entidad.*
- *Al final de la información encontrará el formulario de registro de soporte lógico o software en archivo pdf. (Nota: Los formularios se deben bajar en formato oficio, imprimir en tinta negra de la misma forma como aparece en la configuración de la pantalla, recuerde configurar su impresora para tal efecto. Si se remite el formulario en formato distinto al tamaño oficio, si este es impreso en colores, si la configuración del diseño del formulario al momento de imprimir es diferente, si utiliza un formulario distinto para la solicitud, u omite o no observa las instrucciones, su solicitud será devuelta para que realice las correcciones pertinentes)”. (Interior, 2015)*

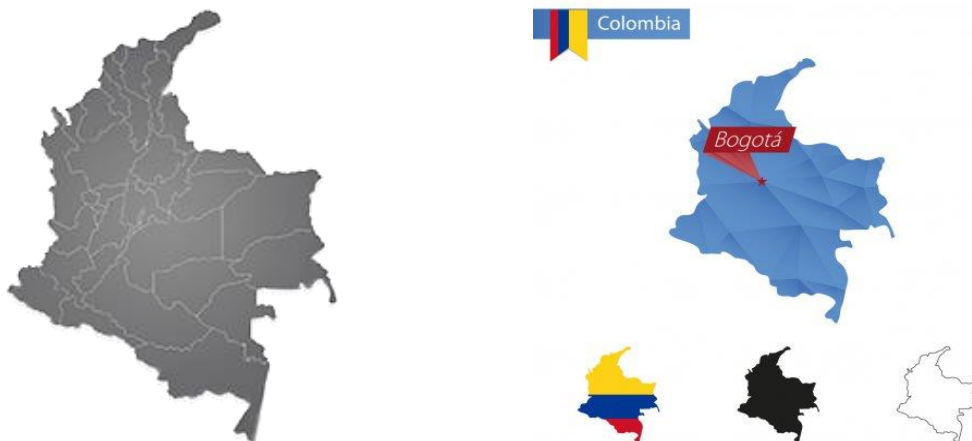
Figura 1. Apps.co Emprendimiento digital



Fuente. Página Web <https://marthacifuentes.com/>

## ✓ MARCO GEOGRÁFICO

Figura 2 Mapa de Colombia y la Capital Bogotá



Fuente. Página Web shutterstock.

La aplicación será desarrollada y puesta en funcionamiento en Colombia específicamente en la ciudad de Bogotá, actualmente con 20 localidades y 1922 barrios. Bogotá es una ciudad que actualmente cuenta con muchas contracciones en ejecución por esto se tomara como referencia para el estudio y más adelante puesta en funcionamiento de la aplicación Android en proyectos de construcción de la empresa Granitos y Mármoles SAS, se toma como referencia el siguiente proyecto:

El proyecto enfocado en el área de acabados en el cual se realizará el estudio corresponde al proceso de instalación de revestimiento pisos de cocinas y cuarto de ropas, de una construcción vertical (vivienda) ubicada en la calle 93 #5, en material de piedra sinterizada, incluye además remates de guardaescobas. Con esto lograremos identificar el comportamiento de la aplicación durante su ejecución del proyecto.

## ✓ MARCO DEMOGRAFICO

La aplicación está dirigida a la población de la construcción específicamente en el área de acabados, esta puede ser generalizada para cualquier tipo de proyecto, sin embargo se desarrolla para aplicar inmediatamente en áreas de acabado, con características tales como revestimientos en mármol y granito para fachadas o pisos de edificaciones, para el momento del desarrollo de esta, se plantea en un edificio de construcción ubicado en la localidad de chapinero dirigido a un estrato 6, en donde dicha población corresponde a 166.000 habitantes que representa el 2.1 % del total de los habitantes de Bogotá D.C, este dato de acuerdo al año 2019.

### 3.1. ESTADO DEL ARTE

Durante el desarrollo de la investigación se ha podido identificar que en la actualidad no se desarrollan continuamente plataformas que estén realmente enfocadas en la gerencia de obras de construcción, sin embargo se han estudiado algunas que han servido como guía y línea para enfocar aún más el desarrollo de la aplicación que se desea desarrollar para este trabajo, tal como se pudo mencionar en ítems anteriores, muchas de estas se asemejan y contienen algunas similitudes, sin embargo, no cumplen 100 % con todas aquellas líneas o fases que necesitamos actualmente para ejecutar una correcta gestión de obra.

Dentro de la gestión de proyectos uno de los aspectos más importantes que se tiene en cuenta, es la capacidad que tiene un gerente de llevar a cabo de la manera más eficiente posible un proyecto con el uso de diferentes técnicas. Actualmente la herramienta más poderosa en muchos ámbitos que podemos tener a la mano son los dispositivos móviles o aparatos electrónicos, ya que nos permiten conectividad, alcance de información de una manera sencilla, uso de herramientas digitales que se pueden utilizar en aspectos laborales o personales, entre muchas otras cosas. En los últimos años se ha visto el gran avance de las herramientas digitales que puedan ser de utilidad en actividades laborales y en el campo de la construcción, más específicamente en la gestión de proyectos, se ha visto la implementación de estas tecnologías, tal como lo evidencian los autores del texto en donde exponen la

gran ayuda que las tecnologías le brindan al sector de la construcción, ya que son herramientas de apoyo en el proceso de visualización de un proyecto en fases de diseño o construcción, dentro del texto los autores hablan de aplicaciones que ayudan en la mejora del proceso de la gestión de proyectos en sus diferentes fases de ciclo de vida, la importancia del uso de aplicaciones que sean eficientes para mejorar la comprensión del proyecto, la comunicación entre las partes interesadas del mismo, generar confiabilidad al proceso de toma de decisiones para prever errores, evitar retrasos que se puedan generar por la falta de una adecuada visualización del proyecto (Application of virtual and augmented reality techniques during design and construction process of building projects, 2019).

Otro aspecto importante que se habla allí, es la utilización de las metodologías BIM, la cual también juega un papel importante en la adecuada comprensión de los proyectos, ya que podemos decir que ella nace de la necesidad de mejorar procesos, disminuir tiempos de trabajo, darle una evolución a la metodología 2D tradicional, en la cual la transferencia de información durante las diferentes etapas del proyecto en algunos casos es compleja, y la mala interpretación de la información contenida en los planos hacen que la implementación de las herramientas BIM sea una ayuda en el desarrollo de un proyecto aumentando el valor del mismo ya que genera apropiación de las partes interesadas en él. Sin embargo, estas no contienen ese perfil que se busca desarrollar dentro la aplicación a crear. (Application of virtual and augmented reality techniques during design and construction process of building projects, 2019). Otro punto a favor que tiene la implementación de la metodología BIM, es la capacidad de llevar el control de tareas de manera simultánea y/o progresiva, (Ham, y otros, 2020). Este punto en especial identifica un poco lo que se busca en el proyecto a desarrollar.

Por otro lado, tenemos Synclean, investigando un poco en relación a esta encontramos que permite tener un mayor control de las actividades que se están desarrollando y el avance de las mismas, del mismo modo que permite una comunicación indirecta pero eficaz entre los diferentes profesionales encargados de un proyecto, ya que como se ha evidenciado a lo largo del desarrollo de este trabajo la falta de comunicación entre estos actores antes mencionados, en muchos casos hace que el flujo de trabajo e información no sea lo más oportuno posible para la correcta fluidez de los proyectos (Synclean: An application for improved lean construction practice, 2018). Este termina siendo el proyecto más cercano a nuestra investigación y propuesta, pues básicamente su principal función es lograr esa comunicación entre todo el equipo desde el inicio y fin de cada proyecto de construcción, teniendo en cuenta sus valores fundamentales y objetivos.

El mundo informático se ha vuelto hoy en día el más usual en el mundo de la infraestructura, transformando los recursos en algo mucho más dinámico y de alguna forma más sencillo, por eso buscamos con el proyecto a desarrollar implementar actividades necesarias para el desenvolvimiento de las obras,



identificando problemas como, rendimiento, malas prácticas de comunicación, entre otras (Un enfoque novedoso para el monitoreo del lado del cliente de infraestructuras compartidas, 2020). Aquí es importante tener en cuenta que un aspecto de interés en el desarrollo de la investigación también involucra el proceso de seguridad dentro de la obra, a través de la investigación pudimos identificar que se han realizado estudios relacionados a este punto ya que la seguridad en cada sitio de trabajo es prioridad en el mundo de la construcción, no solamente en Colombia sino a nivel mundial. A pesar de los rigurosos esfuerzos de los profesionales de seguridad y la fuerte aplicación gubernamental de las leyes y regulaciones de seguridad, no ha habido una disminución significativa de muertes, lesiones y/o enfermedades en la industria de la construcción, sus prácticas diarias hacen de este, la principal razón de estos accidentes, todo proyecto de construcción es único e identificar todos los posibles peligros y riesgos de seguridad siempre es un desafío. En los últimos años ha habido un aumento significativo en el uso de tecnologías de visualización en diferentes fases de la construcción, tales como BIM, plataformas 3D Y 4D. Estos medios de realidad pueden mejorar la seguridad laboral al permitir que arquitectos, ingenieros y contratistas evalúen visualmente las condiciones del lugar de trabajo y reconozcan los posibles riesgos antes de que la construcción continúe, sin embargo sino se lleva un monitoreo diario por medio de informes estas no serán 100% eficaces (Papel de las tecnologías de visualización en la planificación de seguridad y administraciónen Construction Jobsites , 2016)

Sin embargo, para concluir se identificó que durante la investigación no se evidenciaron mayores proyectos o desarrollo de aplicaciones móviles, ya sean Android o sistema IOS que busquen complementar todos y cada uno de los aspectos importantes que buscamos desarrollar con la aplicación y que de alguna manera faciliten la gestión de proyectos de los directores o gerentes con sus equipos de trabajo.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. FASES DEL TRABAJO DE GRADO

Para lograr el objetivo de este proyecto, el trabajo a desarrollar se divide en 3 fases las cuales serán necesarias para el desarrollo de este.

*Figura 3. Fases de la aplicación*



Fuente. El autor.

- Fase 1: Identificación de los elementos a incluir en la aplicación.

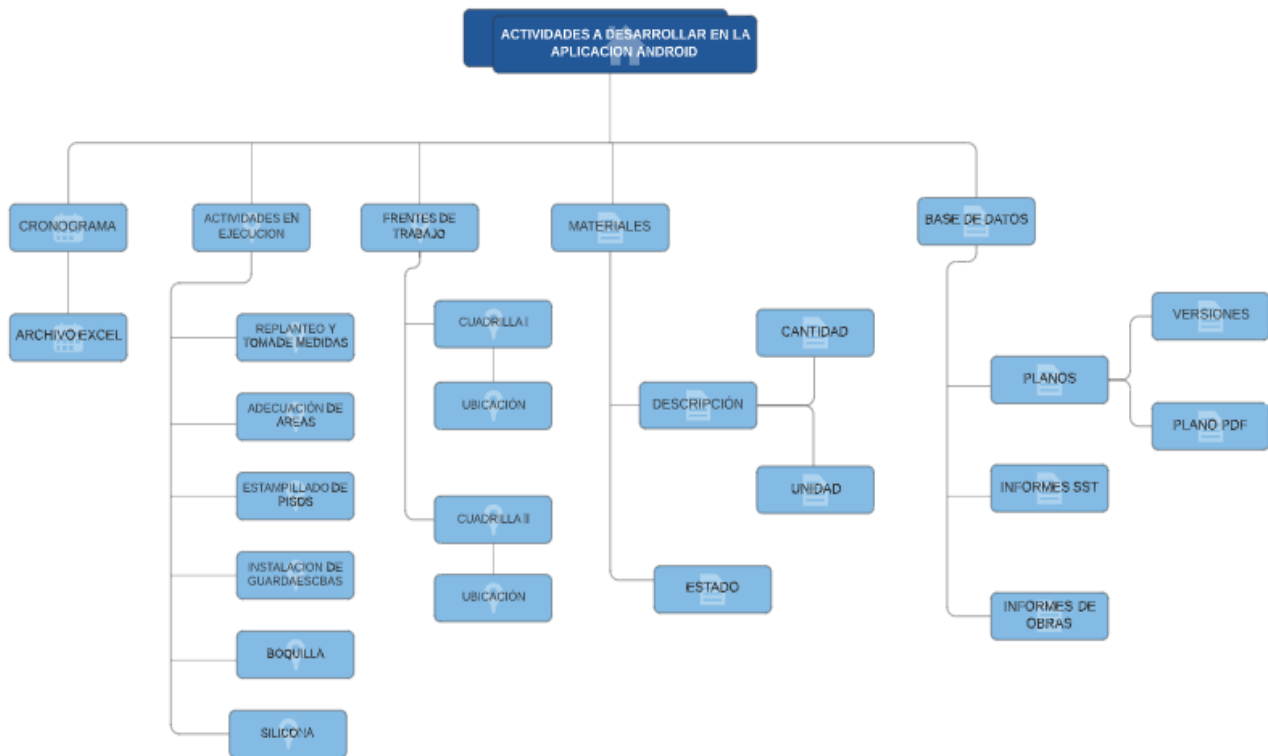
Esta etapa pretende identificar cada elemento necesario para encontrar la problemática y delimitar el alcance que tendrá la aplicación, se tomarán en cuenta experiencias personales y laborales. Aquí se incluyen variables cualitativas, ya que se tendrían especificaciones propias de cada actividad y cuantitativas ya que se manejarán aspectos de ejecución y rendimientos.

De acuerdo a la experiencia que se tiene dentro del sector de la construcción, se toma como referencia uno de los proyectos que maneja la empresa Granitos y Mármol en donde su principal actividad será; estampillado de pisos en mármol, para un edificio de vivienda residencial. En el proyecto se pudo identificar, aspectos y actividades que se consideraron necesarias para manejar y monitorear un proyecto, buscando que al igual que la metodología BIM (Building Information Modeling), que pretende la integración de todas las fases de la construcción y sus procesos, es decir, la integración y promoción del trabajo en colaboración de todas las disciplinas (BIM methodology, a new approach - case study of structural, 2015) se pueda integrar en un modelo digital.

Esta, será una herramienta fundamental en la gestión de proyectos de construcción y formará parte de la modalidad digital, como el BIM, que se define como “una

tecnología y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar la información generada por todas las partes involucradas dentro del ciclo de vida de los proyectos de edificaciones” (Ulloa Roman, 2013), basado en esto se pretende desde otra perspectiva ya que el BIM se basa en una tecnología de modelado, el desarrollo de esta aplicación será basada en el seguimiento y control que se debe mantener para una buena gerencia de construcción y así que cada profesional que participa e interviene en los proyectos, como; director de obra, residente, diseñador, siso y otros, puedan mantenerse diariamente informados de los procesos que se manejan en la obra. A través de las siguientes actividades que relacionamos a continuación mediante un diagrama donde encontraremos cada una de las actividades que podremos identificar en la aplicación y que se relacionan al proyecto anteriormente mencionado enfocado al área de acabado en pisos.

Figura 4. Diagrama de actividades y sus jerarquías.



Fuente. El autor.

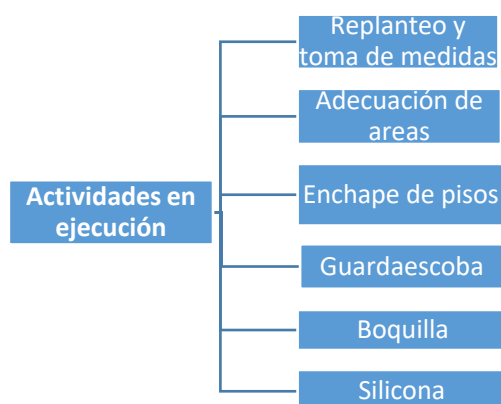
Cada una de las actividades acá relacionadas tendrán la siguiente función para cumplir con el seguimiento y control que se busca con el uso de la aplicación:

1. Cronograma de actividades de acabado en pisos: Incluye los procesos requeridos dentro del proyecto para administrar el tiempo y su finalización,

con este se podrá estar día a día monitoreando que las actividades allí descritas se estén ejecutando y cumpliendo dentro de los tiempos establecidos.

2. Actividades en ejecución - Seguimiento de tareas: en este punto se deberá alimentar día a día este ítem, con información de las tareas o actividades que se estén ejecutando en cada apartamento en su proceso de acabado de pisos para el cumplimiento del cronograma en donde se estableció el plan de trabajo.

Figura 5. Tabla referencia actividades



Fuente. El autor.

3. Frentes de trabajo: nos permitirá llevar un control del personal o registro del mismo, en donde los profesionales podrán estar enterados diariamente de cuantas cuadrillas por actividad se encuentran laborando en el proyecto y su ubicación, con el fin de conocer quiénes son los responsables de cada apartamento o niveles que se estén ejecutando. Cada una de estas cuadrillas está contemplada por tres (3) personas y estas se dividen en las siguientes actividades que se relacionan a continuación:

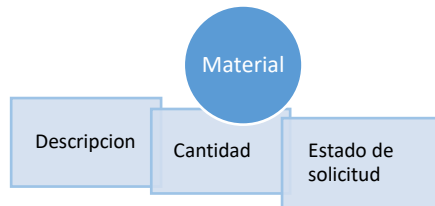
Tabla 1. Cuadro referencia cuadrillas

CUADRILLAS					
Cuadrilla I			Cuadrilla II		
N° Personal	Ubicación	Actividad	N° Personal	Ubicación	Actividad
3	x	Estampillado de pisos	3	x	Guardaescobas, Boquilla y Silicona

Fuente. El autor.

4. Materiales: en este punto el almacenista podrá notificar, los faltantes de material que puedan estar presentándose en el proyecto o que estén próximos a culminar, y que puedan ser monitoreados mediante esta herramienta, consiguiendo así que los involucrados en este aspecto conozcan día a día el estado de los mismos, si existen solicitudes y/o si se ha gestionado su pedido.

Figura 6. Grafica fase de materiales



Fuente. El autor.

5. Base de datos de la aplicación: encontraremos toda la información de referencia que se necesita en el proyecto y si bien no forma parte de los procesos de control y seguimiento si llegan a ser de gran importancia a manera informativa como, por ejemplo:

Tabla 2. Lista de opciones en bases de datos

Planos	Documentos
Formato PDF	Informes de Obra
Versiones	Informes SST
	Registros fotográficos

Fuente. El autor.

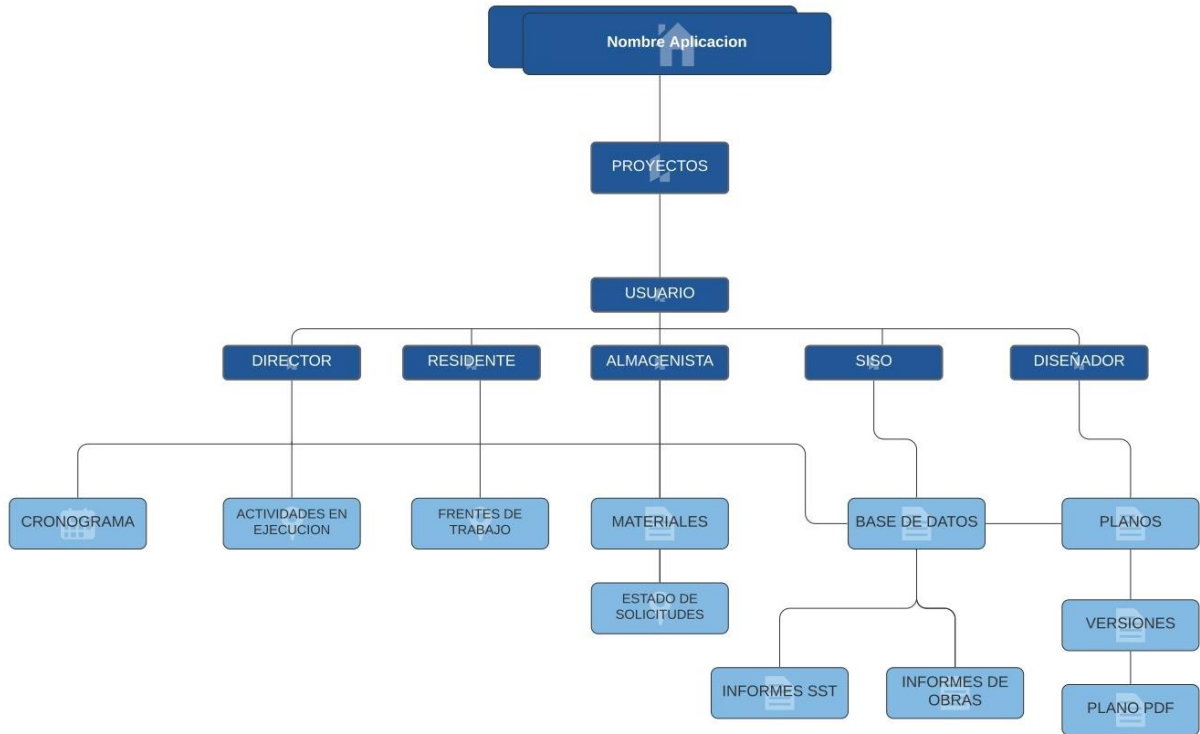
En la información de planos; se pretende tener una base de datos de la documentación cartográfica del proyecto y sus respectivas modificaciones al día, en donde los profesionales no tendrán que trasladarse hasta sus puntos de trabajo obligatoriamente para revisar dicha información, sino que podrán contar con ella de una manera rápida y sencilla mientras estén en campo. Por otro lado, tendremos un ítem de documentos; en este punto podremos incluir algunos informes de obra que puedan surgir durante la ejecución de las actividades y que sean de gran importancia para que de esta manera todos los profesionales involucrados estén enterados de cualquier novedad que se presente durante el proceso de estampillado de pisos. A demás en este punto podremos encontrar información relacionada a los procesos de seguridad y salud en el trabajo (SST), que llega a ser un factor importante dentro del seguimiento de los procesos por su aspecto de seguridad.

En primera instancia se pretende con los elementos identificados atacar de la misma manera que el BIM, pero desde otra perspectiva tal como lo mencionamos anteriormente, aquellas falencias que surgen en las obras; es indispensable analizar y comprender las dificultades que la construcción tradicional tiene por si misma, debido a la forma en la cual se realizan los procesos dentro de la industria, ya que con facilidad se pierde información, se cometen errores o se realizan procesos de forma repetitiva, lo que termina repercutiendo en mayores costos a futuro debido a la necesidad de rehacer procesos a lo largo del tiempo por no llevar día a día la información del proyecto.

- Fase 2: Fases o actividades de la aplicación.

En esta etapa se realiza un diagrama para la aplicación en donde se identifican las fases o actividades ya mencionadas anteriormente, y que deberá contener la app, junto con las jerarquías de acuerdo a cada uno de los profesionales involucrados. Esta permitirá dar una idea de lo que se espera ver al momento de tener la aplicación y además será la herramienta de apoyo para el programador poder desarrollarla y tener una idea clara de que se está requiriendo. Cada una de estas actividades fueron determinadas mediante las experiencias vividas en el día a día laboral y además de algunas entrevistas realizadas a profesionales del área en donde estas fueron identificadas y se consideraron necesarias para cumplir con el objetivo del proyecto el cual pretende tal como ya ser una herramienta de apoyo importante para el seguimiento y control de las ejecuciones de los proyectos de construcción.

Figura 7. Diagrama de la aplicación.



Fuente: El autor.

- Fase 3: Implementación de un prototipo funcional de aplicación móvil para la gestión de proyectos

Para la implementación de un sistema de información o prototipo funcional de este, es necesario establecer un conjunto de fases (análisis, diseño, programación, pruebas, documentación) para el desarrollo del sistema como se expone a continuación:

Tabla 3. Etapas de programación

Etapas para la programación	Descripción
1. Análisis	El desarrollador de software contempla los requerimientos funcionales y no funcionales para el software a desarrollar, haciendo uso de la tabla de requerimientos que permitirá identificar las necesidades de cada usuario según su rol para interactuar con el sistema.

2. Especificaciones técnicas	<p>Se realiza el análisis técnico en cuanto a las herramientas tecnológicas necesarias para la implementación y configuración del servicio que se va a ofrecer a través de la plataforma móvil teniendo en cuenta características tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servidor (Tipo de servidor a usar).</li> <li>• Bases de datos.</li> </ul>
3. Etapa de diseño	<p>Se realiza el diseño del prototipo (arquitectura) y modelado del sistema o software, para los elementos que pertenecen a la estructuración del desarrollo de la plataforma móvil ya que es la forma gráfica de visualización, construcción y documentación.</p>
4. Etapa de implementación	<p>Proceso donde se implementan los algoritmos necesarios para el funcionamiento de los módulos y la prestación de servicios de la plataforma.</p>
5. Etapas de documentación	<p>Durante esta etapa el programador podrá realizar pruebas y desarrollar los manuales de usuario y manuales de configuración, con el fin de entregar un producto completo y de alcance para todos.</p>

Fuente. El autor.

Surgidas estas fases se generará y presentara la aplicación, junto con todas las actividades que allí se consignaron, y por último se llegara a un análisis final del proceso, para más adelante su puesta en marcha de la misma.



## 4.2. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- Recopilación y Análisis de datos: se realiza un estudio mediante juicio de experto para determinar las actividades relevantes que requieren seguimiento y control en los proyectos de construcción. Con la información recopilada a través de conversaciones con algunos profesionales del sector, se plantea la estructura para el desarrollo de la aplicación Android.
- Software para aplicaciones Android.
- Equipos móviles (Celulares o Tablet).

## 4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

- Se centra la población en proyectos de la empresa Granitos y Mármoles SAS, específicamente en el sector de la construcción de edificaciones en Bogotá, D. C.

Muestra:

- Se toma como referencia un proyecto de construcción vertical de vivienda, ubicado en la calle 93 con carrera 5, en donde se identifican algunos aspectos y actividades que pueden ser manejadas y monitoreadas con dicha aplicación.

## 4.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcance:

En el desarrollo del trabajo se tomará en cuenta aspectos dentro de la gerencia de obras para delimitar el alcance, este será generar una aplicación Android enfocada hacia las actividades de acabados, que es el fuerte del desempeño de la empresa Granitos y Mármoles S.A.S y con la que se busca, manejar y controlar los procesos en tiempo real que se estén llevando a cabo.

Limitaciones:

Dentro de las limitaciones de este proyecto se manejan las siguientes:

- La aplicación se va a generar para el alcance de este trabajo únicamente en la fase de acabados, específicamente en revestimiento de pisos y fachada.
- Debido a la actual situación mundial que se está viviendo por culpa del Covid-19 y la incertidumbre alrededor de este, se tiene como limitante el reinicio de labores en el sector de la construcción y así mismo la implementación de la aplicación. Por la misma limitación de restricciones debido a la pandemia por el Covid-19, no se tiene el tiempo completo para desarrollar pruebas dentro de varios proyectos.

Es importante tener en cuenta que el alcance no contempla la validación de la aplicación.

## 5. PRODUCTOS A ENTREGAR

Se realizarán dos entregables para este proyecto:

- Primero el trabajo de grado producto de la investigación enfocada al desarrollo de una aplicación Android que servirá de herramienta de apoyo dentro de la gerencia de obras para mantener un seguimiento y control de procesos.
- El segundo y no menos importante será tal como se ha venido mencionando anteriormente una aplicación Android para equipos móviles que este enfocada en el sector de la construcción, con el fin de conseguir un seguimiento y control de los procesos que se estén llevando a cabo en proyectos de la empresa Granitos y mármoles SAS, la cual fue tomada como referencia para el desarrollo del proyecto, así mismo este se desarrolla con su respectivo manual de usuario para dar a conocer un poco más a fondo el uso de la aplicación.

## 6. ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS

El resultado final será una aplicación Android que a través de los elementos y características identificados y que son desglosan en las fases del trabajo, se logre minimizar los errores y aumentar la eficacia durante el desarrollo de proyectos, beneficiando así los procesos que en la mayoría de los casos resultan afectados por no llevar un correcto seguimiento de las ejecuciones y el rendimiento dentro de las obras, siendo una herramienta para la toma oportuna de decisiones.

“Es importante entender la diferencia entre un objetivo, que es una meta a la cual queremos llegar, y un plan, que es la manera en la que el proyecto espera alcanzar el objetivo específico.” (Roberts, 2007). Con la aplicación se atacarán todos estos temas, y se maneja en tiempo real aspectos como, cronogramas, avances de obra, informes, solicitudes de materiales y planos.

Logrando esto el impacto será satisfactorio ya que se conseguirá seguimiento y control de proyectos en tiempo real, de esta manera se podrá mejorar y optimizar procesos.

### 6.1. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Detectadas las falencias en las actividades objeto del presente documento, y teniendo en cuenta los principios de la metodología BIM, que es, ser una herramienta de apoyo en los procesos de construcción en donde se logra intercambiar información precisa y en tiempo real del proceso, se definieron aspectos importantes para estructurar la aplicación de seguimiento en tiempo real y poder tomar acciones que a tiempo puedan ayudar a identificar aquellos problemas que conllevan a retrasos en los procesos. Así con la implementación de esta aplicación Android en la gerencia de proyectos de construcción, se minimizan los errores y se aumenta la eficacia en los proyectos, debido a que, con esta, se lograra el seguimiento diario de las actividades en ejecución y el control de la misma, a través de los factores identificados para el desarrollo de la aplicación.

## 7. CONCLUSIONES

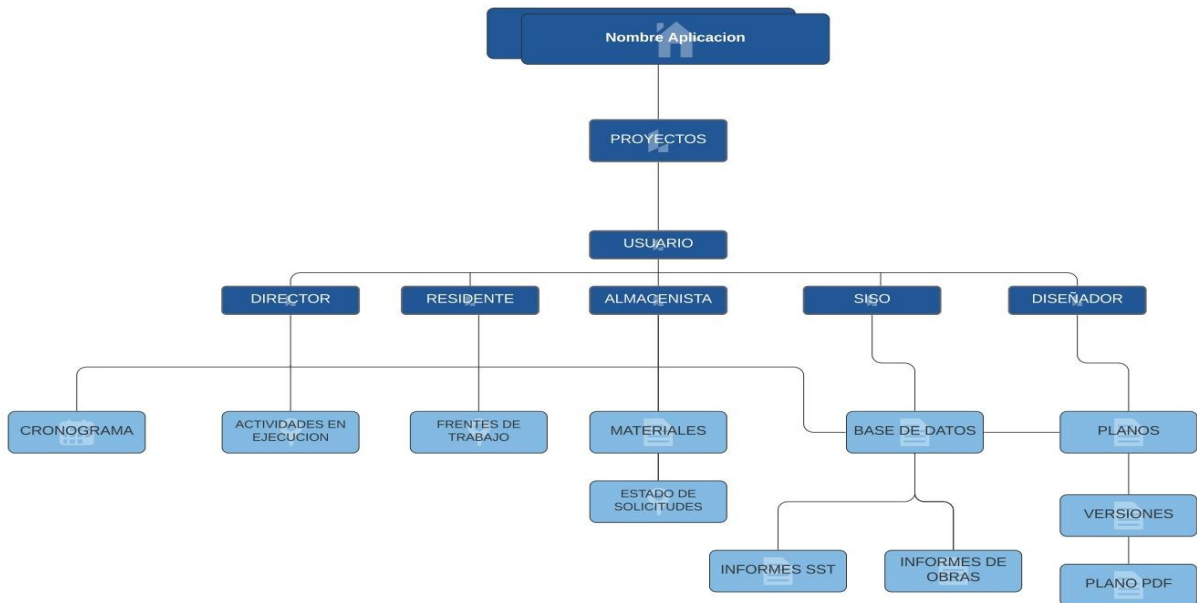
A lo largo del desarrollo del proyecto se identificaron los aspectos más relevantes para obtener un correcto seguimiento y control de los procesos con el fin de mitigar errores e incurrir en retrasos que son uno de los factores más importantes en los sobrecostos de los proyectos, estos fueron contemplados ya que, de acuerdo a cada experiencia propia, se pudieron identificar cuáles eran los factores necesarios que se debía tener para cumplir los objetivos, tales como:

1. Cronograma
2. Actividades en ejecución:
  - Replanteo y toma de medidas
  - Adecuación de áreas
  - Enchape de pisos
  - Guardaescobas
  - Boquilla
  - Silicona
3. Frentes de trabajo (Numero de cuadrillas y ubicación).
4. Materiales (Solicitudes y estados).
5. Bases de datos (Documentos y Planos).

Con base a estos factores luego de varios ensayos se obtuvo un diagrama resultante para la aplicación, el cual sirvió de guía para mostrar de manera gráfica lo que se pretende visualizar una vez desarrollado.

A pesar de haberse apoyado en algunos principios de la metodología BIM, es importante entender que este proyecto se desarrolla desde otra perspectiva, que, aunque su principal función es, comunicar e integrar la información generada por todas las partes involucradas dentro de los ciclo de vida de los proyectos de edificaciones, no estaremos hablando de una tecnología de diseño y modelado, sino de una enfocada a través de algunas actividades adaptadas a la ejecución diaria de proyectos y que ya fueron mencionadas anteriormente, estas permitirán el manejo oportuno de los proyectos a través de seguimientos diarios para mantener el control, convirtiéndose en herramientas de apoyo a través de equipos móviles.

Figura8. Diagrama de la aplicación Android.



Fuente. El autor.

Finalmente desarrollada la aplicación Android cuyas funciones logran optimizar y mejorar el seguimiento y control del proyecto, con ella tal como hemos venido mencionando a lo largo del documento encontraremos una herramienta más y de gran importancia dentro de la gerencia de obras, esta, además de todas las metodologías y herramientas que son empleadas dentro de la gerencia, llega a ser de gran utilidad dentro de este proceso, evitando que los problemas que comúnmente se presentan, como retrasos en las actividades, sean recurrentes por no tener pautas para su desarrollo, o por no comunicar en tiempo real información que amerite soluciones de los directores o gerentes del proyecto.

Tal como la metodología BIM en donde una de sus función es integrar todas las fases de la construcción y sus procesos, se hace necesaria la inclusión de nuevos métodos de trabajo adaptados a los ya existentes, siguiendo un cambio de cultura en la manera en que se manejan los procesos constructivos, por esto la aplicación pretende cubrir funciones desde otra perspectiva ya que en ella se identificarán las falencias en tiempo real y se procede a seleccionar y aplicar las medidas adecuadas de control, para mitigar cualquier riesgo que pueda generar problemas; como sobre costos, retrasos entre otros, con esto cada miembro que participe en el proyecto podrá interactuar y conocer los avances, cronogramas de la obra, personal que allí este trabajando, y otros factores importantes para el seguimiento del proyecto.

Aunque en la actualidad no existe mayor cantidad de aplicaciones que estén enfocadas en la gerencia de obras de construcción, esta será de gran provecho

para la gestión, ya que de esta manera los gerentes o directores de proyectos no esperaran hasta comité de obras para conocer lo que sucede diariamente en la obra, sino que interactuando diariamente en la aplicación conocerán mas de cerca el proceso y las novedades, ayudándoles a optimizar procesos que es una de sus principales funciones como gerentes.

Desarrollada la aplicación esta será puesta en funcionamiento en el proyecto que hemos venido mencionando y es aquí, en donde la implementaremos y conseguiremos ese seguimiento y control del que tanto se habla y que es la visión de este proyecto, además será de gran provecho no solo para el área de obras en el que actualmente se está enfocando (acabados), sino que podrá ser implementada en muchas otras áreas en donde las empresas, los gerentes y demás equipos, contarán con una herramienta que les ayudara a conocer en tiempo real lo que este sucediendo en los proyectos.

Desarrollar este proyecto, que además de un proceso investigativo tuvo como resultado final la aplicación Android, nos demuestra que con una buena planificación se pueden obtener herramientas importantes para la gerencia de obras, creando competencias y mecanismos de apoyo gerencial para obtener comunicación y así manejar información en tiempo real. Con el desarrollo de esta se muestra a parte del BIM puede llegar a haber otros software o convergencias tecnológicas fundamentales, para las organizaciones empresariales dentro del sector.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

**AbdulLateef Olanrewaju, Seong Yeow Tan, Lee Foo Kwan. 2017.** *Communication roles on the performance of the construction sector*. Primosten (Croacia) : Conferencia sobre Construcción Creativa 2017, 2017.

*Application of virtual and augmented reality techniques during design and construction process of building projects.* **Orihuela, Pablo, y otros. 2019.** 2019. Paper presented at the 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. pág. 12.

**Arias, Ángel y Durango, Alicia . 2016.** *Ingeniería y Arquitectura del Software: 2ª Edición*. s.l. : IT Campus Academy, 2016.

**2008.** Asana. [En línea] 2008. [Citado el: 11 de Abril de 2020.] <https://asana.com/es/apps/asana>.

**Bigot, Morgan. 2011.** Archireport. [En línea] Morgan Bigot, Diciembre de 2011. [Citado el: 09 de Marzo de 2020.] <https://www.archireport.com/es/>.

*BIM methodology, a new approach - case study of structural.* **Lino Maiaa, Pedro Mêdab. 2015.** Portugal : Procedia Engineering, 2015.

**Cruz, Daniela. 2017.** 12 Apps útiles para arquitectos en la construcción. *12 Apps útiles para arquitectos en la construcción*. [En línea] Daniela Cruz, 05 de Enero de 2017. [Citado el: 08 de Marzo de 2020.] <https://www.archdaily.co/co/801329/12-apps-utiles-para-arquitectos-en-la-construccion> .

**Danijela Ciric, Bojan Lalic, Danijela Gracanin, Nemanja Tasic y otros. 2019.** *Agile approach vs. traditional approach to project management: Strategies, Challenges and Reasons for Introducing Agile*. Serbia : Procedia Manufacturing, 2019.

**GIRONÉS, JESÚS TOMÁS. 2013.** *El Gran Libro de Android*. Mexico : Alfaomega, 2013. 3.

**Ham, Namhyuk, y otros. 2020.** *Automation in Construction*. s.l. : Elsevier, 2020.

**Institutelnc., Project Management. 2016.** *Guia del PMBOK*. Estados Unidos de América - Filadelfia : Sexta Edicion, 2016.

**Interior, Unidad administrativa especial Ministerio. 2015.** Direccion Nacional de



Derechos de Autor. [En línea] Mininterior, 2015. [Citado el: 17 de 04 de 2020.] <http://derechodeautor.gov.co/software>.

**K.K.Sherly, Jithin S Kuruvila Midhun Lal V L Rejin Roy Tomin Baby Sangeetha Jamal. 2017.** *Plagiarism detection system flowchart: an image processing approach*. India : Procedia Computer Science, 2017.

**Kaur, Anureet y Kaur, Kulwant . 2018.** Systematic literature review of mobile application development and testing effort estimation. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*. 2018.

**Lazzati, Santiago. 2016.** *El gerente: estrategia y líder del cambio: Más allá de la gestión operativa*. Buenos Aires : Granica, 2016.

—. **2006.** *Gerente: estrategia y líder del cambio, El: Más allá de la gestión operativa*. 2006.

**Liikamaa, Kirsi. 2015.** *Developing a project manager's competencies: a collective view of the most important competencies*. Finland : Procedia Manufacturing, 2015. 3.

**Loiro, Carina , y otros. 2019.** *Agile Project Management: A Communicational Workflow Proposal*. Portugal : CENTERIS - ProjMAN - HCist - , 2019.

**MINTIC. 2012.** APPS.CO. [En línea] MINTIC, 2012. [Citado el: 11 de 04 de 2020.] <http://www.apps.co>.

**Mobile, RG. 2011.** *Proyecto 365*. [Play Store] Desconocido : RG Mobile, 2011.

*Optimization strategy software for repetitive construction projects within multimode resources.* **Aziz, Remon Fayek. 2013.** Egipto : Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, 2013.

*Papel de las tecnologías de visualización en la planificación de seguridad y administraciones Construction Jobsites .* **Azhar, S. 2016.** Indonesia : Tercera Conferencia Internacional sobre Estructuras de Ingeniería Civil Sostenible y Materiales de Construcción, 2016.

**Roberts, Paul. 2007.** *Guía para la gestión de proyectos Obtener beneficios perdurables a través de cambios efectivos*. Barcelona : Gestion 2000, 2007. 9788498750133.

**Robledo Sacristan , Clodobaldo y Robledo Fernandez, David . 2012.** *Programacion en Android*. Madrid : Ministerio de Educacion, cultura y deporte, 2012.

**Salazar, Carlos Suarez. 2005.** *Costos y Tiempos en edificaciones.* Mexico : Noriega editores, 2005. 3.

*Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies.* **Ahmed Mohamed Keshk \*, Ibrahim Maarouf, Ysory Annany. 2018.** 4, egipto : Architectural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, 2018, Vol. 57. 4.

**Stanton, Etzel y Walker. 2007.** *Fundamentos del Marketing.* Mexico : McGraw-HillInteramericana, 2007.

*Synclean: An application for improved lean construction practice.* **Ghossaini, B.M, Dehaini, K.Y., Alruzz, M.A, Fakhr Eddine, N.A, Hamzeh, F.R. 2018.** Libano : Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Americana de Beirut, 2018.

**Tejada, Dison Manuel Pena. 2017.** deepaso. [En línea] 27 de Julio de 2017. [Citado el: 09 de Junio de 2020.] <https://www.deepaso.com/app/tr/1263308293>.

**Savic, M. a, Ljubojevic, M. a , b , Gajin, S. c. 2020.** Bosnia y Herzegovina : Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Inc., 2020, Vol. 8.

**UNIVERSIDAD DE BARCELONA. 2015.** OBS BUSINESS. [En línea] Febrero de 2015. [Citado el: 09 de Junio de 2020.] <https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/causas-de-fracaso-de-un-proyecto/definicion-de-alcance-de-proyecto-y-gestion-del-cambio-ruta-hacia-el-exito>.

**Young, Trevor. 1999.** *30 minutos para diseñar un proyecto.* Barcelona, Buenos Aires, Mexico DF : Ediciones Granica, 1999. 84-7577-405-9.

