

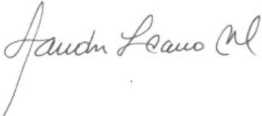
TRABAJO DE GRADO, CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN, PARA LA EVALUACIÓN Y PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS


LISETH JOHANA PAZ MESÚ (Autor Trabajo de Grado)

Nota de Aceptación

Certificamos que el presente Trabajo de Grado Satisface, en alcances y calidad, todos los requisitos Que demanda un Trabajo de Grado de Maestría.

  
KATHLEEN SALAZAR SERNA  
Director

  
SANDRA LILIANA CANO MOYA  
Jurado

  
GRACE ROJAS GERALDINO  
Jurado

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana Cali, para optar el título de Magister en Ingeniería Civil.

  
HERNÁN CAMILO ROCHA NIÑO Ph. D.  
Decano Facultad de Ingeniería y Ciencias

  
JUAN CARLOS MARTÍNEZ ARIAS  
Director Posgrados de Ingeniería y Ciencias

Santiago de Cali (24, de Septiembre, del 2.021)



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

**CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN, PARA LA  
EVALUACIÓN Y PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE  
EDIFICIOS**

Programa de Maestría en Ingeniería Civil-Énfasis en Construcciones

Presentado por:

LISETH JOHANA PAZ MESÚ

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Septiembre de 2021



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

**CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN, PARA LA  
EVALUACIÓN Y PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE  
EDIFICIOS**

Programa de Maestría en Ingeniería Civil-Énfasis en Construcciones

Directora:

KATHLEEN SALAZAR SERNA

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Septiembre de 2021

Aprobado por el comité de trabajo de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la

Pontificia Universidad Javeriana para otorgar el título maestría en Ingeniería Civil, con énfasis en Construcciones.

---

Directora del trabajo de grado

---

Jurado

---

Jurado

Santiago de Cali, Septiembre de 2021.

*Dedico el siguiente trabajo de grado a: Dios, mis padres, mi hermana Angie mi complemento, mis abuelos (Antonio (+), Bertha y Mary), a mi madrina Nasly y a mis primos Elizabeth, Gonzalo, Alexander, Andrés y cada una de las personas que siempre me han apoyado incondicionalmente, inspirado y motivado para dar lo mejor de mi como persona y profesional. Gracias por todo.*

*Liseth Johana.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por permitirme estar y disfrutar de este mundo y por darme la oportunidad de seguir creciendo personal y profesionalmente. A mi Directora de tesis la Ingeniera Kathleen Salazar Serna por su dedicación, guía, interés y apoyo constante en la ejecución de este trabajo. A mi amigo el ingeniero Oscar Atencio por su guía y apoyo constante en la parte de programación en Microsoft Excel, a la arquitecta Millerlandy Taborda, a la ingeniera Daniela Sánchez, al ingeniero Albert Camargo, al arquitecto Freddy Ordoñez, a mis amigos (Alexandra, Indira, David, Livis, Alejandra, Isa y Cata), colegas y a cada una de las personas que han estado durante mi proceso de formación profesional.*

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	14
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
2.1. Planteamiento del problema .....	16
2.2. Pregunta de investigación.....	18
2.3. Alcance del trabajo de grado .....	19
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	20
3.1. Objetivo general .....	20
3.2. 3.2. Objetivos específicos.....	20
3.3. Resultados esperados .....	20
4. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.....	22
5. MARCO DE REFERENCIA.....	25
5.1. Marco teórico.....	25
5.2. Estado de arte.....	51
6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	56
6.1. Definición de variables, parámetros e indicadores y desarrollo de la herramienta .....	56
6.2. Selección de elementos del PMI y SCRUM que fueron incorporados en la herramienta, para que se pudiera llevar a cabo la planeación y futura gestión de los proyectos. 57	
6.3. Validación de la herramienta, a través de un caso de estudio. ....	58
7. ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	59
7.1. Definición de criterios financieros .....	59
7.2. Selección de las ramas del conocimiento del PMBOK, estándar del PMI para construir la matriz AHP .....	59

7.3.	Definición de criterios considerados en la construcción de la matriz AHP ...	59
7.4.	Definición de las alternativas consideradas en la construcción de la matriz AHP	60
7.5.	Aplicación de los criterios y alternativas para desarrollar la matriz AHP .....	60
7.6.	Desarrollo de la herramienta KW (KEY WORK - OBRA CLAVE) .....	62
7.7.	Manual de usuario de la herramienta KW (KEY WORK O CLAVE DEL TRABAJO	64
7.8.	Pasos para la utilización de la herramienta .....	64
7.8.1.	Evaluación de viabilidad financiera .....	65
7.8.2.	Seguimiento a la implementación del proyecto .....	68
8.	SEGUIMIENTO CON SCRUM .....	73
9.	EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS .....	74
10.	CASO DE ESTUDIO .....	76
10.1.	Diseños arquitectónicos .....	76
10.2.	Diseño estructural .....	77
10.3.	Diseño hidráulico y sanitario .....	78
10.4.	Diseño de distribución eléctrica .....	79
10.5.	Presupuesto del proyecto .....	80
10.6.	Programación de obras .....	86
10.7.	Análisis y resultados del caso de estudio con la herramienta KW .....	86
10.7.1.	Flujo de caja .....	87
10.7.2.	Indicadores para evaluación .....	93
10.7.3.	Indicadores del valor ganado .....	97
10.7.4.	Flujo de caja semanal .....	100
10.7.5.	Porcentaje de avance .....	105

10.7.6.	Scrum .....	109
10.7.7.	Actividades administrativas .....	113
10.7.8.	Flujo de caja editable.....	115
10.8.	Equipo de trabajo y reuniones de seguimiento .....	119
10.9.	Toma de decisiones.....	120
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
11.1.	Conclusiones.....	121
11.2.	Recomendaciones .....	123
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
13.	GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALES .....	128

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ejemplo del ciclo de vida de un proyecto. (Guía del PMBOK, 2017) .....	27
<b>Figura 2.</b> Ejemplo del ciclo de vida predictivo de un proyecto.(Guía del PMBOK, 2013) .....	28
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo de datos para construir un presupuesto. (Guía del PMBOK, 2017).....	31
<b>Figura 4.</b> Componentes del presupuesto del proyecto. (Guía del PMBOK, 2017). .....	33
<b>Figura 5.</b> Línea base de costo, gastos y requisitos de financiamiento. (Guía del PMBOK, 2017).....	34
<b>Figura 6.</b> Valor ganado, Valor Planificado y Costos Reales. (Guía del PMBOK, 2017). .....	39
<b>Figura 7.</b> Índice del desempeño del trabajo por completar (TCPI). (Guía del PMBOK, 2017).....	43
<b>Figura 8.</b> Proceso de desarrollo del Software. ((Amezquita, 2014a). .....	44
<b>Figura 9.</b> Menú principal de la simulación de la herramienta KW. (Ingeniera Liseth Paz,2.021). .....	64
<b>Figura 10.</b> Instrucciones de la hoja de FLUJO DE CAJA.....	66
<b>Figura 11.</b> Ejemplo de cálculo de costos,diretos, indirectos y distribución del FLUJO DE CAJA para, el proyecto. ....	67
<b>Figura 12.</b> Ejemplo del grafico que se obtiene para los proyectos a analizar. ....	67
<b>Figura 13.</b> Ejemplo de cálculo de los indicadores de evaluación del proyecto.....	68
<b>Figura 14.</b> Análisis del valor ganado del proyecto.....	69
<b>Figura 15.</b> Ejemplo de distribución del flujo de caja semanal para los costos directos del proyecto. ....	70
<b>Figura 16.</b> Ejemplo de distribución del flujo de caja semanal para los costos directos del proyecto. ....	70

<b>Figura 17.</b> Ejemplo de cálculo de porcentaje de avance, para un proyecto. ....	72
<b>Figura 18.</b> Ejemplo de aplicación de SCRUM para los proyectos.....	73
<b>Figura 19.</b> Ejemplo de actividades administrativas para un proyecto de construcción.	74
<b>Figura 20.</b> Ejemplo de la hoja FLUJO DE CAJA EDITABLE para un proyecto.....	75
<b>Figura 21.</b> Plantas arquitectónicas de vivienda Multifamiliar. (Arq. Freddy Ortiz,2.020). .....	76
<b>Figura 22.</b> Fachada arquitectónica en render. (Arq. Freddy Ortiz,2.020). ....	77
<b>Figura 23.</b> Diseño estructural de vivienda multifamiliar. (Arquitecto Freddy Ortiz,2.020).....	78
<b>Figura 24.</b> Diseño hidráulico y sanitario de vivienda multifamiliar. (Arquitecto Freddy Ortiz,2.020).....	79
<b>Figura 25.</b> Diseño de planta de distribución eléctrico de vivienda multifamiliar. (Arquitecto Freddy Ortiz,2.020). ....	80
<b>Figura 26.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.....	88
<b>Figura 27.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja. distribución de dinero, por actividad. ....	88
<b>Figura 28.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.....	89
<b>Figura 29.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.....	89
<b>Figura 30.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.....	90
<b>Figura 31.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.....	90
<b>Figura 32.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.....	91
<b>Figura 33.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.....	91
<b>Figura 34.</b> Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.....	92
<b>Figura 35.</b> Duración vs distribución del flujo para el proyecto.....	93
<b>Figura 36.</b> Indicadores para evaluación del caso de estudio .....	95

<b>Figura 37.</b> Periodo de recuperación del proyecto en el mes 64, para el caso de estudio. .....	96
<b>Figura 38.</b> Periodo de recuperación descontado en el mes 131, para el caso de estudio. .....	97
<b>Figura 39.</b> Indicadores del valor ganado.(Guía del PMBOK, 2017).....	98
<b>Figura 40.</b> Indicadores del valor ganado, para el caso de estudio. (Guía del PMBOK, 2017).....	98
<b>Figura 41.</b> Indicadores del valor ganado, para el caso de estudio. ....	99
<b>Figura 42.</b> Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.....	100
<b>Figura 43.</b> Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.....	101
<b>Figura 44.</b> Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.....	101
<b>Figura 45.</b> Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.....	102
<b>Figura 46.</b> Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.....	102
<b>Figura 47.</b> Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.....	103
<b>Figura 48.</b> Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.....	103
<b>Figura 49.</b> Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.....	104
<b>Figura 50.</b> Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.....	105
<b>Figura 51.</b> Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio. ....	106
<b>Figura 52.</b> Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.....	106
<b>Figura 53.</b> Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.....	107
<b>Figura 54.</b> Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.....	108

<b>Figura 55.</b> Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.....	108
<b>Figura 56.</b> Aplicación de SCRUM para, el caso de estudio. ....	109
<b>Figura 57.</b> Aplicación de SCRUM para el caso de estudio. ....	110
<b>Figura 58.</b> Aplicación de SCRUM para el caso de estudio. ....	111
<b>Figura 59.</b> Aplicación de SCRUM para el caso de estudio. ....	111
<b>Figura 60.</b> Aplicación de SCRUM para, el caso de estudio. ....	112
<b>Figura 61.</b> Aplicación de SCRUM para, el caso de estudio. ....	112
<b>Figura 62.</b> Aplicación de SCRUM para, el caso de estudio. ....	113
<b>Figura 63.</b> Aplicación de las actividades administrativas para, el caso de estudio. ...	113
<b>Figura 64.</b> Aplicación de las actividades administrativas para, el caso de estudio. ...	114
<b>Figura 65.</b> Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio. .....	115
<b>Figura 66.</b> Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.....	116
<b>Figura 67.</b> Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.....	116
<b>Figura 68.</b> Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.....	117
<b>Figura 69.</b> Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.....	117
<b>Figura 70.</b> Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.....	118
<b>Figura 71.</b> Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.....	118

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Análisis de interpretación del valor ganado. (Guía del PMBOK, 2017).....	43
<b>Tabla 2.</b> Calculo de consistencia según criterios a analizar. ....	61
<b>Tabla 3.</b> Resultado de selección de alternativas según análisis de la matriz AHP. ....	62
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de los motivos de atraso de un proyecto de construcción. ....	71
<b>Tabla 5.</b> Presupuesto de obra de ejemplo para la herramienta. (Arquitecto Freddy Ortíz,2.020).....	81

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción, es de gran importancia, en el desarrollo de un país, porque juega un papel clave en el ámbito económico. A través de la construcción, se satisfacen las necesidades de infraestructura que, en su mayoría son actividades económicas y sociales de una nación. En el caso de la construcción civil; que se define como el área que lleva a cabo la construcción de una infraestructura para uso público o privado, urbano o rural. El desarrollo de proyectos de construcción, ayuda a satisfacer estas necesidades de infraestructura, es por eso, que se deben considerar las etapas claves, como lo son: el diseño, la ejecución y la operación y mantenimiento de las obras. (Conceptodefinicion.de,2019).

Las construcciones ayudan al crecimiento de las ciudades y a mejorar la calidad de vida de las personas, porque se pueden desarrollar proyectos de construcción para la infraestructura de transporte (férrea, aérea, terrestre, pluvial), hidráulicas (presas, represas, acueductos, etc.), urbanas (calles, parques, alumbrados, etc.), edificaciones (residenciales, comerciales, oficinas, etc.). Las obras tienen diversos inconvenientes asociados a la ejecución de sus proyectos, por lo general, la transitoriedad de las obras y la difícil situación que enfrentan las empresas, se derivan en una alta inestabilidad laboral; como consecuencia de ella, un número importante de proyectos presenta retrasos, lo que pueden considerarse como uno de los mayores problemas a los que se enfrenta el sector. Los retrasos en la construcción pueden originar sobre-costos, disputas entre partes, abandono del proyecto e incluso litigios legales.(Rudeli,Viles,González & Santilli., 2018a).

Es por este motivo, que con este trabajo se identificaron conceptos necesarios en el planteamiento de un proyecto de construcción, para este caso, aplicado a edificios. A partir de ello, se desarrolló una herramienta que consideró la metodología del Project Management Institute (PMI) y los principios de SCRUM, haciendo previamente un análisis comparativo de ambos enfoques. El PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) desarrollado por el PMI, provee un marco de referencia formal para desarrollar proyectos, guiando y orientando a los gerentes de proyectos sobre la forma de avanzar en los procesos y pasos necesarios para la construcción de resultados y alcanzar los objetivos (Fandom,2017). Mientras que las metodologías ágiles son una serie de técnicas para la gestión de proyectos que han surgido en contraposición a los métodos clásicos de gestión, todas las metodologías

que se consideran ágiles cumplen con el manifiesto ágil. Entre las metodologías la más usadas se encuentra, SCRUM que es un marco de trabajo que proporciona una serie de herramientas y roles para, de una forma iterativa, poder ver el progreso y los resultados de un proyecto desarrollado en un ambiente complejo (Londoño, 2015a).

Ambas metodologías buscan, obtener resultados exitosos en los proyectos y en un tiempo más corto u óptimo. Por esta razón, es necesario saber que, en la vida real, un proyecto rara vez sigue una secuencia lineal, y es por esta razón que cada día son más los clientes que solicitan llevar a cabo proyectos de manera más ágil donde se reduzcan los tiempos de entrega, se optimicen los recursos y se minimicen los costos(Londoño, 2015a). Es por esta razón que la presente investigación, buscó identificar los principios y prácticas ágiles para la gestión de proyectos haciendo un paralelo con la guía PMBOK y los estándares del PMI, para lograr su integración en una herramienta útil para la gestión de proyectos de construcción de edificios, disponible para pequeñas empresas y personas que carecen de herramientas para ello.

Finalmente, durante la ejecución de los proyectos de construcción, se presentan grandes inconvenientes, como lo son los retrasos, que suelen presentarse generalmente, por una gestión inadecuada de la ejecución de las tareas, ocasionando una extensión de tiempo no prevista a la hora de planear el desarrollo de un proyecto, trayendo como consecuencia. los sobrecostos en los proyectos, que deben identificarse si son por falta de una mala planeación, donde se puede incluir la falta de definición del alcance, entre otros indicadores y conceptos de importancia. Es por esta razón, que, con la elaboración de este trabajo, se pretende abarcar este tema de una manera más profunda, planteando un modelo que involucre tanto la evaluación de viabilidad, como la planeación de proyecto, para que así en la etapa de implementación, sean menores las probabilidades de sufrir retrasos y generar sobrecostos.

## **2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

A continuación, se presenta la definición del problema de investigación, seguido por la pregunta y finalmente el alcance.

### **2.1.Planteamiento del problema**

Un proyecto nace cuando una necesidad es descubierta por el cliente, es decir, las personas o la empresa están dispuestas a aportar fondos para que sea atendida la necesidad. Un proyecto se lleva a cabo con una serie de actividades interdependientes y de recursos como personas, materiales, maquinaria etc.; tiene vida finita, es decir, se inicia y se termina en una fecha pactada y representa un esfuerzo único que va a beneficiar a una persona o grupo de personas. Dentro de la experiencia personal de la autora, y en su formación profesional como ingeniera civil, ha encontrado muchos proyectos, que se han ejecutado por personas que carecen de formación técnica y en conocimientos acerca de la gestión de proyectos, ocasionando inconvenientes en la ejecución de los proyectos. Debido a esto, cabe recordar que, un proyecto supone incertidumbre ya que antes de iniciarlo, se prepara un plan a partir de ciertas suposiciones y estimaciones que influirán en el desarrollo del presupuesto, programación, duración del trabajo y el costo. Conforme avanza el proyecto, estas suposiciones serán remplazadas por información objetiva y segura. Cuando se habla de un proyecto se deben tener en cuenta unos factores que inciden directamente en su desarrollo, incluso estableciendo unos límites para alcanzar los objetivos trazados (Burgos & Vela, 2015), pero desafortunadamente, según la revista El Nuevo Siglo, para el 29 de agosto del 2018, en Colombia, más del 50% de las construcciones siguen siendo informales, construidas sin las licencias y permisos adecuados. (Nuevo Siglo, 2018), lo que implica que tampoco se llevan a cabo estudios previos con rigurosidad y que hace muy traumática su ejecución, no sólo por problemas técnicos, sino de gestión en el proyecto.

En la ejecución de proyectos de construcción se presentan grandes problemas, como lo son los retrasos, que se definen como un acto o evento que origina una extensión de tiempo requerido para la culminación de una obra bajo contrato. Estos retrasos se reflejan en el cronograma como días adicionales de trabajo o inicio tardío de otra actividad. Los retrasos pueden ser el resultado de trabajos adicionales, o trabajos suspendidos, retrasos causados por el contratista o de cualquiera otra causa bajo condiciones generales, (Rudeli et al, 2018b).

Los problemas de demoras recaen sobre el cronograma planeado y es considerado como uno de los mayores riesgos o problemas que este tipo de desarrollos deben afrontar, la importancia de los retrasos recae en las causas que lo originan y los efectos que ocasiona en el cronograma de obra.(Assaf & Al-Hejji, 2014). Por otro lado, también es muy común que, durante la ejecución de los proyectos de construcción, se generen sobrecostos, que son objeto de constante preocupación por parte de los desarrolladores de proyectos, en vista de que pueden afectar la viabilidad de estos (Lozano,Patiño,Gómez & Torres., 2018). Tanto los retrasos como los sobrecostos en los proyectos, están relacionados con la falta de planeación y escasas herramientas de gestión empleadas por los ejecutores.

Es de gran importancia mencionar que, hoy en día existen muchas metodologías que ayudan a gestionar eficazmente los proyectos de las empresas reduciendo al máximo los errores que se pueden llegar a producir durante todo el tiempo de ejecución. Entre las más utilizadas por las empresas a nivel mundial, se encuentran la metodología del PMI y del SCRUM, que es una metodología ágil y flexible, se caracteriza por ser implementada porque incrementa los niveles de productividad y la calidad de todos los procesos, ayudando a mitigar el problema que se genera en la mala gestión de los proyectos (Instituto Europeo de Posgrado,2018).La metodología del Scrum se complementará con ayuda de la metodología del PMI, la cual se enfoca en la dirección de proyectos, basándose en cinco fases, ramas del conocimiento y aportando múltiples ventajas a los directores de proyectos y sus correspondientes equipos.(Ealde Business School,2020).

Con la implementación de las metodologías del PMI y del SCRUM, se podrá contribuir positivamente en la problemática que se presenta actualmente en Colombia, acerca del desarrollo de la autoconstrucción y de actividades informales en el sector de la construcción, las cuales se caracterizan principalmente por la ejecución de los proyectos sin planeación que, conllevan a los sobrecostos. Teniendo en cuenta que, las tasas de informalidad en Colombia, oscilan entre 58,72% y 85,30%, de acuerdo con el informe ‘Perfil actual de la informalidad laboral en Colombia’, presentado por el Observatorio Laboral de la Universidad del Rosario. (Hoy Construccion.com,2018).

En conclusión, se debe tener en cuenta que muchos proyectos son ejecutados sin previas evaluaciones de factibilidad y con poca o ninguna planeación (Cortes, 1999), los cuales

presentan retrasos o sobrecostos. Según la revista Arcus Global en Colombia más del 50% de las construcciones siguen siendo informales. (Arcus Global,2018). Y como consecuencia de esta alta informalidad y alta tasa de autoconstrucción en el sector, los ejecutores no cuentan con suficiente formación, conocimientos, o herramientas para llevar a cabo este tipo de análisis. Adicional a ello, las herramientas existen, pero implementarlas es difícil, porque a veces no se cuenta con una herramienta o aplicación informática, ni con la formación pertinente. (Boquera,2015).

Este proyecto pretende ofrecer una alternativa, a este tipo de constructores, a través de la construcción de una herramienta adaptada al contexto de la construcción de edificios, que les permita analizar tanto la viabilidad financiera del proyecto, así como contar con elementos de gestión para su implementación, en vista de que las alternativas, que se encuentran en el mercado son genéricas o se encuentran enfocadas solamente a la planificación más no a la evaluación y son costosas en la mayoría de los casos. El propósito con este trabajo es entonces, aportar a esa informalidad y ausencia de conocimientos técnicos, para facilitar a empresas pequeñas o personas naturales que desarrollan proyectos sin saber cómo llevar a cabo una adecuada evaluación de viabilidad o una planeación básica, puedan hacerlo con sus proyectos y así, disminuir los impactos negativos en costos e incumplimientos en el cronograma.

## **2.2.Pregunta de investigación**

De acuerdo con lo anterior, en este proyecto se le pretende dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cómo integrar elementos de evaluación de viabilidad y metodologías de gerencia de proyectos como PMI y SCRUM, en el desarrollo de una herramienta de gestión que sea de utilidad para que los ejecutores de proyectos de construcción de edificios, puedan determinar la viabilidad financiera de estos y realizar su planeación, con el propósito de reducir impactos negativos en costos, tiempos y alcance del proyecto por la no realización de procesos formales de evaluación y planeación?

### **2.3. Alcance del trabajo de grado**

Con este trabajo se construyó una herramienta de gestión, que permitió llevar a cabo la evaluación de viabilidad financiera y la planeación para proyectos de construcción, donde consideró elementos de las metodologías PMI y SCRUM. La herramienta se parametrizó para ser empleada solamente en proyectos de construcción de edificios en Colombia y no se consideraron otro tipo de proyectos. La herramienta se desarrolló en Microsoft Excel, con ayuda de hojas de cálculo, macros y Visual Basic.

### **3. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

A continuación, se describen los objetivos que se consideraron para desarrollar en el presente trabajo.

#### **3.1.Objetivo general**

Desarrollar una herramienta de gestión, que permita evaluar la viabilidad financiera y realizar la planeación de proyectos de construcción de edificios, integrando elementos de las metodologías del PMI y SCRUM.

#### **3.2.3.2. Objetivos específicos**

El objetivo general se alcanzó cuando se desarrollaron los siguientes objetivos específicos:

Definir las variables, parámetros y estructura del modelo que se aplicarán para evaluar factibilidad en proyectos de construcción de edificios.

Determinar cuáles elementos del PMI y SCRUM serán incorporados en la herramienta, para que se pueda llevar a cabo la planeación y futura gestión de los proyectos.

Validar el modelo desarrollado para evaluación y planeación, a través de un caso de estudio de un edificio real.

#### **3.3.Resultados esperados**

Con la realización de este trabajo de grado, se quiso contribuir a través de la construcción de una herramienta, a la reducción de los inconvenientes, presentes durante la idea, estimación y ejecución de los proyectos de construcción. Qué, a su vez, generan sobrecostos, demoras, cambios en el alcance y cronograma en los proyectos de construcción, debidos a la falta de evaluación y planeación. Además, esta herramienta es de gran ayuda para los servicios de consultoría en construcción, porque permite un mejor direccionamiento y gestión de los proyectos, realizando un análisis detallado de los conceptos y datos que se deben tener presentes, a la hora de evaluar la factibilidad y asignar y controlar los recursos. Igualmente, es de gran utilidad para aquellas personas que carecen de formación en gestión de proyectos

y que se encuentren desarrollando obras de construcción de edificios, en las cuáles podría tener un impacto positivo brindar información valiosa para la toma de decisiones.

#### 4. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Para empezar a hablar acerca de este trabajo, es necesario comentar que según un estudio realizado por el DANE y con ayuda de el periódico EL TIEMPO, el 17 de mayo del 2019, confirmaron que, en Colombia, la construcción de edificios ha presentado un incremento, principalmente en la construcción de edificios residenciales, donde, 17.617.334 m<sup>2</sup> se destinaron a apartamentos y 1.853.734 m<sup>2</sup> para la construcción de casas. Dónde en las cuatro ciudades principales de Colombia, Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, presentan un porcentaje de construcción de edificios de uso residencial del 52% para Bogotá ,64% para Medellín, 46.68% para Cali y 75% para Barranquilla. (El tiempo, 2019). Adicional a ello, la revista Portafolio y en el periódico Vanguardia, y un análisis realizado por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), para el mes de enero del año 2019, en Colombia, el 41% de las obras públicas del país, en este caso de uso vial presentan atrasos (Portafolio, 2019). Además, según el periódico el Tiempo, para el mes de julio del año 2019, informó que, para la construcción de centros educativos y centros penitenciarios en el país, se presentaban inconvenientes de atrasos, debido a que los proyectos en su fase de diseño se encontraban con un porcentaje del 86%, y para el avance de obra en su etapa de construcción solo se presentaba un porcentaje del 1.2% (ElTiempo, 2019). De acuerdo con esta información, surgió el interrogante de que si el problema de los retrasos en las obras de construcción en Colombia se debía a la falta de planeación, diseño y desarrollo de los proyectos. Teniendo en cuenta esto, los retrasos y sobrecostos que se presentan durante la ejecución de los proyectos de construcción, en su mayoría, tienen relación con no haberse efectuado de una manera adecuada alguna de las etapas de formulación, evaluación o planificación. (Vanguardia, 2019). Principalmente, esto se debe a que, son muchos los factores que se deben de considerar, así como la asignación de los recursos humanos, la construcción de un presupuesto de obra, la elaboración de un cronograma para definir tiempos de entrega e identificación de la ruta crítica, la definición del alcance o la determinación del punto de equilibrio. Muchos constructores deciden empezar a ejecutar sus proyectos, en algunos casos sin definir diseños, que a su vez pueden generar una falla en las cantidades de obra y presupuesto, debido a que se puede presentar una gran variación en la fecha de culminación establecida para la culminación del proyecto definido, o en los costos directos e indirectos

estimados. Aunque es normal que se presenten cambios y aun cuando existan los estudios previos, pueden presentarse inconvenientes durante la ejecución de los proyectos. Sin embargo, es más fácil responder frente a esos cambios cuando, se hace una adecuada planeación y se anticipan los posibles inconvenientes, planteando controles y estableciendo procedimientos para el seguimiento (Cortes, 1999). Es por eso, que, con la realización de este trabajo, se quiso abordar esta problemática, a través del desarrollo de una herramienta que considere las metodologías del PMI y de SCRUM. Adicionalmente, es importante generar un paralelo entre la de la guía PMBOK y los estándares del PMI con las metodologías ágiles, dependiendo del tipo de proyecto, pueden variar también las formas para abordarlo, por ejemplo, algunos proyectos que precisan de trabajadores con conocimientos especializados, se desarrollan en ambientes de rápida acción con tiempos limitados, por lo que es más adecuado un método ágil para desarrollarlos.(Londoño, 2015b).Por otro lado, retomando los inconvenientes presentes en la ejecución de los proyectos son muchas las variables que se deben considerar, como el error de diseño, definición de un alcance inadecuado, el clima, cambios en el proyecto o subestimación del tiempo necesario para completar los entregables. Subestimar el tiempo de construcción es perjudicial debido a que otro proyecto importante puede retrasarse hasta que se complete el proyecto actual. Muchos proyectos públicos y privados, son extensiones de un proyecto anterior, y las imprecisiones en la estimación del costo del proyecto y el tiempo de construcción pueden resultar en la secuencia de los proyectos relacionados o en fases dentro de los proyectos, retrasando así las mejoras necesarias.(Shrestha, Burns & Shields, 2013a). Finalmente, según los autores Shrestha *et al.*, (2013), se puede concluir que, en los proyectos más grandes y de mayor duración, son en los que se presenta mayores sobrecostos.

La idea sobre desarrollar este trabajo de grado nació, a raíz de que muchos de los ejecutores de proyectos, principalmente de edificios, ejecutan sus proyectos de manera informal y no tienen los conocimientos suficientes para determinar la viabilidad y muchos menos disponen de herramientas informáticas que les permitan fácilmente realizar la planeación, seguimiento y control del proyecto, para la toma de decisiones oportunas. Teniendo en cuenta que las metodologías más usadas a nivel mundial son el PMI y el SCRUM, se escogieron estas dos metodologías. Considerando esto, cabe resaltar que en el mercado no se cuenta con herramientas segmentadas por sectores y de fácil acceso, de bajo

costo y que integren tanto la evaluación de viabilidad, como la planeación normal, y las que se encuentran son solo de gestión.

## **5. MARCO DE REFERENCIA**

Para adelantar la herramienta, fue necesario mencionar el uso algunas definiciones, que fueron aplicadas de forma correcta a la hora de desarrollar este trabajo de grado, y así se cumplieron con los objetivos propuestos. Para el evolucionar de este trabajo de grado fue necesario tener en cuenta las siguientes definiciones:

### **5.1. Marco teórico**

De acuerdo con la literatura técnica, a continuación, se definirán los conceptos principales de la metodología PMI, los cuales se respaldan por la guía PMBOK, del SCRUM, entre otros conceptos importantes.

#### Proyecto

Según la definición del PMBOK, un proyecto es un esfuerzo temporal, para crear un servicio o un producto, es por eso, que va ligado con la definición de un inicio y un fin. El final del proyecto se da cuando se cumplan los objetivos definidos o cuando ya no exista la necesidad que produjo su origen (Guía del PMBOK, 2017).

Un esfuerzo de trabajo permanente es por lo general un proceso repetitivo que sigue los procedimientos existentes de una organización. En cambio, debido a la naturaleza única de los proyectos, pueden existir incertidumbres o diferencias en los productos, servicios o resultados que el proyecto genera. Las actividades del proyecto pueden ser nuevas para los miembros del equipo del proyecto, lo cual puede requerir una planificación con mayor dedicación que si se tratara de un trabajo de rutina. Además, los proyectos se llevan a cabo en todos los niveles de una organización. Un proyecto puede involucrar a una única persona o a varias personas, a una única unidad de la organización, o a múltiples unidades de múltiples organizaciones (Guía del PMBOK, 2017).

#### Gerencia de proyectos

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas que van ligadas en el desarrollo de las actividades del proyecto para cumplir con las pautas establecidas. (Guía del PMBOK, 2017). Según Gómez *et al.* (2013) es el conjunto de principios técnicos para alcanzar los resultados con procesos complementarios, tales

como: formulación, ejecución y evaluación. Esta expresión describe relativamente bien un estilo de administración centrado en las normas, los formatos y los requisitos.

### Guía metodológica del PMBOK

A continuación, se mencionarán los conceptos más importantes en la gestión de proyectos, mencionando la ruta de procesos a considerar en la dirección de proyectos y las áreas de conocimiento, para posteriormente seleccionar e identificar los conceptos que se utilizarán en la propuesta metodológica.

### Ciclo de vida del proyecto

El PMI, define el ciclo de vida del proyecto, como la serie de fases por las que atraviesa un proyecto, las cuales se comprenden desde su inicio hasta su cierre. Generalmente, van de manera secuencial, y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades, de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Un ciclo de vida se puede documentar dentro de una metodología. Se puede determinar o conformar el ciclo de vida del proyecto sobre la base de los aspectos únicos de la organización, de la industria o de la tecnología empleada. Cada proyecto tiene un inicio y un final definidos, los entregables específicos y las actividades que se llevan a cabo variarán ampliamente dependiendo del proyecto. El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado.(Guía del PMBOK, 2017)

A continuación, se mencionarán las 5 fases de procesos a considerar en cualquier proyecto de construcción:

- Inicio del proyecto
- Planeación y diseño del proyecto
- Construcción y/o ejecución del proyecto
- Monitoreo y control del proyecto
- Cierre del proyecto

### Grupo de procesos

Son un agrupamiento lógico de procesos de la dirección de proyectos para alcanzar objetivos específicos del proyecto. Los Grupos de Procesos son independientes de las fases

del proyecto. Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en los siguientes cinco Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos:(Guía del PMBOK, 2017).

#### Grupo de proceso inicio del proyecto

Es cuando, se define un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.(Guía del PMBOK, 2017).

#### Grupo de proceso de planificación, (Planeación y diseño del proyecto)

Es cuando, se establece el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.(Guía del PMBOK, 2017).

#### Grupo de proceso de ejecución (Construcción y/o ejecución del proyecto)

Es cuando, se completa el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto.(Guía del PMBOK, 2017).

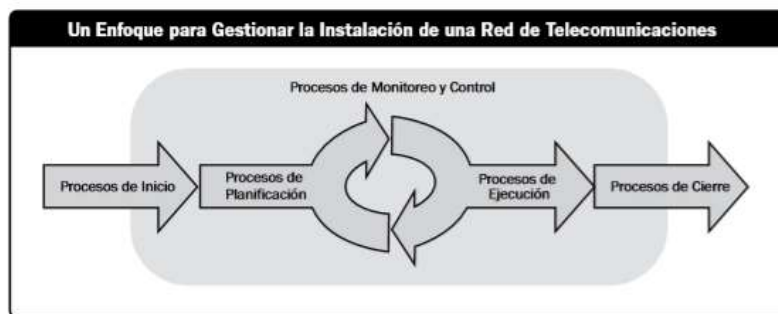
#### Grupo de proceso de monitoreo y control

Son los procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.(Guía del PMBOK, 2017).

#### Grupo de proceso de cierre

Es cuando, se completa o cierra formalmente el proyecto, fase o contrato, porque finalmente se cumplieron los objetivos propuestos y el alcance.(Guía del PMBOK, 2017).

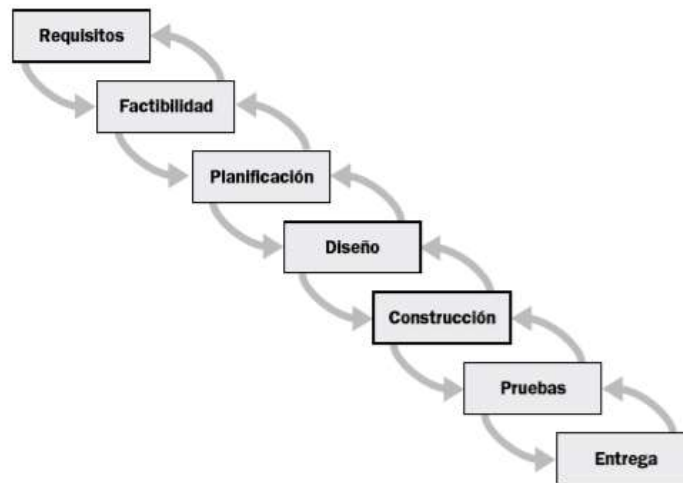
**Figura 1.**Ejemplo del ciclo de vida de un proyecto. (Guía del PMBOK, 2017)



### Ciclo de vida predictivo

El PMI define el ciclo de vida predictivo como un ciclo orientado al plan, porque son por los cuales el alcance del proyecto, el tiempo y costo requerido se aplican para lograr el alcance definido, se deben determinar inmediatamente en el ciclo de vida del proyecto. (Guía del PMBOK, 2017).

**Figura 2.** Ejemplo del ciclo de vida predictivo de un proyecto. (Guía del PMBOK, 2013)



### Áreas del conocimiento

El PMBOK dentro de su metodología, trabaja en 10 áreas del conocimiento, que constan de 5 procesos, mencionados anteriormente, analizándose a través de entradas y salidas. Es por eso, que el PMBOK, recomienda algunas herramientas para alcanzar los objetivos de los procesos y de las ramas del conocimiento que se listan a continuación:

- Gestión de la integración
- Gestión del alcance
- Gestión del cronograma del proyecto
- Gestión de costos
- Gestión de la calidad
- Gestión de los recursos
- Gestión de las comunicaciones
- Gestión de los riesgos
- Gestión de las adquisiciones
- Gestión de los interesados

### Gestión de la integración

Abarca los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.(Guía del PMBOK, 2017).

### Gestión del alcance

Incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.(Guía del PMBOK, 2017).

### Gestión del cronograma del proyecto

Comprende los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.(Guía del PMBOK, 2017).

### Gestión de costos

Se refiere a abarcar los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.(Guía del PMBOK, 2017).

### Gestión de la calidad

Comprende los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.(Guía del PMBOK, 2017).

### Gestión de los recursos

Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.(Guía del PMBOK, 2017).

### Gestión de las comunicaciones

Comprende los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y

disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.(Guía del PMBOK, 2017).

#### Gestión de los riesgos

Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.(Guía del PMBOK, 2017).

#### Gestión de las adquisiciones

Comprende los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto.(Guía del PMBOK, 2017).

#### Gestión de los interesados

Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.(Guía del PMBOK, 2017).

### **Estimación de Costos**

Las estimaciones de costos incluyen evaluaciones cuantitativas de los costos probables que se requieren para completar el trabajo del proyecto, así como los montos de contingencia para tener en cuenta los riesgos identificados y una reserva de gestión para cubrir trabajo no planificado. Las estimaciones de costos pueden presentarse de manera resumida o detallada. Se estiman los costos para todos los recursos aplicados a la estimación de costos. Esto incluye, entre otros, el trabajo directo, los materiales, el equipamiento, los servicios, las instalaciones, la tecnología de la información y determinadas categorías especiales, tales como el costo de la financiación (incluidos los cargos de intereses), una provisión para inflación, las tasas de cambio de divisas, o una reserva para contingencias de costo. Si se incluyen los costos indirectos en el proyecto, estos se pueden incluir en el nivel de actividad o en niveles superiores. (Guía del PMBOK, 2017).

## **Factores ambientales, en una empresa que, influyen en la estimación de los costos para un proyecto**

### Condiciones del mercado

Estas condiciones describen los productos, servicios y resultados que están disponibles en el mercado, sus proveedores y los términos y condiciones que los rigen. Las condiciones locales y/o globales de la oferta y la demanda influyen considerablemente en el costo de los recursos. (Guía del PMBOK, 2017).

### Información comercial de dominio público

La información sobre las tarifas de los recursos está disponible en bases de datos comerciales que se realizan, para el seguimiento de las habilidades y los costos de los recursos humanos, y que proporcionan costos estándar para materiales y equipos. Otra fuente de información la constituyen las listas de precios publicadas por los proveedores. (Guía del PMBOK, 2017).

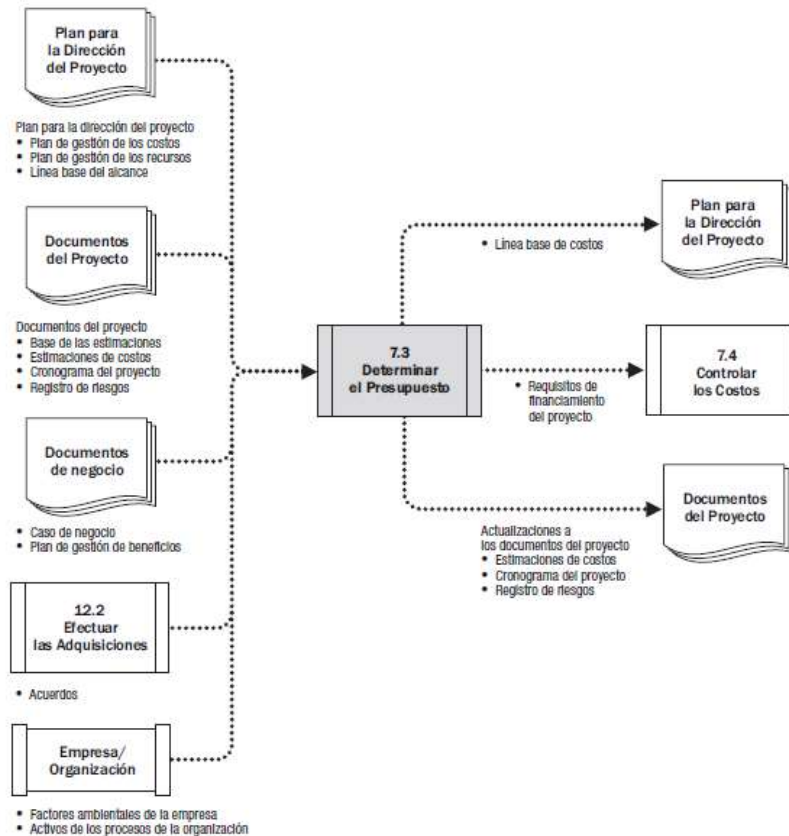
### Tasas de cambio e inflación.

Para proyectos a gran escala que se extienden por varios años con múltiples divisas, las fluctuaciones de las divisas y la inflación deben comprenderse e incorporarse al proceso, para estimar los Costos. (Guía del PMBOK, 2017).

## **Construcción del presupuesto**

Consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o de los capítulos de trabajo, para establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que, determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto. El presupuesto de un proyecto contempla todos los fondos autorizados para ejecutar el proyecto. La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto del proyecto en sus diferentes fases temporales, que incluye las reservas para contingencias, pero no incluye las reservas de gestión. (Guía del PMBOK, 2017).

**Figura 3.** Diagrama de flujo de datos para construir un presupuesto. (Guía del PMBOK, 2017).



## Documentos del proyecto, que ayudan a construir el presupuesto

### Plan de gestión de los costos

Describe la manera en que los costos del proyecto se estructuran en el presupuesto del proyecto. (Guía del PMBOK, 2017).

### Plan de gestión de los recursos

Proporciona información sobre tarifas (personal y otros recursos), estimación de los gastos de viaje y otros costos previstos que son necesarios para estimar el presupuesto total del proyecto. (Guía del PMBOK, 2017).

### Financiamiento

El financiamiento implica la adquisición de fondos para los proyectos. Es común que los proyectos de infraestructura, industriales y de servicios públicos a largo plazo procuren

fondos de fuentes externas. Si un proyecto es financiado externamente, la entidad financiera puede tener ciertos requisitos que deben cumplirse. (Guía del PMBOK, 2017).

#### Límite de financiamiento

El gasto de fondos debería conciliarse con los límites de financiamiento comprometidos en relación con la financiación del proyecto. Una variación entre los límites de financiamiento y los gastos planificados requerirá en algunos casos volver a programar el trabajo para equilibrar la tasa de gastos. Esto se consigue mediante la aplicación de restricciones de fechas impuestas para el trabajo incluido en el cronograma del proyecto. (Guía del PMBOK, 2017).

#### Línea base del alcance

Contiene el enunciado del alcance del proyecto, la EDT/WBS y los detalles del diccionario de la EDT/WBS, que se utilizan para la estimación y la gestión de los costos. (Guía del PMBOK, 2017).

#### Línea base de costos

Es la versión aprobada del presupuesto del proyecto con fases de tiempo, excluida cualquier reserva de gestión, la cual solo puede cambiarse a través de procedimientos formales de control de cambios. Se utiliza como base de comparación con los resultados reales. La línea base de costos se desarrolla como la suma de los presupuestos aprobados para las diferentes actividades del cronograma. (Guía del PMBOK, 2017).

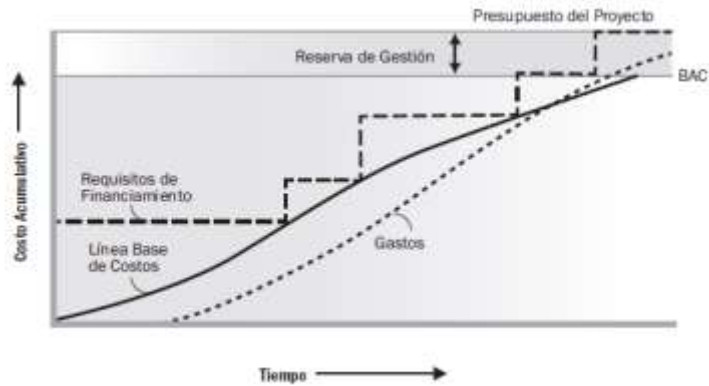
**Figura 4.**Componentes del presupuesto del proyecto. (Guía del PMBOK, 2017).



### Requisitos de financiamiento

Los requisitos de financiamiento totales y periódicos (p.ej., trimestrales, anuales) se derivan de la línea base de costos. La línea base de costos incluirá los gastos proyectados más las obligaciones anticipadas. A menudo, el financiamiento tiene lugar en cantidades incrementales que pueden no estar distribuidas de manera homogénea, por lo que se representará como peldaños (*Ver la figura 5*). Los fondos totales necesarios son aquellos incluidos en la línea base de costos más las reservas de gestión, en caso de existir. Los requisitos de financiamiento pueden incluir la fuente o fuentes de dicho financiamiento.

**Figura 5.** Línea base de costo, gastos y requisitos de financiamiento. (Guía del PMBOK, 2017).



## Técnicas de análisis de datos para controlar los gastos

### Análisis del valor ganado (EVA)

El análisis del valor ganado compara la línea base para la medición del desempeño, con la línea base de costos y la línea base del cronograma, para generar la línea base para la medición del desempeño. El EVM establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control (*Guía del PMBOK, 2017*). A continuación se mencionarán:

#### Valor planificado (PV)

Es el presupuesto autorizado asignado al trabajo programado que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS), sin contar con la reserva de gestión. Este presupuesto se adjudica por fase a lo largo del proyecto, pero para un punto dado en el tiempo, el valor planificado establece el trabajo físico que se debería haber llevado a cabo hasta ese momento. El PV total se conoce en ocasiones como la línea base para la medición del desempeño (PMB). El valor planificado total para el proyecto también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC). (*Guía del PMBOK, 2017*).

#### Valor ganado (EV)

Es la medida del trabajo realizado expresado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo. Es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado. El EV medido debe corresponderse con la PMB y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente. El EV se utiliza a menudo para calcular el porcentaje

completado de un proyecto. Deberían establecerse criterios de medición del avance para cada componente de la EDT/WBS, con objeto de medir el trabajo en curso. Los directores de proyecto monitorean el EV, tanto sus incrementos para determinar el estado actual, como el total acumulado, para establecer las tendencias de desempeño a largo plazo. (*Guía del PMBOK, 2017*).

#### Costo real (AC)

Es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un periodo de tiempo específico. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV. El AC debe corresponderse, en cuanto a definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido por el EV (p.ej., solo horas directas, solo costos directos o todos los costos, incluidos los costos indirectos). El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV. (*Guía del PMBOK, 2017*)

#### **Análisis de variación**

Las variaciones que se analizan más a menudo son las relativas al costo y al cronograma. Para proyectos que no realizan un análisis del valor ganado, se pueden realizar análisis de variaciones similares mediante la comparación entre el costo planificado y el costo real para detectar las desviaciones entre la línea base de costos y el desempeño real del proyecto. Se puede realizar un análisis más detallado para determinar la causa y el grado de desviación con respecto a la línea base del cronograma, así como la necesidad de acciones correctivas o preventivas. Las mediciones del desempeño del costo se utilizan para evaluar la magnitud de la desviación con respecto a la línea base original de costo. Un aspecto importante del control de los costos del proyecto consiste en la determinación de la causa y del grado de la desviación con relación a la línea base de costos y decidir si son necesarias las acciones correctivas o preventivas. El rango de porcentajes de desviaciones aceptables tenderá a disminuir conforme a que el trabajo realizado aumente. (*Guía del PMBOK, 2017*). A continuación, se mencionarán los ejemplos de análisis de variación incluyen:

#### Variación del cronograma (SV)

Es una medida de desempeño del cronograma, que se expresa como la diferencia entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV). Determina en qué medida el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega, en un momento determinado. Es una medida del desempeño del cronograma en un proyecto. En el EVA, la variación del cronograma es una métrica útil, ya que, puede indicar un retraso o adelanto del proyecto con respecto a la línea base del cronograma. La variación del cronograma en el EVA en última instancia será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya habrán ocurrido todos los valores planificados. Es recomendable utilizar la variación del cronograma en conjunto con el método de programación de la ruta crítica (CPM) y la gestión de riesgos. (*Guía del PMBOK, 2017*).

Según el PMBOK, la Ecuación (1), define como se calcula la variación en el cronograma del proyecto.

$$SV = EV - PV. \quad (1)$$

Donde, SV Se refiere a la variación del cronograma; EV es el valor ganado, y PV, es el valor planeado.

#### Variación del costo (CV)

es el monto del déficit o superávit, presupuestario en un momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado (EV) y el costo real (AC). Es una medida del desempeño del costo en un proyecto. La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y la cantidad realmente gastada. La CV es particularmente crítica porque indica la relación entre el desempeño real y los costos incurridos. Una CV negativa es a menudo difícil de recuperar para el proyecto. (*Guía del PMBOK, 2017*).

Según el PMBOK, la Ecuación (2), define como se calcula la variación en el cronograma del proyecto.

$$CV = EV - AC. \quad (2)$$

Donde, CV Se refiere a la variación del costo; EV es el valor ganado, y AC, es el valor costo real.

### Índice de desempeño del cronograma (SPI)

Es una medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV). Refleja la medida de la eficiencia con que el equipo del proyecto está llevando a cabo el trabajo. En ocasiones se utiliza en combinación con el índice de desempeño del costo (CPI) para proyectar las estimaciones finales a la conclusión del proyecto. Un valor de SPI inferior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo llevada a cabo es menor que la prevista. Un valor de SPI superior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista. Puesto que el SPI mide todo el trabajo del proyecto, se debe analizar asimismo el desempeño en la ruta crítica, para así determinar si el proyecto terminara antes o después de la fecha de finalización programada. (*Guía del PMBOK, 2017*).

Según el PMBOK, la Ecuación (3), define como se calcula la variación en el cronograma del proyecto.

$$SPI = EV/PV. \quad (3)$$

Donde, SPI Se refiere al índice del desempeño del cronograma; EV, es el valor ganado y PV es el valor planeado.

### Índice de desempeño del costo (CPI)

Es una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados, expresado como la razón entre el valor ganado (EV) y el costo real (AC). Se considera la métrica más crítica del EVA y mide la eficiencia del costo para el trabajo completado. Un valor de CPI inferior a 1,0 indica un costo superior al planificado con respecto al trabajo completado. Un valor de CPI superior a 1,0 indica un costo inferior con respecto al desempeño hasta la fecha. El CPI es igual a la razón entre el EV y el AC. (*Guía del PMBOK, 2017*).

Según el PMBOK, la Ecuación (4), define como se calcula la variación en el cronograma del proyecto.

$$CPI = EV/AC. \quad (4)$$

Donde, CPI Se refiere al índice del desempeño del costo; EV es el valor ganado, y AC, es el costo real.

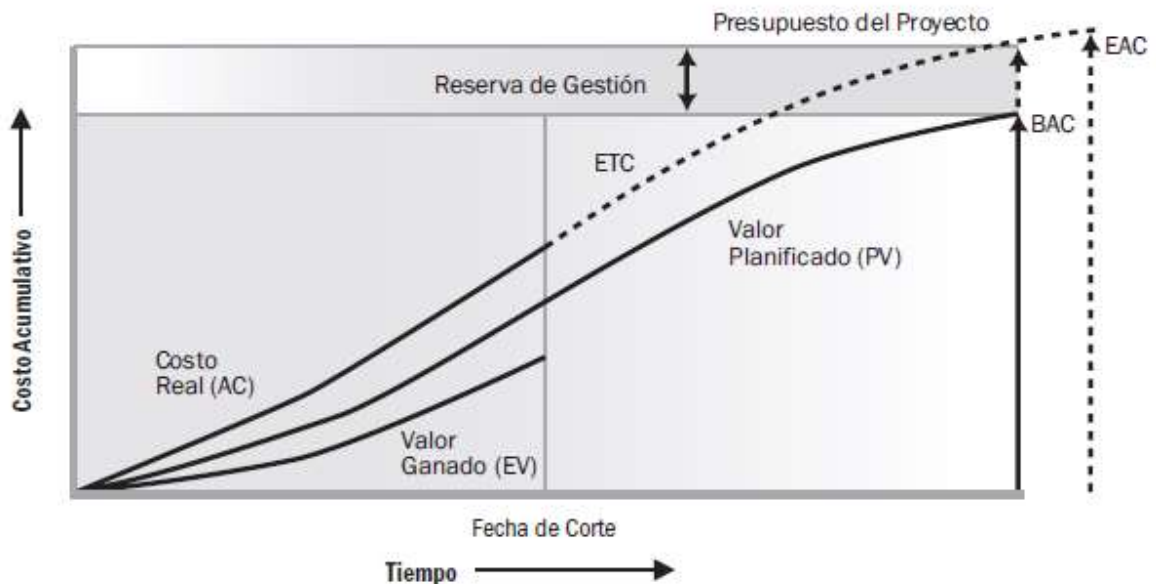
### **Análisis de tendencias**

El análisis de tendencias, examina el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si, está mejorando o si se está deteriorando. Las técnicas de análisis grafico son valiosas, pues permiten comprender el desempeño a la fecha y compararlo con los objetivos de desempeño futuros, en términos del BAC con respecto a la estimación a la conclusión (EAC) y las fechas de conclusión. (Guía del PMBOK, 2017). A continuación, se mencionan algunas de las técnicas de análisis de tendencias:

### Diagramas

En el análisis del valor ganado, se puede monitorear e informar sobre tres parámetros (valor planificado, valor ganado y costo real), por periodos (normalmente semanal o mensualmente) y de forma acumulativa. Más adelante, se enseñará una ilustración, donde se emplea, una Curvas S para representar los datos del EV para un proyecto cuyo costo excede el presupuesto y cuyo plan de trabajo está retrasado. (Guía del PMBOK, 2017).

**Figura 6.** Valor ganado, Valor Planificado y Costos Reales. (Guía del PMBOK, 2017).



### Pronósticos

Conforme avanza el proyecto, el equipo del proyecto puede desarrollar un pronóstico de la estimación a la conclusión (EAC) que puede diferir del presupuesto hasta la conclusión (BAC), sobre la base del desempeño del proyecto. Si se torna evidente que el BAC deja de ser viable, el director del proyecto debería tener en cuenta la EAC pronosticada. Pronosticar

una EAC implica realizar proyecciones de condiciones y eventos futuros para el proyecto, basándose en la información de desempeño y el conocimiento disponibles en el momento de realizar el pronóstico. Los pronósticos se generan, se actualizan y se emiten nuevamente sobre la base de los datos de desempeño del trabajo proporcionada conforme se ejecuta el proyecto. La información de desempeño del trabajo cubre el desempeño anterior del proyecto y cualquier información que pudiera causar un impacto sobre el proyecto en el futuro. Las EAC se basan normalmente en los costos reales en los que se ha incurrido para completar el trabajo, más una estimación hasta la conclusión (ETC) para el trabajo restante. Es responsabilidad del equipo del proyecto predecir las situaciones que pueden presentarse al realizar la ETC, en función de su experiencia a la fecha. El análisis del valor ganado funciona bien en combinación con los pronósticos manuales de los costos requeridos según la EAC. El método más común de pronóstico de la EAC es una suma ascendente manual, efectuada por el director del proyecto y el equipo del proyecto. El método ascendente de EAC utilizado por el director del proyecto se basa en los costos reales y en la experiencia adquirida a partir del trabajo completado y requiere que se realice una nueva estimación para el trabajo restante del proyecto. (*Guía del PMBOK, 2017*).

Según el PMBOK, la Ecuación (5), define como estimación del costo total del proyecto.

$$EAC = AC + ETC \text{ ascendente.} \quad (5)$$

Donde, EAC Se al Pronóstico de la estimación a la conclusión, AC, es el Costo real y el ETC, es la estimación hasta la conclusión.

Por otro lado, La EAC realizada manualmente por el director del proyecto puede compararse rápidamente con un rango de EACs calculadas y que representan diferentes escenarios de riesgo. Normalmente se utilizan los valores acumulados de CPI y SPI a la hora de calcular los valores de la EAC. Mientras que los datos del EVM pueden proporcionar rápidamente numerosas EACs estadísticas, a continuación se describen únicamente tres de las más comunes: (*Guía del PMBOK, 2017*).

Pronóstico de la EAC para trabajo de ETC a la tasa presupuestada

Este método de EAC tiene en cuenta el desempeño real del proyecto a la fecha (ya sea favorable o desfavorable), como lo representan los costos reales, y prevé que todo el trabajo

futuro de la ETC se llevara a cabo de acuerdo con la tasa presupuestada. Cuando el desempeño real es desfavorable, el supuesto de que el desempeño futuro mejorara debería aceptarse únicamente cuando está avalado por un análisis de riesgos del proyecto. (*Guía del PMBOK, 2017*).

Según el PMBOK, la Ecuación (6), define como estimación del costo total del proyecto, en términos de costo real, el presupuesto al terminar y el valor ganado del proyecto.

$$EAC = AC + (BAC - EV). \quad (6)$$

Donde, EAC Se al Pronóstico de la estimación a la conclusión, AC, es el Costo real, el BAC, es el Presupuesto hasta la conclusión y EV, es el Valor ganado.

Pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC con el CPI actual.

Este método asume que lo que el proyecto ha experimentado hasta la fecha puede seguir siendo esperado en el futuro. Se asume que el trabajo correspondiente a la ETC se realizara según el mismo índice de desempeño del costo (CPI) acumulativo en el que el proyecto ha incurrido hasta la fecha. (*Guía del PMBOK, 2017*).

Según el PMBOK, la Ecuación (7), define como estimación del costo total del proyecto, en términos del presupuesto al terminar y el índice del desempeño del costo del proyecto.

$$EAC = BAC / CPI. \quad (7)$$

Donde, EAC Se al Pronóstico de la estimación a la conclusión, BAC, es el Presupuesto hasta la conclusión y el CPI, es el índice del desempeño del costo.

Pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC considerando ambos factores, SPI y CPI.

En este pronóstico, el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según una tasa de eficiencia que toma en cuenta tanto el índice de desempeño del costo como el índice de desempeño del cronograma. Este método es más útil cuando el cronograma del proyecto es un factor que afecta el trabajo de la ETC. Las variaciones de este método consideran el CPI y el SPI asignándoles diferentes pesos (p.ej., 80/20, 50/50 o alguna otra proporción), de acuerdo con el juicio del director del proyecto. (*Guía del PMBOK, 2017*).

Según el PMBOK, la Ecuación (8), define como estimación del costo total del proyecto, en términos del costo real, el presupuesto al terminar, el valor ganado, índice de desempeño del cronograma y del costo.

$$EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI \times SPI)] \quad (8)$$

Donde, EAC Se al Pronóstico de la estimación a la conclusión, AC, es el costo real, BAC, es el Presupuesto hasta la conclusión, el CPI, es el índice del desempeño del costo y el SPI, es el índice del desempeño del cronograma.

#### Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)

Es una medida del desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un determinado objetivo de gestión; se expresa como la tasa entre el costo para culminar el trabajo pendiente y el presupuesto restante. El TCPI es la proyección calculada del desempeño del costo que debe lograrse para el trabajo restante con el propósito de cumplir con una meta de gestión especificada, tal y como sucede con el BAC o la EAC. Si se torna evidente que el BAC deja de ser viable, el director del proyecto debería tener en cuenta la EAC pronosticada. Una vez aprobada, la EAC puede sustituir al BAC en el cálculo del TCPI. (*Guía del PMBOK, 2017*).

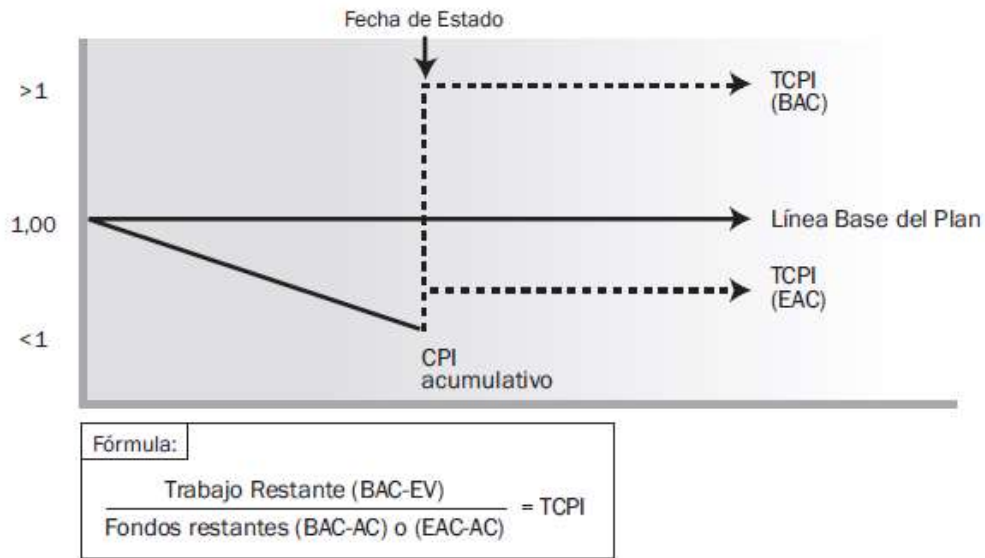
Según el PMBOOK, la Ecuación (9), define como el cálculo del índice desempeño del trabajo por completar basada en el BAC.

$$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC). \quad (9)$$

Donde, TPCI, es el índice de desempeño del trabajo, EV, es el valor ganado, BAC, es el Presupuesto hasta la conclusión y el AC, es el costo real.

Si el CPI acumulativo cae por debajo de la línea base (*ver Figura 7*), todo el trabajo futuro del proyecto se tendrá que realizar inmediatamente en el rango del TCPI (BAC) (como se muestra en la línea superior de la *Figura 7*), para mantenerse dentro del rango del BAC autorizado. El hecho de que este nivel de desempeño sea realizable o no es una decisión subjetiva basada en diversas consideraciones, entre las que se encuentran los riesgos, el tiempo restante del proyecto y el desempeño técnico. Este nivel de desempeño se representa como la línea TCPI (EAC). (*Guía del PMBOK, 2017*).

**Figura 7.** Índice del desempeño del trabajo por completar (TCPI). (Guía del PMBOK, 2017).



**Tabla 1.** Análisis de interpretación del valor ganado. (Guía del PMBOK, 2017).

Abreviatura	Nombre	Interpretación
CV	Variación del costos	Positivo: Por debajo del costo planificado Neutro: En el costo planificado. Negativo: Por encima del costo planificado.
SV	Variación del cronograma	Positivo: Antes de lo previsto Neutro: A tiempo. Negativo: Retrasado
VAC	Variación a la conclusion	>1: Por debajo del costo planificado. 1: Al costo planificado. <1: Por encima del costo planificado.
CPI	Índice de desempeño del costo	>1: Antes de lo previsto. 1: A tiempo. <1: Retrasado.
SPI	Índice de desempeño del Cronograma	>1: Más difícil de completar. 1: Lo mismo para completar. <1: Más fácil de completar.
TCPI	Índice del desempeño del trabajo por completar.	>1: Más difícil de completar. 1: Lo mismo para completar. <1: Más fácil de completar.

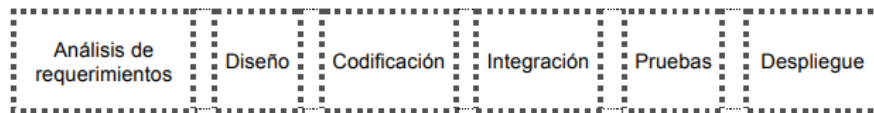
## Guía metodológica de SCRUM

SCRUM, es un modelo de desarrollo ágil, con el que se permite garantizar que el desarrollo cumple con los objetivos planteados a corto y largo plazo. SCRUM se basa principalmente en 3 características, según:(Palacio J., 2015).

- Adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto.
- Basar la calidad del resultado más en el conocimiento tácito de las personas en equipos auto organizados, que en la calidad de los procesos empleados.
- Solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizarlas una tras otra en un ciclo secuencial o de cascada.

Por otro lado, la manera en que SCRUM simplifica el proceso de desarrollo de software, por ejemplo, es introduciendo el concepto de Sprint, lo que significa tomar las siguientes fases:

**Figura 8.** Proceso de desarrollo del Software. ((Amezquita, 2014a).



Por eso, es de gran importancia en la metodología SCRUM definir que es un Sprint, los 3 Roles o equipos, como lo son (*Product Owner, Development Team, y SCRUM Master*), 5 reuniones (*Sprint, Sprint Planning, Daily SCRUM, Sprint Review y Sprint Retrospective*) y 3 artefactos (*Product Backlog, Sprint Backlog y Increment* ).(Palacio J., 2017a).

### Sprint

El corazón de SCRUM es un Sprint, un lapso de tiempo de un mes o menos durante el cual se crea un Incremento de producto "Listo", utilizable y potencialmente liberable. Los sprints tienen duraciones constantes durante todo el esfuerzo de desarrollo. Un nuevo Sprint comienza inmediatamente después de la conclusión del Sprint anterior. Los Sprints contienen y consisten en la Planificación de Sprint, SCRUMS diarios, el trabajo de desarrollo, la Revisión de Sprint y la Retrospectiva de Sprint. Durante el Sprint:

- No se realizan cambios que pongan en peligro la Meta Sprint.

- Los objetivos de calidad no disminuyen.
- El alcance puede aclararse y renegociarse entre el propietario del producto y el equipo de desarrollo a medida que se aprende más.

Cada Sprint puede considerarse un proyecto con un horizonte de no más de un mes. Al igual que los proyectos, los Sprints se usan para lograr algo. Cada Sprint tiene un objetivo de lo que se va a construir, un diseño y un plan flexible que guiará la construcción, el trabajo y el incremento del producto resultante. Los sprints están limitados a un mes calendario. Cuando el horizonte de un Sprint es demasiado largo, la definición de lo que se está construyendo puede cambiar, la complejidad puede aumentar y el riesgo puede aumentar. Los Sprints permiten la previsibilidad al garantizar la inspección y la adaptación del progreso hacia un Objetivo Sprint al menos cada mes calendario. Los sprints también limitan el riesgo a un mes calendario de costo.(Palacio J., 2017b).

Por otro lado, también es importante saber el concepto de factibilidad, porque es muy importante para el desarrollo de proyectos, para saber si es viables realizar un proyecto y además porque hace parte del ciclo predictivo de un proyecto de construcción.

A continuación, se definirán los siguientes conceptos:

### **Estudio de factibilidad**

Es un estudio importante, en el que se define la disponibilidad financiera. Con los estudios de factibilidad, se determinan las prioridades, identificar los indicadores y a partir de la ponderación de los mismos, establecer un orden de prioridades para determinar la estrategia de ejecución. Se pueden presentar un conjunto de variantes donde se analizan los valores relativos de los indicadores que son clave como son: PR, VAN y TIR, pueden ser usados como complementos en algunos casos el VAN Social y el Costo/Beneficio.(Burneo-Valarezo, Delgado & Vérez, 2016a)

Un VAN positivo indica que los flujos futuros que se espera genere la inversión, serán mayores que el costo en que hay que incurrir para su ejecución. Una TIR por encima de la tasa de descuento o costo de oportunidad, indica que el rendimiento esperado de la inversión es mayor que el costo en que hay que incurrir para su financiamiento.(Burneo-Valarezo at al, 2016b)

El uso de una matriz con los indicadores del estudio de factibilidad y otros que se consideren de interés, permite establecer las prioridades para la estrategia de ejecución de los proyectos dejando en cartera el resto. El entorno en el tiempo de evaluación de los indicadores, debe ser común para el conjunto de proyectos.(Burneo-Valarezo et al, 2016c).

### **Estudio de factibilidad en el subproceso de Iniciación**

El subproceso de iniciación es donde se define qué es necesario hacer para resolver una necesidad propuesta por un cliente y donde se manejan las cifras directivas del proyecto. A través de los requerimientos, se desarrolla un programa de trabajo donde se planifican las acciones para desarrollar su ejecución y el fin del proceso. Este proceso se conoce como concepción, ingeniería básica o iniciación y es donde se desarrolla el proyecto técnico. Se apoya en la metodología de la investigación, la ciencia del proyecto, el PMBOK, las Normas ISO, el método científico y el marco lógico. Se estimula el proceso de licitación como forma de elevar la calidad y la competitividad. En el subproceso de iniciación se desarrollan un conjunto de acciones que conducen a un proceso cíclico y repetitivo en función de garantizar su calidad. Dentro de las acciones relacionadas con el subproceso de iniciación, los anteproyectos generan la documentación principal para el estudio, con los indicadores PR, VAN, TIR y Costo/Beneficio como medio de evaluación para la correspondiente toma de decisiones. Los indicadores reflejan el comportamiento estratégico de la inversión. De la calidad de la información y de su proceso de cálculo dependen las decisiones que se tomen.(Burneo-Valarezo et al, 2016d).

En el subproceso de iniciación, se parte de la propuesta del cliente y comienza con el acta de constitución del proyecto, se planifican las tareas y sus recursos, para desarrollar su ejecución con su control y finalizar el subproceso. La base inicial de la información, el estado del arte, el comportamiento de los proyectos ejecutados por la empresa y reflejados en una base de datos de proyectos terminados, las proyecciones estratégicas de la empresa con los escenarios donde se obtendrán los resultados, así como, los criterios de medidas de los objetivos reflejados en los resultados previstos y el control sistemático de los indicadores de costo, tiempo, calidad, logística y desempeño, aplicando el método científico para, que garanticen el éxito del nuevo proyecto. El proceso estimula y desarrolla la creatividad y la innovación del hombre que ejecuta las acciones.(Lugo,Torres,Pérez & Delgado, 2013). El

proceso de iniciación se apoya en la base de datos de proyectos terminados, con el objetivo de utilizar los módulos y componentes ya elaborados en proyectos anteriores con el uso de las plantillas, las bibliotecas, los indicadores globales y las experiencias desarrolladas en los procedimientos ejecutados, con el propósito de garantizar la calidad de la documentación en un proceso de mejora continua que garantiza su perfeccionamiento.(Burneo-Valarezo et al, 2016e)

### **Estudio de sensibilidad**

Esta fase de formulación se desarrolla teniendo presente todas las definiciones dadas en el proceso anterior de iniciación o de ingeniería básica, donde se definen las cifras directivas y los indicadores del estudio de factibilidad. En factibilidad se desarrolló el estudio de sensibilidad donde se evaluaron los rangos posibles de variación de los parámetros clave. En esta fase el proyectista desarrolla la ingeniería de detalle sobre la base de las cifras directivas, la funcionalidad y el alcance definido en el estudio de factibilidad, con las posibles variaciones de rango que le brinda el análisis de sensibilidad. Las variaciones que requieran ajustes en el alcance definido en el estudio de factibilidad, tienen que ser aprobadas por el nivel que aprobó el estudio de factibilidad en la ingeniería básica.(Burneo-Valarezo et al, 2016f)

Es parte de la herramienta de trabajo de que dispone el inversionista para gestionar los cambios durante el ciclo de vida del proyecto, con el propósito de garantizar la sostenibilidad de la inversión y una forma de evaluar los posibles riesgos que tiene el proyecto. (Arboleda,2013).

### **Estudio de factibilidad en el subproceso de formulación del proyecto**

Esta fase de formulación se desarrolla teniendo presente todas las definiciones dadas en el proceso anterior de iniciación o de ingeniería básica, donde se definen las cifras directivas y los indicadores del estudio de factibilidad. En factibilidad se desarrolló el estudio de sensibilidad donde se evaluaron los rangos posibles de variación de los parámetros clave. En esta fase el proyectista desarrolla la ingeniería de detalle sobre la base de las cifras directivas, la funcionalidad y el alcance definido en el estudio de factibilidad, con las posibles variaciones de rango que le brinda el análisis de sensibilidad. Las variaciones que requieran ajustes en el alcance definido en el estudio de factibilidad, tienen que ser aprobadas por el

nivel que aprobó el estudio de factibilidad en la ingeniería básica. Este concepto limita las posibilidades liberales de los cambios, que generan ajustes con posibles riesgos, ajustes de contratos y suplementos, que generan incrementos de costos en el presupuesto. (Palacio C.,2003).

### **Estudio de factibilidad en el subproceso de ejecución**

En el ciclo de vida del proyecto, el proceso de ejecución constituye uno de los más importantes por su complejidad y por la importancia en la toma de las decisiones necesarias para lograr sus objetivos y alcanzar los resultados planificados, acortando el plazo de tiempo, en el marco del presupuesto, con el suministro programado, el desempeño del hombre que ejecuta las acciones y con la calidad requerida por el cliente y las partes interesadas. (Lledo ,2012). Es la fase en la que se presenta el mayor número de cambios, que ajusta el alcance dentro del marco permisible dado por el estudio de factibilidad aprobado por la instancia correspondiente. Es donde el ejecutor apoyado por el inversionista, se opone a los cambios festinados, orientados por fuentes no autorizadas para generar cambios inapropiados al proyecto en ejecución. El control por cortes evaluando los cambios, las desviaciones, los indicadores del proyecto y los contratos, analizando las causas para el desarrollo de la toma de decisiones apoyado por el MS Project 2016, brindan una herramienta importante para la dirección efectiva del proceso inversionista. (Delgado,2014).

### **Estudio de factibilidad en el subproceso de cierre**

En el proceso de cierre del proyecto, se comprueba el cumplimiento de los objetivos, la obtención de los resultados, el costo y su relación con el presupuesto planificado y el plazo con la calidad requerida por el cliente y las partes interesadas. En el proceso de iniciación se elabora el estudio de factibilidad con su flujo de caja, que es necesario validar en el cierre, con el propósito de desarrollar un pronóstico de su sostenibilidad durante el ciclo de vida de la inversión. Este pronóstico puede ser variado en función del nivel de cumplimiento de la ejecución del proyecto, atendiendo a la calidad del mismo y con el consecuente ajuste del período de recuperación, el VAN y la TIR. En este proceso se evalúa la sustentabilidad y se estudia la sostenibilidad en la puesta en explotación del proyecto a partir de los valores estimados en la iniciación, precisando y ajustando las posibles entradas y salidas para determinar el flujo de caja por intervalos anuales de tiempo. En este momento el programa

de mantenimiento y sus costos, tiene una vigencia importante en función de la variación y tendencia del indicador de la calidad en los cortes del proyecto, si la calidad fue buena no hay preocupaciones con el costo de los mantenimientos en el período de explotación, si el indicador refleja valores preocupantes, el costo generalmente se eleva afectando tanto el período de recuperación de la inversión como el valor estimado para la TIR y el VAN. El balance financiero en los cortes, donde se evalúa la calidad, las no conformidades y el retenido para el financiamiento del período de garantía, es un momento en el proceso de dirección, donde el inversionista toma vivencia de los problemas a resolver durante el ciclo de vida de la inversión y la sostenibilidad de la misma. (Bailon & Espinosa,2015).

En este subproceso de cierre del proyecto de inversión se evalúa:(Burneo-Valarezo et al, 2016g).

- La evaluación del cumplimiento de lo aprobado como factible.
- La mejora continua en el perfeccionamiento de los estudios de factibilidad
- La actualización de la base de datos de los proyectos de inversión terminados.
- El ciclo de vida del proyecto y el ciclo de vida de la inversión
- La Calidad del proyecto y su influencia en el mantenimiento.

Con este análisis el director de proyecto y el explotador pueden analizar la estrategia del comportamiento de la inversión y en cuál de los escenarios antes proyectados en el análisis de riesgos y sensibilidad se está moviendo la inversión y a partir de ahí tomar las medidas pertinentes. Con este estudio se analizan las posibles desviaciones con respecto a lo proyectado, los excesos y los efectos producidos para realizar una nueva proyección con los nuevos sucesos y evaluar su posible comportamiento y sostenibilidad durante el ciclo de vida de la inversión. (Servio et al., 2016).

También, es importante que para los estudios de factibilidad se consideren los siguientes lineamientos:(Atehortua, Castrillón & Valencia, 2016).

- Investigación de la problemática y necesidades.
- Elaboración del diagnóstico.
- Formulación de objetivos y metas.
- Criterios de evaluación.

- Generación de alternativas.

### **Formulación de proyectos**

Se refiere a la preparación del proyecto en términos claros y precisos para su evaluación posterior; involucra todos aquellos aspectos orientados a la obtención y creación de información del proyecto. Por eso, se puede decir que formular un proyecto significa estudiar y analizar los aspectos de naturaleza comercial, técnico, organizacional, legal, ambiental, inversión inicial, financiamiento, costos e ingresos. También, es importante señalar que en la formulación del proyecto interviene un equipo multidisciplinario de profesionales que define y propone el proyecto. (Rodríguez, Bao & Cárdenas, 2013a).

### **Evaluación de proyectos**

Consiste en emitir un juicio sobre la conveniencia económica y financiera del proyecto. Tiene como objetivo recomendar la aprobación o aceptación y puesta en marcha de un proyecto. Se basa específicamente en la viabilidad económica y financiera, mediante la determinación de los flujos de efectivo esperados del proyecto, (entradas de efectivo menos salidas de efectivo), para así poder medir y analizar el rendimiento que genera el proyecto. Es necesario puntualizar que las inversiones no deben hacerse sin una definición sólida y justificada. Esta justificación es la evaluación del proyecto. Las empresas interesadas en llevar a cabo un proyecto, evalúan un negocio con la finalidad de verificar su conveniencia o aceptación. La evaluación debe estar a cargo de consultores o profesionales especialización en coordinación con el inversionista. (Rodríguez et al, 2013b). La viabilidad del proyecto, es la factibilidad o posibilidad de llevar a cabo el proyecto, analizando para tal efecto, los aspectos esenciales del proyecto, como los de la naturaleza comercial, técnica, legal, ambiental, económica-financiera y de gestión. El objetivo principal de la viabilidad del proyecto, es determinar y evaluar ideas concretas, utilizando como referencia los datos pertinentes del sector y de proyectos compatibles existentes, si se dispone de ellos. Un componente importante del estudio de viabilidad del proyecto, es el diseño básico, teniendo en cuenta las condiciones prevalecientes (potencial empresarial, mercados locales, disponibilidad de insumos, etc.). (Rodríguez et al, 2013c). La viabilidad económica y financiera, es la que, determina, en última y definitiva instancia, la aceptación o rechazo del

proyecto. El rendimiento o retorno que genera la inversión realizada, se mide utilizando básicamente tres métodos (Rodríguez et al, 2013g):

- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Relación Beneficio-Costo (B/C)

### **Matriz AHP**

Thomas L.Saaty en 1980, diseño el Proceso de Análisis Jerárquico, o AHP por sus siglas en, (*The Analytic Hierarchy Process*); el cual fue diseñado para resolver problemas complejos con múltiples criterios. Este proceso consiste en que para tomar decisiones se debe considerar evaluaciones subjetivas respecto a una importancia relativa, de cada uno de los criterios, en donde después se debe especificar su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y criterio. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. La ventaja del AHP, consiste en que permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse afuera de un análisis, debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos.(Toskano & Bruno, 2007).

### **5.2.Estado de arte**

Los siguientes trabajos fueron consultados por su relación con la temática para el desarrollo de este trabajo.

- Londoño, realizó una investigación, que buscaba identificar los principios y prácticas ágiles con el SCRUM para la gestión de proyectos haciendo un paralelo con la guía PMBOK y los estándares del PMI para lograr la formulación de una metodología para la gestión de proyectos de desarrollo de software. Para desarrollar esta investigación, uso para caso de estudio la compañía colombiana Heinsohn Business Technology, que era especializada en desarrollo e implementación de soluciones software y que contaba con una metodología de desarrollo de software en cascada que era un enfoque de dirección de proyectos orientado a las fases secuenciales donde cada fase se debía planificar y completar antes de poder avanzar a la siguiente. De esta forma, cualquier error de diseño

detectado en la etapa de prueba conducía necesariamente al rediseño y nueva programación del código afectado, aumentando los costos y tiempos del desarrollo.(Londoño, 2015c).

- Sheresta, Burns & Shields, realizaron una investigación donde hablaban de los costos y tiempos de los proyectos de obras públicas, mencionaban que son varias de las razones por las que a la construcción le cuesta programar las ejecuciones en cualquier proyecto, porque en muchos casos, se deben a los errores de diseño, alcance inadecuado, clima, cambios en el proyecto y subestimación del tiempo necesario para completar el proyecto. Subestimar el tiempo de construcción es perjudicial debido a que, otro proyecto importante puede retrasarse hasta que se complete el proyecto actual. Muchos proyectos públicos son extensiones de un proyecto anterior, y las imprecisiones en la estimación del costo del proyecto y el tiempo de construcción pueden resultar en la secuencia de los proyectos relacionados o en fases dentro de los proyectos, retrasando así las mejoras necesarias. Usaron metodología cualitativa, recopilaron datos, extrajeron datos, realizaron pruebas estadísticas y elaboraron conclusiones basadas en resultados estadísticos, para el análisis de 363 proyectos, homogéneos CCDPW. Todos los proyectos fueron administrados, por la misma organización utilizando el método de entrega de proyectos DBB. Estos proyectos se diversificaron en términos de costo, duración de la construcción, año de finalización de la construcción y tipos de proyectos. El análisis mostró que, los datos para los períodos de ejecución del programa fueron homogéneos cuando se separaron, en función de cuatro factores del proyecto: tipos de proyecto, tamaño del proyecto, duración de la construcción y año de finalización. Los resultados mostrados que sin nuestros factores considerados en el análisis artesanal tienen una correlación significativa con el costo de construcción y los excesos de horarios. Los datos de la muestra mostraron que los costos y las aceleraciones del programa aumentan el tamaño del proyecto y la duración de la construcción aumenta. Una posible explicación para este hallazgo fue que, a medida que aumentaba el tamaño del proyecto, aumentaba la complejidad del proyecto, lo que aumentaba el costo y los excesos de horarios. De manera similar, cuando la duración de la construcción del

proyecto aumentó, hubo una mayor posibilidad de interrupción en el proyecto, lo que a su vez aumentó el costo y el exceso de ejecución de los proyectos. Este estudio no pudo encontrar ninguna relación entre el costo y los excesos de programación con los tipos de proyecto y la finalización del proyecto año..(Shrestha et al., 2013).

- Amézquita, realizó una investigación, donde menciona como se pueden complementar la metodología del PMI y del SCRUM, resaltando que la evolución del equipo de trabajo y análisis, fue mucho mayor, porque se aprovecharon todos los procedimientos realizados en las diferentes áreas del conocimiento, porque mejoró la calidad de sus productos en el presente y futuro. Con SCRUM, se puede llegar a tener una aproximación a la gestión del proyecto, pero son las metodologías que se plasman en el PMI las que abarcan todos los detalles del mismo. Dicho esto, se puede decir que, aunque los planteamientos del PMBOK, son la guía para entender el proyecto, se enfocaron más en su gestión que en el proyecto como tal, es decir, el enfoque de SCRUM, es más al valor agregado y a la calidad del producto, que a la documentación y la gestión de la generalidad del mismo(Amezquita, 2014b).
- Lores y Cárdenas, realizaron una investigación, sobre un estudio de prefactibilidad para la construcción de un edificio de uso mixto vivienda multifamiliar y comercial, donde, realizaron el trabajo para la empresa INSELCO S.A.S, la cual se encontraba, en proceso de planeación de un proyecto para dar solución habitacional y satisfacer de manera integral la carencia de infraestructura digna de la comunidad en la localidad de Engativá, y con ello, poder conocer la viabilidad a través de análisis. Dentro de este trabajo, concluyeron que al realizar un análisis de alternativas se generan mejores resultados ya que se consideraron la mayor parte de aspectos importantes como lo son los costos, tiempos y calidad del trabajo que se deben contemplar para la realización y éxito del proyecto. Además, que después de realizar la investigación del mercado en el sector se identificó que existe una alta probabilidad de aceptación del proyecto porque, cumple con las características de oferta y demanda similares a las que plantea la constructora.(Lores & Cárdenas, 2018).

- Pandolfo et al, realizaron un modelo, donde presenta los resultados de la aplicación del modelo de evaluación de proyecto habitacional con base en el valor, que apunta principalmente a ampliar y mejorar las condiciones de análisis de la vivienda bajo la perspectiva del mercado objetivo. Ese instrumento de evaluación ayuda a evitar equívocos que generan costos innecesarios en un emprendimiento inmobiliario. La aplicación del modelo capacita a la identificación y a la medición de la satisfacción de las expectativas y de las necesidades del usuario de este sector y, al mismo tiempo, genera informaciones que pueden ser utilizadas durante el proceso de proyecto habitacional. El modelo presentado parte de los atributos de la estructura física, localización y costo, tales como son percibidos por el mercado objetivo. Su operabilidad consiste en la aplicación de procedimientos padrones que organizan y procesan las informaciones, generando como resultados indicadores de desempeño y los costos innecesarios provenientes de elementos de la edificación, que no agregan valor a la vivienda. Estos costos innecesarios están unidos a las funciones de la vivienda percibidas por el usuario, ellos concluyen que, Los resultados cuantitativos enseñan que la aplicación del modelo produce resultados capaces de orientar en la redefinición del proyecto de vivienda, de manera que el inmueble podrá ser producido con elevado valor, satisfaciendo así a las exigencias del usuario con relación al valor de la habitación. La comparación de características de los proyectos tiene como resultado, índices que posicionan los proyectos de inmuebles conforme las expectativas del usuario. En el caso de un atributo con elevada importancia relativa que no consta en el proyecto propuesto, éste puede ser incorporado en el mismo, visto que el modelo explicita esa información de forma estructurada y que la solución presentada contempla un enfoque inédito, pues define una metodología de evaluación de proyectos de habitación que enfatiza el valor en la perspectiva del usuario, propiciando mejoras con base en el conocimiento de las características de los inmuebles competidores. Tales mejoras pueden ser obtenidas teniéndose como objetivo la definición de un proyecto con valor superior, apuntando a superar la concurrencia a través del reconocimiento de los atributos que representan las funciones

percibidas por los usuarios objetivos. Se trata de una herramienta para la toma de decisiones en el proceso del proyecto, visto que se fundamenta en la atención a las exigencias de los usuarios y proviene de la evaluación del proyecto propuesto en comparación a los proyectos competidores.(Pandolfo A.,Rojas,Kurek,Pandolfo L.,Lublo,Guimaraes & Reinehr., 2008)

Después de la revisión de la literatura, se encontró que los estudios sobre proyectos de construcción, generalmente se enfocan en una de las dos etapas del ciclo de vida, bien sea en la evaluación o en la planeación, pero que no aborda el problema integrando ambas etapas, como se pretende hacer en este trabajo.

## **6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

A continuación, se describe la metodología de investigación que se utilizó y consideró para este trabajo de grado. Para alcanzar los objetivos específicos, mencionados en el capítulo 3 de este trabajo, se definieron las siguientes etapas:

En primera instancia, se realizó la revisión bibliográfica de conceptos relevantes en evaluación de proyectos de construcción, así como en las guías y metodología para planeación y gerencia de proyectos, del PMBOK, el estándar del PMI y SCRUM, dónde se hará un análisis comparativo, entre ambas.

### **6.1. Definición de variables, parámetros e indicadores y desarrollo de la herramienta**

A partir del análisis de la literatura y de la revisión bibliográfica, se definieron las variables que se utilizaron en la caracterización del proyecto, por ejemplo, si el proyecto es existente, si se encuentra en desarrollo o en proceso de planeación y evaluación. Es por eso que, se consideró analizar la parte de planeación, evaluación y gestión y se definieron las variables de entrada necesarias para poder determinar la viabilidad financiera del proyecto, así como para apoyar al ejecutor del proyecto en su planeación y seguimiento al mismo, siguiendo los lineamientos de las guías del PMBOK, estándar del PMI y SCRUM.

Es necesario mencionar que, considerando las variables, parámetros e indicadores más significativos para analizar las guías del PMBOK, estándar del PMI y SCRUM, se construyó la herramienta en Microsoft Excel, que tiene por nombre KW, y que tiene como finalidad ayudar a planear, evaluar y gestionar la construcción de proyectos de edificios y es por eso, que la herramienta se clasifica en 5 secciones, como lo son : Evaluación de viabilidad financiera, Seguimiento de implementación del proyecto, Ejecución de presupuesto y cronograma, Ejecución de actividades administrativas y Seguimiento con SCRUM.

Por otro lado, dentro de las variables de entrada se tiene el presupuesto de obra (nombre de capítulos, actividades y valor total de la actividad), fecha de inicio y de fin. El mes desde donde se desea empezar a analizar los costos de construcción, ingresos, porcentaje asignado para la tasa de construcción, tasa de oportunidad de los inversionistas. Adicional a ello, para analizar el valor ganado, dentro de las variables de entrada, se tiene el % de avance para el EV y el costo real, en el que se encuentra el proyecto, Mientras que, para las variables de

salida, para los indicadores de evaluación, se tiene, el Valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR), el periodo de recuperación, periodo de recuperación descontado, la relación costo/beneficio y la viabilidad del proyecto. Por otro lado, para la hoja de indicadores del valor ganado, se tienen como variables de entrada, y para las variables, parámetros indicadores de salida, se tienen cálculo de variaciones, cálculo de índices de desempeño, cálculo de proyecciones e índices de proyecciones para el cronograma y los costos. En donde se podrá analizar el estado del proyecto, es decir, si está atrasado, al día o adelantado, si se ha gastado más, menos o lo presupuestado, estado del rendimiento del cronograma respecto a lo planeado, el rendimiento del costo, si el proyecto esta fácil o no de completar. Para la hoja de flujo de caja semanal, no se requiere información de datos de entrada. Adicional a ello, para la hoja de porcentaje de avance, sólo se deben diligenciar las variables y parámetros de salida, como fecha real de la actividad, para obtener el porcentaje de atraso, porcentaje de avance y motivo de atraso acorde a los criterios de la matriz AHP, que se mencionara más adelante. Así mismo, para, la hoja del scrum, se tiene como variables, parámetros e indicadores de salida, el estado en la que se encuentra la actividad, fecha de reunión y % de progreso en la que se encuentra. Finalmente, para las hojas de actividades administrativas y flujo de caja editable, el usuario podrá, diligenciarlas libremente como le indique el manual de instrucciones más adelante. Todo esto se realizó con la ayuda de hojas de cálculo y macros en Microsoft Excel.

## **6.2. Selección de elementos del PMI y SCRUM que fueron incorporados en la herramienta, para que se pudiera llevar a cabo la planeación y futura gestión de los proyectos.**

Para la selección de los parámetros del PMBOK, estándar del PMI, se definirán algunos elementos de las ramas del conocimiento, que se evaluarán con ayuda de la matriz AHP, en el capítulo 7 de este documento. Y adicional a ello, gracias a los parámetros seleccionados también se incluirán los indicadores del Valor ganado según el PMBOOK, estándar PMI, y del SCRUM, un formato donde se debe explicar el estado en el que se encuentra la actividad del proyecto (Pendiente, en proceso o completado), fecha de la reunión y finalmente el porcentaje en el que se encuentra la actividad acorde al día de la reunión.

### **6.3. Validación de la herramienta, a través de un caso de estudio.**

El caso de estudio que se seleccionó es, para el proyecto de un edificio que se encontraba en construcción, que consta de 3 pisos y que es, de uso residencial y que se encuentra, ubicado en la ciudad de Palmira, el cual será explicado más adelante. Cabe resaltar, que esta herramienta fue, construida para el uso general de cualquier edificio tales como: residencial, comercial, institucional o mixto. Es importante mencionar, que primero se realizaron los cálculos correspondientes para analizar el caso de estudio, y con base a ello, se fue diseñando la herramienta para así, ir verificando que se estuviese obteniendo la misma información, requerida para desarrollar este trabajo de grado. Por esta razón, se requirió información importante del proyecto, como presupuesto, porcentaje de costos indirectos para administración, imprevistos y utilidades. Porcentaje de IVA (Esta información debe ser digitada por el usuario) que más adelante será mencionada en el manual de usuario, y el cronograma de obra, donde se obtienen las fechas de inicio y de finalización de las actividades de la herramienta. Donde, primero se verificará aplicando la herramienta para el proyecto de edificación existente. Teniendo en cuenta, un proyecto de edificación existente, de cualquier uso (residencial, comercial, institucional o mixto), donde se tomará la información del proyecto con respecto a los parámetros y variables seleccionados durante el capítulo 7.1. de este documento.

Adicional a ello, si el caso de estudio de un proyecto de construcción existente, arroja los resultados esperados por este ensayo, con la construcción de la herramienta, se podrá implementar en un proyecto de construcción que se encuentre en etapa de evaluación.

Con la aplicación de esta metodología, se podrá satisfacer la necesidad de evaluar y planear adecuadamente un proyecto, ofreciendo una información más analítica para que los gerentes de estos proyectos, cumplan con sus respectivos entregables cumpliendo las especificaciones, el cronograma, el presupuesto establecidos, observando que la inversión se justifica, es viable o si se debe adecuar algo de la estructuración del proyecto, para que sea del agrado de los posibles inversionistas y ejecutores de los proyectos. Como resultado, se podrá analizar, las indicaciones que se enseñan en el manual de instrucciones y en la parte de análisis y resultados de la herramienta.

## **7. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

### **7.1. Definición de criterios financieros**

Para esta sección de la herramienta, es de gran importancia que el usuario tenga el presupuesto de su proyecto, y que posteriormente se digiten los porcentajes considerados en la planeación económica del proyecto y así obtener el flujo de caja proyectado. Por otro lado, se cuenta con la ayuda de otros criterios que ayuden a definir la viabilidad financiera de un proyecto, como lo son (VPN, TIR, Periodo de recuperación descontado y sin descontar, relación Costo/Beneficio), las cuales ayudan a ver de manera más detallada el comportamiento de la inversión en un tiempo y en un periodo actual.

Finalmente, dentro de las variables de entrada para la ejecución de la herramienta se tienen, tasas, tiempo de duración del proyecto, los cuales se explican de manera más detallada en el manual de usuario de la herramienta.

### **7.2. Selección de las ramas del conocimiento del PMBOK, estándar del PMI para construir la matriz AHP**

Para determinar las ramas del conocimiento del PMBOK, estándar del PMI a seleccionar en esta herramienta, se complementó con la matriz AHP, la cual consistió en asignarle valores y considerar parámetros (Anexo 1), donde se consideró una escala de 1 a 9 según el nivel de importancia. Para empezar a usar estos parámetros y valores considerados para diligenciar la matriz AHP, fue necesario definir qué criterios y alternativas se querían considerar, Para ello, (Anexo 2), donde se mencionaron 4 criterios a considerar (Impacto en los sobrecostos, Impacto de tiempo cronograma del proyecto, Impacto en el alcance e Impacto en los riesgos del proyecto) y 10 alternativas que en este caso son las 10 ramas del conocimiento del PMI (Integración, Alcance, Cronograma del proyecto, Costos, Calidad, Recursos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones e Interesados) a las cuales se les asignan valores de importancia en una matriz y se van evaluando para definir el grado de importancia e influencia para el respectivo análisis.

### **7.3. Definición de criterios considerados en la construcción de la matriz AHP**

Se definieron 4 criterios los cuales, que se contemplaron porque, son parámetros que pueden afectar la ejecución de cualquier proyecto de construcción. Es por eso, que con ayuda

de la matriz AHP, se evaluaron para determinar cuáles podrían llegar a ejercer más influencia, adicional a ello, se revisaron las ramas del conocimiento del PMBOK, estándar del PMI, que se examinaron con mayor detalle en la construcción de la herramienta. A continuación, se mencionarán los criterios definidos. (Anexo 2).

- Impacto en sobrecostos.
- Impacto de tiempo para ejecución de actividades. (Cronograma de obra).
- Impacto en el alcance
- Impacto en los riesgos del proyecto.

#### **7.4. Definición de las alternativas consideradas en la construcción de la matriz AHP**

Se definieron 10 alternativas que en este caso fueron las 10 ramas del conocimiento propuestas por el PMBOK, estándar del PMI, dónde se les hizo un análisis jerárquico con ayuda de la matriz AHP y la influencia de los 4 criterios con cada una de las alternativas, para así poder analizar qué alternativas se iban a seleccionar y a considerar en, el desarrollo de la herramienta. A continuación, se menciona las alternativas. (Anexo 2).

- Integración
- Alcance
- Cronograma del proyecto
- Costos
- Calidad
- Recursos
- Comunicaciones
- Riesgos
- Adquisiciones
- Interesados

#### **7.5. Aplicación de los criterios y alternativas para desarrollar la matriz AHP**

Para aplicar el método AHP, fue necesario realizar una comparación de los 4 criterios a estudiar (Anexo 3), para así saber cuál tenía más importancia unos sobre los otros. Con ayuda de la evaluación de estos criterios se analizó la matriz normalizada o de juicios, el vector prioridad, los cuales se requerían para comparar los elementos de la matriz. Además de ello,

se cuantificaron de forma consistente el peso de cada criterio que fue analizado. Un análisis se consideró consistente si, su valor era menor o igual a 0.1, y en caso de que un valor fuese mayor a 0.1, se consideraba inconsistente, lo que quería decir que se debía reconsiderar y/o modificar algunos valores de la matriz de comparaciones pareadas. Como se indica, en los valores, las puntuaciones fueron consistentes. (Anexo 4). El análisis de consistencia para los 4 criterios, se presenta en la tabla 2:

**Tabla 2.** Calculo de consistencia según criterios a analizar.

<b>Consistencia según criterios a analizar</b>	
<b>Número de criterios n</b>	4
Lambda $\lambda$	4.28
Indice consistencia CI	0.09
Indice aleatorio RI	0.99
Razón de consistencia CR	0.095
<b>Es consistente</b>	

En la tabla 2, de puntuación acorde al nivel de importancia de cada parámetro. Igualmente, se validaron las consistencias para las alternativas a analizadas. (Anexo1).

Los 4 criterios fueron evaluados con cada una las 10 ramas del conocimiento, que en este caso se definieron en la matriz AHP, como alternativas, que ayudaron a determinar a cuáles se les consideraba con mayor influencia, para ser tenidos en cuenta como guía y punto de partida, para la construcción de la herramienta. (Anexo 5 al 21).

Finalmente, con la aplicación de la matriz, AHP, y el análisis de los 4 criterios y 10 alternativas, se obtuvo que la alternativa importante para analizar en un proyecto, es el alcance, porque con ello, se establece de forma clara, concreta los objetivos que deben intentar alcanzarse a medida que se desarrolle el proyecto, y así culminarlo con éxito. (Anexo 21). A continuación, se enseñará el resultado que se obtuvo con la selección de las alternativas con ayuda de la matriz AHP. La aplicación del método AHP fue posible, gracias a la experiencia propia en ejecución de proyectos de construcción y la opinión de expertos que trabajan en el medio.

**Tabla 3.**Resultado de selección de alternativas según análisis de la matriz AHP.

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>GRAN TOTAL</b>
<b>ALCANCE</b>	14.04%
<b>CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>	11.68%
<b>COSTOS</b>	10.90%
<b>ADQUISICIONES</b>	10.81%
<b>CALIDAD</b>	9.89%
<b>RIESGOS</b>	9.85%
<b>COMUNICACIONES</b>	8.70%
<b>INTEGRACIÓN</b>	8.07%
<b>RECURSOS</b>	8.03%
<b>INTERESADOS</b>	7.95%

De la *tabla 3*, se puede inferir que las alternativas del PMI con mayor importancia para analizar en la gestión, evaluación y planeación de proyectos de construcción de edificios son: el alcance, el cronograma del proyecto y los costos. Teniendo en cuenta que, las alternativas mínimas e infaltables, porque, son consideradas como las de mayor énfasis para, el desarrollo de la herramienta.

#### **7.6.Desarrollo de la herramienta KW (KEY WORK - OBRA CLAVE)**

La herramienta KW (KEY WORK - OBRA CLAVE), fue creada como un soporte para pequeños constructores de edificios que requieren, evaluar y planear sus proyectos, pero que generalmente no poseen la formación o el conocimiento para llevar este tipo de proceso a cabo y que son en su mayoría personas que realizan actividades de construcción de manera informal y empírica. Con ayuda de esta herramienta, los profesionales del sector de la construcción pueden obtener el flujo de caja mensual del proyecto, a partir de este, se calculan indicadores de viabilidad financiera que le indican al usuario si la inversión hecha en la construcción, se recupera en el horizonte de evaluación. Adicionalmente, gracias a la programación de las actividades registradas inicialmente, se podrá realizar seguimientos al cronograma, identificando si existen atrasos en su ejecución, así como el seguimiento al presupuesto, con los ingresos previstos para esta. De esta manera, además de la evaluación de viabilidad financiera, también se hace referencia a dos de las áreas elegidas en la sección anterior, Cronograma del proyecto y Costos para la planeación y gestión del proyecto. Por

otro lado, la herramienta unifica metodología del PMI. Y a su vez, un seguimiento del proyecto con ayuda de la metodología SCRUM, observando el estado del proyecto durante su ejecución y entrega.

### **Componentes de la herramienta**

En términos generales, lo primero que se debe tener para dar inicio a la ejecución de la herramienta son el presupuesto y el cronograma de obra del proyecto, con los cuales se permitirá observar la distribución del dinero del egreso e ingreso, durante la ejecución del proyecto con los costos directos e indirectos, para poder gestionar mejor su liquidez. También, con la opción de FLUJO DE CAJA MENSUAL, se obtiene una gráfica de Duración vs Flujo de caja acumulado para el proyecto. Con los INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN para analizar si el proyecto es viable, su periodo de recuperación acorde a las salidas e ingresos de dinero, las tasas, el valor presente neto, etc. Por otro lado, con los INDICADORES DEL VALOR GANADO, que tiene como función determinar si el desempeño en tiempo y presupuesto, es el adecuado, es decir, analizando si, las actividades del proyecto se ejecutaron en el tiempo planificado, sin retrasos y sin sobrecostos. También, con esta herramienta se obtiene el FLUJO DE CAJA SEMANAL, para los costos directos, con los cuales se analizará la distribución de dinero que deberá usarse para los costos correspondientes a (MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS Y TRANSPORTE DE MATERIALES). Adicional a ello, se puede analizar el PORCENTAJE DE AVANCE, por actividades, en donde el usuario deberá ingresar la fecha de finalización por actividad, para así, analizar el porcentaje de atraso y de avance y el motivo de atraso acorde a la ramas del conocimiento analizadas, a través de la matriz AHP (ALCANCE, CRONOGRAMA DEL PROYECTO, COSTOS, RIESGOS, ADQUISICIONES o que NO APLICA). Además se encuentra una opción que se llama SCRUM, la cual consiste en seleccionar, la etapa en la que se encuentra la actividad (PENDIENTE, EN PROCESO Y/O COMPLETADO), para llevar, un seguimiento con echas y porcentaje de avance. Adicional a ello, se encuentra la opción de ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS, la cual consiste en seleccionar las opciones que se consideran en su proyecto, considerando, una lista que menciona las opciones. Por otro lado, se dejó la opción de FLUJO DE CAJA EDITABLE, la cual consiste en ingresar las fechas de comienzo y finalización; reales, para que en caso de

que, las actividades no se ejecutaron acorde al cronograma y por ende si hay una variación de los costos totales de la actividad y, se da la opción de analizarse para días, semanas o meses, acorde a como lo desee el usuario. Y así, finalmente con ayuda de esta herramienta, obtendrá la información requerida para analizar el estado de su proyecto.

### 7.7. Manual de usuario de la herramienta KW (KEY WORK O CLAVE DEL TRABAJO)

*Figura 9.* Menú principal de la simulación de la herramienta KW. (Ingeniera Liseth Paz, 2021).



### 7.8. Pasos para la utilización de la herramienta

La herramienta KW, se divide de la siguiente manera:

- ✓ Evaluación de la viabilidad financiera.
- ✓ Seguimiento a la implementación del proyecto.
  - ✓ Ejecución, presupuesto y cronograma
  - ✓ Ejecución actividades administrativas
  - ✓ Seguimiento con SCRUM.

### 7.8.1. Evaluación de viabilidad financiera

El primer paso para utilizar el programa y con el fin de borrar la información existente, consiste en oprimir el botón “Limpiar”, esta opción se ubica en la hoja “**SIMULACIÓN DE HERRAMIENTA**”. Después de esto, el usuario debe dar clic en el botón, “**FLUJO DE CAJA**”. Una vez sea dirigido a la nueva hoja, se debe tener en cuenta lo siguiente:

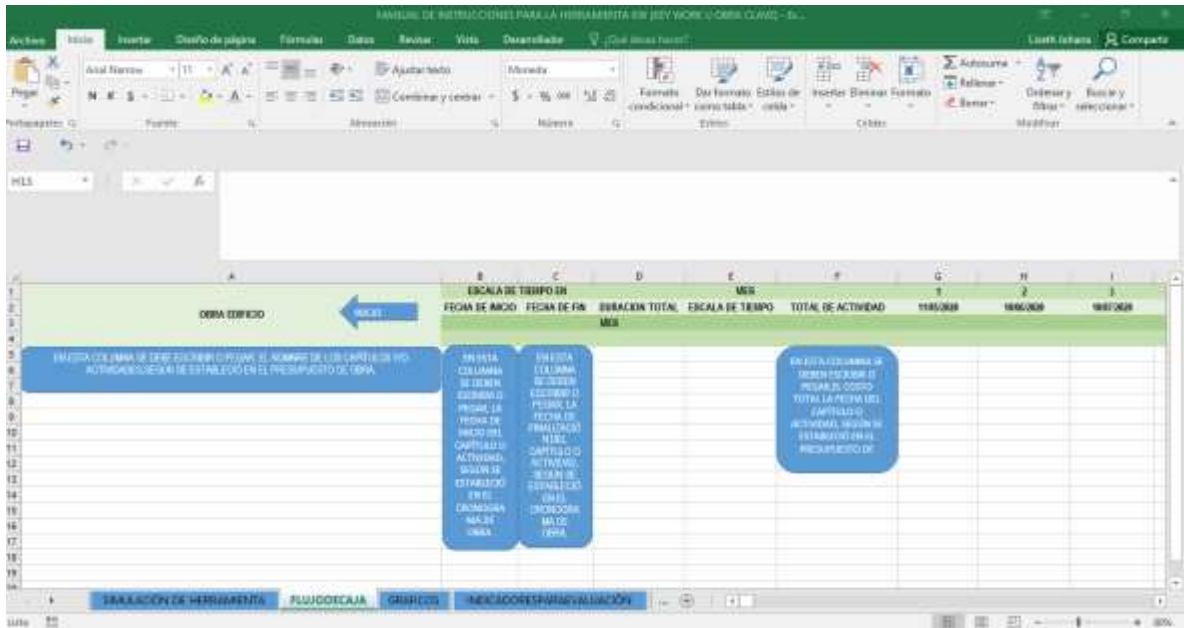
En la fila A1, donde dice OBRA EDIFICIO, se sugiere editar y poner el nombre correspondiente del proyecto a analizar.

En esta hoja sólo se deberán ingresar los siguientes datos (capítulos y actividades, fecha de inicio de actividades, fecha de finalización de las actividades y valor total de la actividad, pero para el valor total de los capítulos, el usuario deberá ingresar el valor de \$0.00:

- ✓ **En la columna A y desde la fila 5, (A5)**, se debe pegar el nombre los capítulos y actividades, que se contemplan para el proyecto a analizar.
- ✓ **En la columna B y desde la fila 5, (B5)**, se deben ingresar las fechas de inicio de los capítulos y actividades que contemplan el proyecto.
- ✓ **En la columna C y desde la fila 5, (C5)**, se deben ingresar las fechas de finalización de los capítulos y actividades que contemplan el proyecto.
- ✓ **En la columna F y desde la fila 5, (F5)**, se deben ingresar los valores correspondientes para los costos directos de cada actividad, pero para los capítulos en este programa el valor de los capítulos debe ser \$0.00.(Porque, sino la herramienta generara un incremento en la suma de las columnas).

Después de realizar los anteriores pasos, el usuario, debe dirigirse nuevamente a la hoja “**SIMULACIÓN DE HERRAMIENTA**”.

**Figura 10.**Instrucciones de la hoja de FLUJO DE CAJA



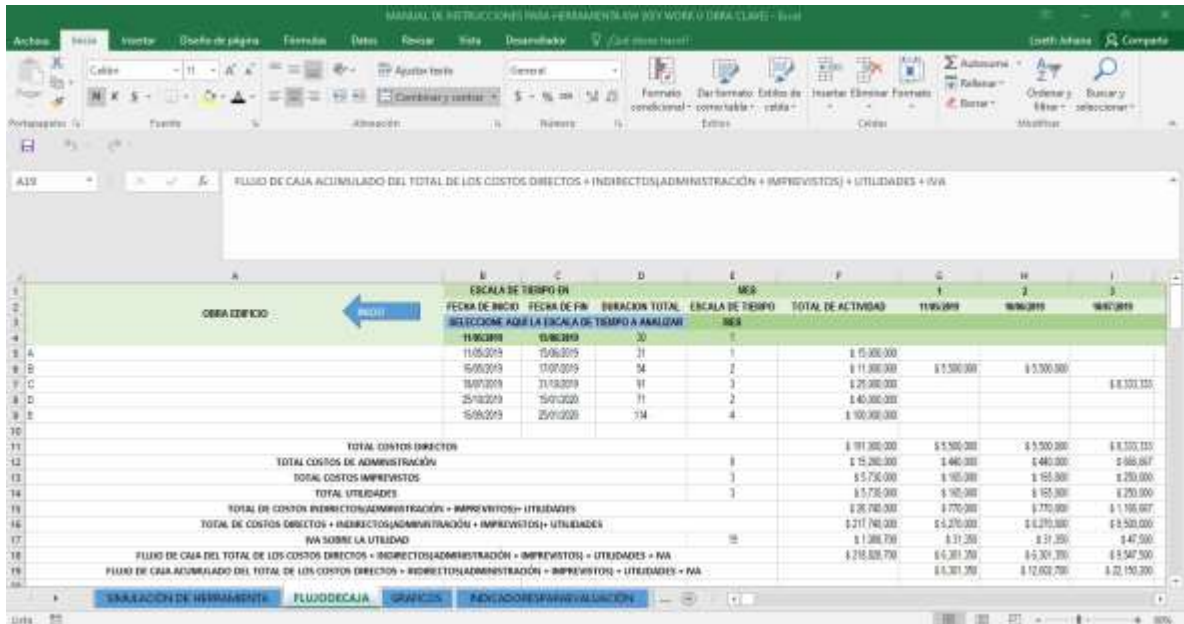
Cuando los datos de entrada del programa ya estén digitalizados, se debe dirigir a la hoja **“SIMULACIÓN DE HERRAMIENTA”**, En esta hoja se encuentra la opción **“Ejecutar”** para empezar a calcular los datos.

- ✓ La fila A1, donde dice OBRA EDIFICIO, se sugiere editar y poner el nombre correspondiente del proyecto a analizar.

Después de oprimir **“Ejecutar”** en la hoja de **“SIMULACIÓN DE HERRAMIENTA”**, el programa, solicitará ingresar información, necesaria para calcular los datos que modelará herramienta. Cómo los siguientes:

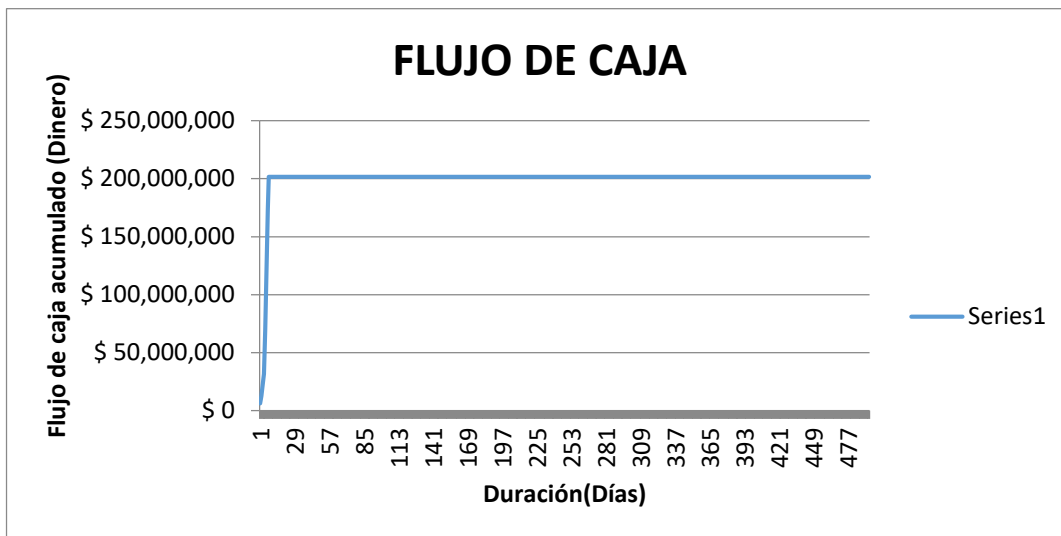
- ✓ El usuario debe digitar en la ventana emergente el porcentaje, % (solo el numero) de costos indirectos, administrativos.
- ✓ El usuario debe ingresar el porcentaje, % (solo el numero) de costos por imprevistos.
- ✓ El usuario debe ingresar el porcentaje, % (Solo número) de utilidades del proyecto.
- ✓ El usuario debe ingresar el porcentaje, % (Solo numero) de IVA para el proyecto.

**Figura 11.**Ejemplo de cálculo de costos,diretos, indirectos y distribución del FLUJO DE CAJA para, el proyecto.



En la hoja de gráficos, se muestran los desembolsos planeados según el presupuesto, versus los reales a lo largo de la ejecución del proyecto. A continuación, se observan las gráficas para el ejemplo del caso de estudio.

**Figura 12.**Ejemplo del grafico que se obtiene para los proyectos a analizar.



- ✓ La siguiente hoja en donde dirige el programa, es la de “INDICADORES PARA EVALUACIÓN”. En esta sección de la herramienta, se debe proporcionar información complementaria, para determinar la viabilidad financiera del

proyecto a evaluar. El usuario debe ingresar el plazo de evaluación del proyecto (en meses) donde desea empezar a analizar los indicadores financieros para el proyecto (Se recomienda que sea el mes siguiente a la terminación del proyecto, debido a que es, donde se empiezan a ver el ingreso de dinero, porque durante la construcción solo salió dinero).

- ✓ El usuario debe ingresar el valor de los ingresos del arriendo del inmueble.
- ✓ El usuario debe ingresar el valor del porcentaje de incremento anual de los ingresos (arriendo).
- ✓ El usuario debe ingresar la tasa de oportunidad (rentabilidad esperada mensual), para calcular los indicadores financieros y que permitan determinar la viabilidad del proyecto.

### 7.8.2. Seguimiento a la implementación del proyecto

#### Ejecución, presupuesto y cronograma

**Figura 13.** Ejemplo de cálculo de los indicadores de evaluación del proyecto.

ESCALA DE TIEMPO EN		MES			
SELECCIONE AQUÍ LA ESCALA DE TIEMPO A ANALIZAR		MES	1	2	3
INGRESOS					
COSTOS			\$ 6.301,350	\$ 6.301,350	\$ 6.301,350
FLUJO DE CAJA (INGRESOS - COSTOS)			-\$ 6.301,350	-\$ 6.301,350	-\$ 6.301,350
FLUJO DE CAJA ACUMULADO DE LOS INGRESOS - LOS COSTOS			-\$ 6.301,350	-\$ 12.602,700	-\$ 18.904,050
VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE CAJA			-\$ 6.177,704	-\$ 6.095,881	-\$ 5.986,821
ACUMULADO DEL VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE CAJA			-\$ 6.177,704	-\$ 12.273,585	-\$ 18.260,406
TASA	2.00%	EFFECTIVA MENSUAL			
VPN	\$ 211.897,208.35				
TIR	2.23%				
PERIODO DE RECUPERACIÓN	33				
PERIODO DE RECUPERACIÓN DESCONTADO	45		SE RECUPERA EN EL MES MOSTRADO		
INDICE DE RENTABILIDAD B/C	1.65		VIABLE		

El programa se dirige de “INDICADORES DEL VALOR GANADO”.

- ✓ Debe ingresar el valor planificado del proyecto (PV), que consiste en el valor económico para culminar el proyecto. Se calcula a partir de la hoja de flujo de caja, es el valor final con el que se planeó terminar el proyecto.
- ✓ Después debe ingresar el % de avance para el proyecto, en este caso solo poner el porcentaje puede sacarse de la división entre EL COSTO REAL EN EL QUE VA EL PROYECTO/EL VALOR TOTAL DEL PROYECTO).
- ✓ Finalmente, se debe ingresar el valor del COSTO REAL (AC), que consiste en el valor real en donde va la ejecución del proyecto.

**Figura 14.** Análisis del valor ganado del proyecto.

Gestión del valor ganado (EVM)			ESTADO DEL PROYECTO
	valor planificado (PV)	\$ 218.828.700	
	valor ganado (EV)	\$ 196.945.830	
Cálculo de variaciones	% DE AVANCE PARA EV	90%	
	Costo real (AC)	\$ 200.000.000	
	Variación del cronograma (SV)	\$ - 21.882.870.00	
	Variación del costo (CV)	\$ - 3.094.170.00	
Cálculo de índices de desempeño	Índice de desempeño del cronograma (SPI)	0.90	
	Índice de desempeño del costo (CPI)	0.98	
	Índice costo/cronograma	0.89	
	Presupuesto al terminar (BAC)	\$ 218.828.700.00	
Cálculo de proyecciones	Estimación del costo total del proyecto (EAC)	\$ 222.222.222	
	Estimación del costo para terminar (ETC)	\$ 24.314.300	
	Variaciones a la terminación (VAC)	\$ 3.303.522	
	Índice proyección	1.16	

**ESTADO DEL PROYECTO**

Proyecto atrasado  
Se gastó más de lo presupuestado  
El rendimiento del cronograma es menor que lo planeado

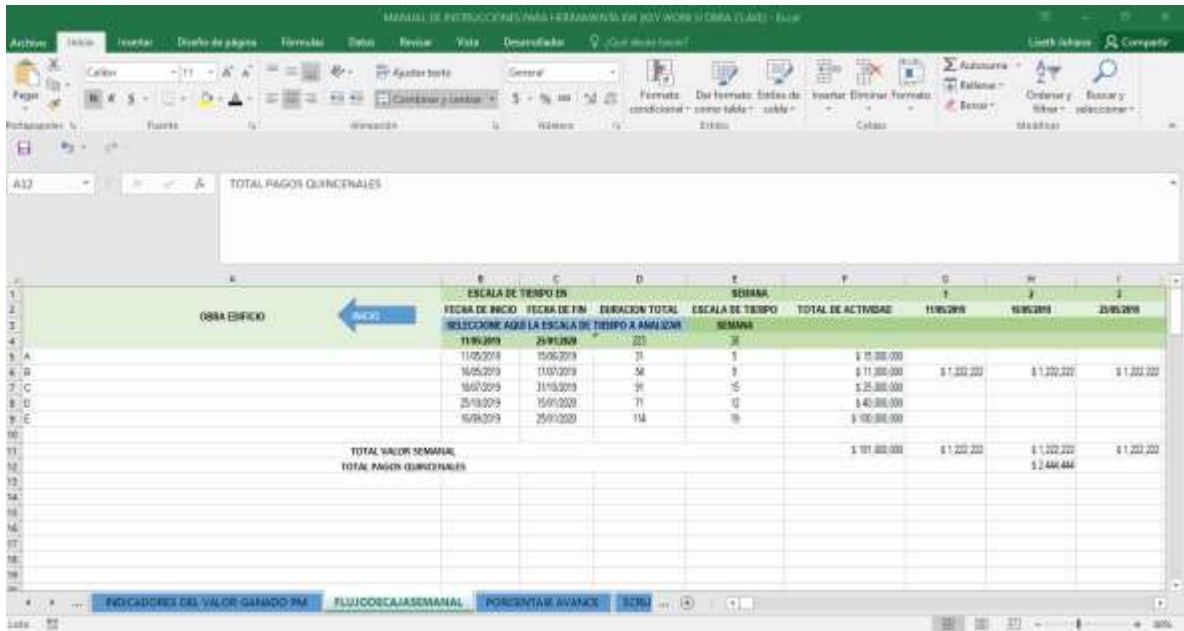
Revisa

El costo es menor a lo planeado  
Más difícil de completar

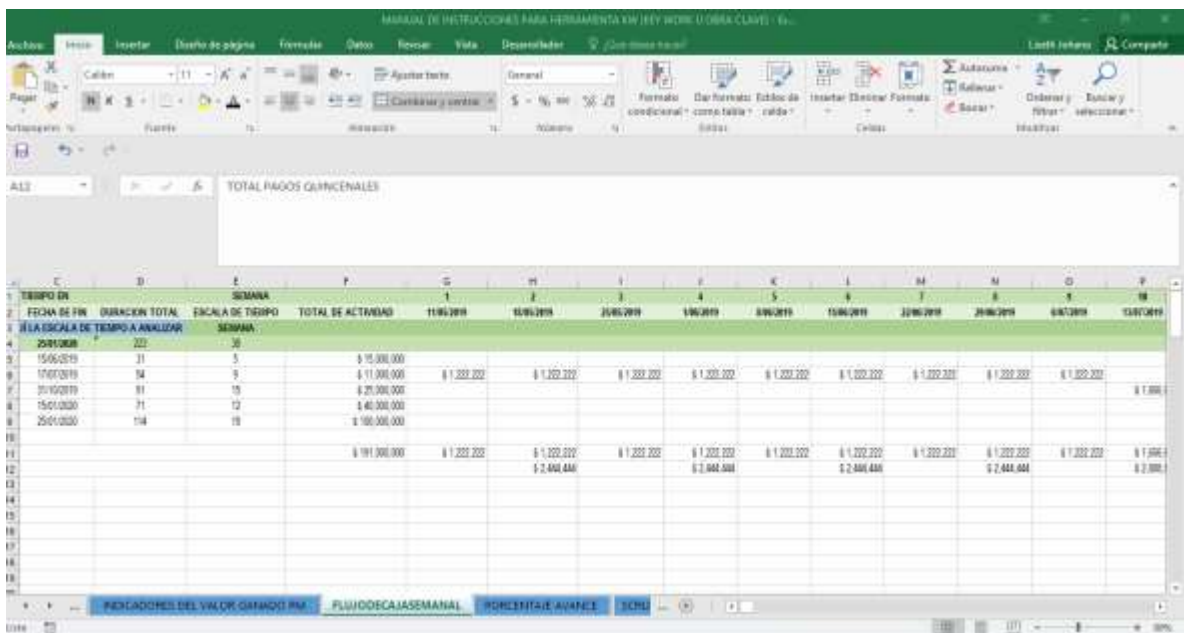
El programa se dirige a la hoja de “**FLUJO DE CAJA SEMANAL**”.

- ✓ Aquí el programa ahorra el número de semanas en las que se distribuye el valor de los costos directos por actividades.
- ✓ Después hace el análisis quincenal de pagos para los costos directos.

**Figura 15.** Ejemplo de distribución del flujo de caja semanal para los costos directos del proyecto.



**Figura 16.** Ejemplo de distribución del flujo de caja semanal para los costos directos del proyecto.



La herramienta, se dirige a la hoja de **“PORCENTAJE DE AVANCE”**. Se recomienda que mientras se ejecute el programa, el solo cargara los nombres de las actividades y capítulos y cuando pare el programa ahora si ingrese las fechas para que le calcule la información faltante y demás.

- ✓ **En la columna D y desde la fila 4, (D4)**, se deben ingresar las fechas reales en la que se finalizó el capítulo y la actividad, que contemplan en el proyecto.
- ✓ **En la columna G y desde la fila 4, (G4)**, se debe seleccionar por actividad y capítulo el motivo del atraso (Alcance, Cronograma del proyecto, Costos, Adquisidores, Riesgos o No aplica) en el proyecto.

Adicional a ellos, cabe resaltar que, para la clasificación de los motivos de atraso en un proyecto de construcción, se argumentó acorde a la siguiente información:

**Tabla 4.** Clasificación de los motivos de atraso de un proyecto de construcción.

### CLASIFICACIÓN DE LOS MOTIVOS DE ATRASO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

**Atraso por alcance:** No se definieron o quedaron claros los objetivos en n tiempo definido

**Atraso por cronograma:** Se considera, cuando se presenta el retraso en una actividad, que no se realizó en la fecha planeada, y desplaza la fecha de las actividades sucesoras.

**Atraso por costos:** Esto ocurre cuando no se realizaron los análisis de precios unitarios con valores presentes o estimaciones de incrementos, ocasionando una variación en los costos unitarios. O sino, se realiza una actualización real del presupuesto.

**Atraso por adquisiciones:** Esto ocurre cuando no se contempló el uso de un equipo o herramienta y/o si se presentó un daño. Para la ejecución de una actividad específica.

**Atraso por riesgos:** Esto ocurre cuando se presentan imprevistos por accidentes (eléctricos, caídas o muerte), tormentas, riesgos sobrenaturales o algo que no se pudo predecir.

**No aplica:** La actividad se desarrolló en la fecha, prevista ó antes de la programada en el cronograma.

La tabla 4, se fundamenta con el capítulo 7.1.1., y considerando esto, se construyó la anterior tabla, y se le definió el significado para que el usuario en el momento que diligencie la información considere estos parámetros, y sepa el motivo de su atraso o avance de su proyecto. Teniendo en cuenta esto, a continuación, se enseñará, los resultados del caso de estudio, acorde a su ejecución e información obtenida.

**Figura 17.** Ejemplo de cálculo de porcentaje de avance, para un proyecto.

	FECHA IDEAL DE INICIO	FECHA IDEAL DE FIN	FECHA REAL DE FINALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE ATRASO	PORCENTAJE DE AVANCE	MOTIVO ATRASO
A	10/05/2019	15/06/2019	16/06/2019	0.0%	36.4%	ALCANJE
B	10/05/2019	11/07/2019	22/07/2019	9.9%	0.0%	CRONOGRAMA DEL PROYECTO
C	10/07/2019	14/08/2019	15/10/2019	6.5%	55.8%	RESCOS
D	25/07/2019	15/09/2019	16/10/2019	0.0%	100.0%	NO APLICA
E	10/09/2019	25/09/2019	25/09/2019	0.0%	100.0%	NO APLICA

## 8. SEGUIMIENTO CON SCRUM

En la hoja de “SCRUM”, se debe seleccionar con una X, la etapa en la que se encuentran, las actividades, (PENDIENTE, EN PROCESO, COMPLETADA). Posteriormente, se debe diligenciar la fecha y el porcentaje de progreso, para hacer un seguimiento del avance del proyecto.

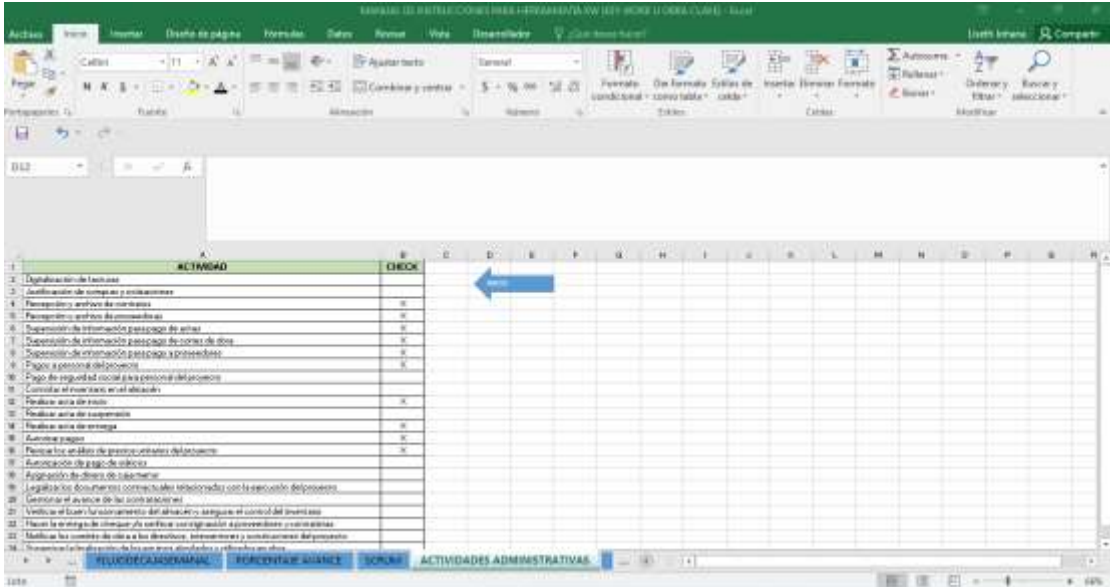
**Figura 18.** Ejemplo de aplicación de SCRUM para los proyectos

	Actividad	Pendiente	En Proceso	Completado	Fecha de Inicio	Progreso
2	A	X	X		30/05/2019	0%
3	B	X			30/05/2019	0%
4	C	X			30/05/2019	0%
5	D	X			30/05/2019	0%
6	E				30/05/2019	0%
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

## 9. EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS

Posteriormente, el programa finaliza en la hoja “ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS”. Aquí el usuario debe poner una (X), para seleccionar las actividades administrativas que desea considerar en el proyecto.

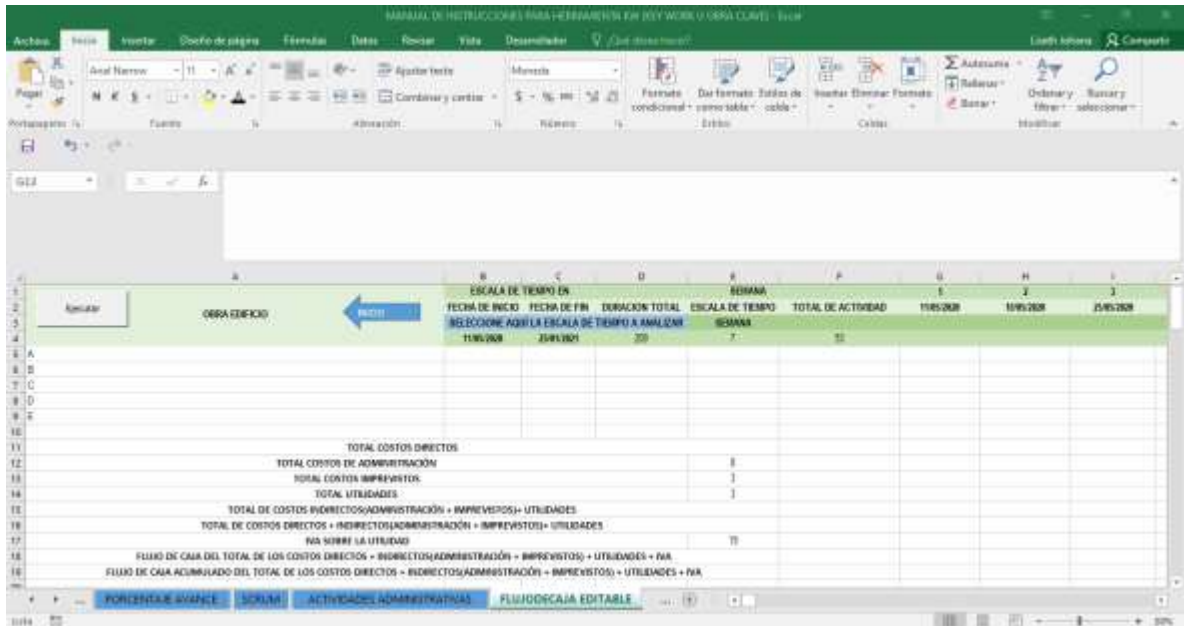
**Figura 19.** Ejemplo de actividades administrativas para un proyecto de construcción.



ACTIVIDAD	CHECK
1. Digitalización de facturas	
2. Digitalización de compras y adquisiciones	
3. Permisos y autorizaciones de marítimas	X
4. Permisos y autorizaciones de marítimas	X
5. Disponibilidad de información para pago de aduanas	X
6. Disponibilidad de información para pago de aduanas	X
7. Disponibilidad de información para pago de aduanas	X
8. Disponibilidad de información para pago de aduanas	X
9. Pago a persona del comercio	X
10. Pago de seguridad social a persona del comercio	X
11. Controlar el movimiento en el almacén	
12. Realizar obra de mantenimiento	X
13. Realizar obra de mantenimiento	X
14. Realizar obra de mantenimiento	X
15. Realizar obra de mantenimiento	X
16. Realizar obra de mantenimiento	X
17. Realizar obra de mantenimiento	X
18. Realizar obra de mantenimiento	X
19. Realizar obra de mantenimiento	X
20. Realizar obra de mantenimiento	X
21. Realizar obra de mantenimiento	X
22. Realizar obra de mantenimiento	X
23. Realizar obra de mantenimiento	X
24. Realizar obra de mantenimiento	X
25. Realizar obra de mantenimiento	X
26. Realizar obra de mantenimiento	X
27. Realizar obra de mantenimiento	X
28. Realizar obra de mantenimiento	X
29. Realizar obra de mantenimiento	X
30. Realizar obra de mantenimiento	X
31. Realizar obra de mantenimiento	X
32. Realizar obra de mantenimiento	X
33. Realizar obra de mantenimiento	X
34. Realizar obra de mantenimiento	X

1. De igual manera, se cuenta con una hoja que se llama FLUJO DE CAJA EDITABLE, que consiste en ser una ayuda, para los usuarios en caso de que el proyecto se encuentre atrasado, ayude a analizar el costo real del proyecto y las fechas reales en las que se realizaron los capítulos o actividades. Es por eso, que la herramienta automáticamente carga los nombres de los capítulos y las actividades, pero de manera libre el usuario ingresa primero la fecha de inicio, fecha de fin y el costo total de la actividad, porque se debe tener en cuenta que si una actividad no se inició en la fecha prevista, ya hay atraso en el proyecto y a su vez posibles sobrecostos y en caso de que no se cuenten con los recursos humanos y de equipos y herramientas requeridos ya hay afectación en el cronograma y costos del proyecto.
2. Se puede cambiar el tiempo de trabajo para analizar el flujo de caja editable, en días, semanas o meses, en caso de que el proyecto sea muy extenso, para facilitar su análisis y visibilidad se sugiere usar la opción de meses, que es la escala de tiempo más grande de la herramienta para, esta hoja.

**Figura 20.** Ejemplo de la hoja FLUJO DE CAJA EDITABLE para un proyecto.



- Después de que el usuario, diligencie las fechas de inicio, fin y costo total por actividad, el usuario debe oprimir en esta hoja el botón “Ejecutar”, para ver la nueva distribución de su flujo de cada acorde a la variación de fechas y de dinero.

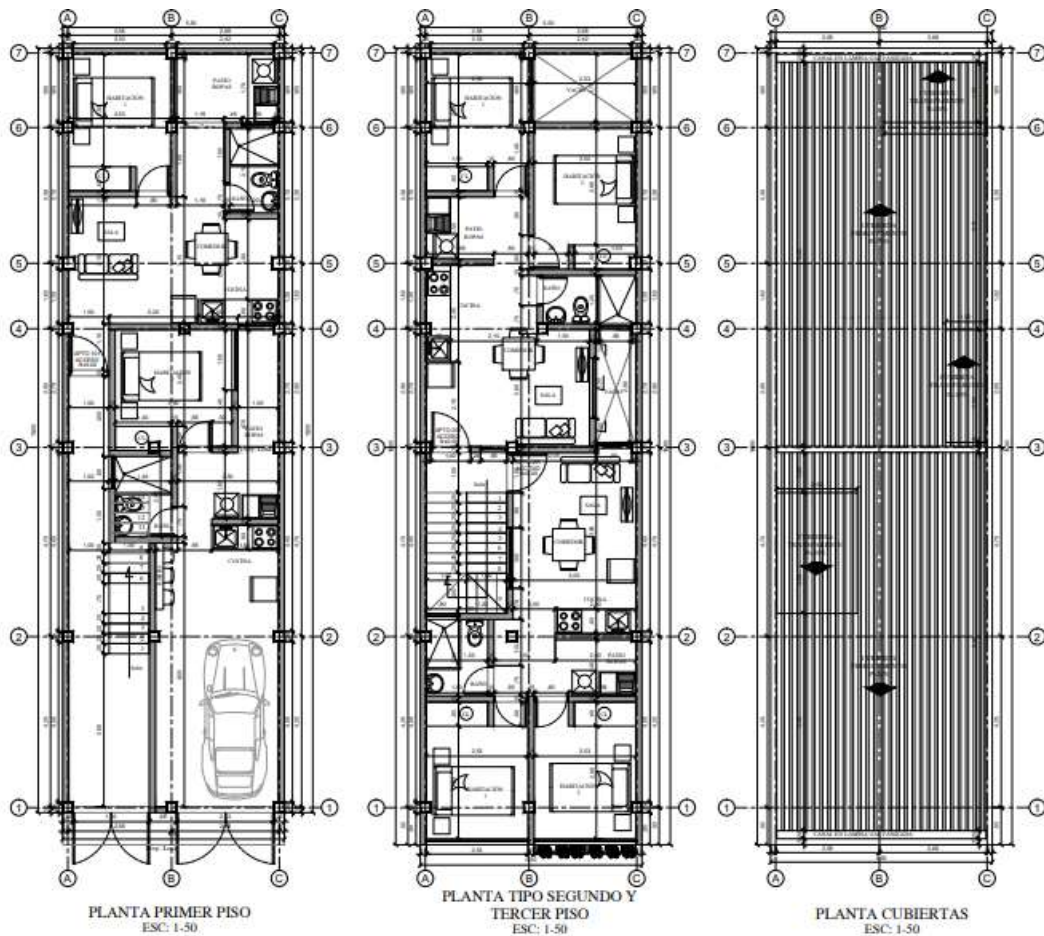
Finalmente, en cada hoja se encuentra (Una flecha azul que dice inicio y es una ruta de acceso) a la hoja de “SIMULACIÓN DE HERRAMIENTA” y desde donde podrá analizar los resultados que arroja el programa. Adicional a ello en la hoja de “FLUJO DE CAJA”, encontrará una gráfica “FLUJO DE CAJA”, en Tiempo(meses) vs Dinero. Y terminado de ingresar la información manual, ya podrá hacer un análisis detallado para su proyecto.

## 10. CASO DE ESTUDIO

El proyecto consiste en un edificio de 3 pisos para uso residencial, ubicado en el municipio de Palmira, Valle, y en el barrio Santa Bárbara, el cual consta con la construcción de 5 apartamentos cada uno con un área de 50m<sup>2</sup> y donde, en el primer piso, se encuentra, un apartamento y (Garaje para un carro y motos, barra para los inquilinos, sala, comedor, cocina, baño, patio de ropas, 1 habitación con vestier). Mientras que; en el 2do y tercer piso, se encuentran 2 apartamentos por piso.

### 10.1. Diseños arquitectónicos

**Figura 21.** Plantas arquitectónicas de vivienda Multifamiliar. (Arq. Freddy Ortiz, 2.020).



En la Figura 21, se observa la distribución arquitectónica del edificio para, los 3 pisos y la planta de cubiertas. A continuación, se mostrará la fachada arquitectónica, propuesta en render del edificio.

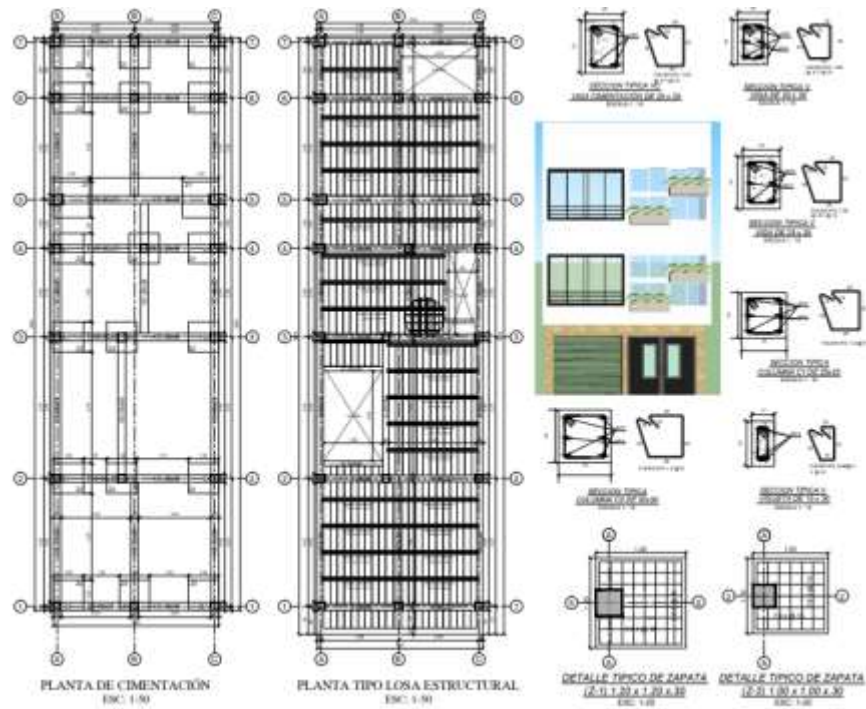
**Figura 22.**Fachada arquitectónica en render. (Arq. Freddy Ortiz,2.020).



## 10.2. Diseño estructural

A continuación, se enseñarán los planos estructurales, que se consideraron en la ejecución del proyecto.

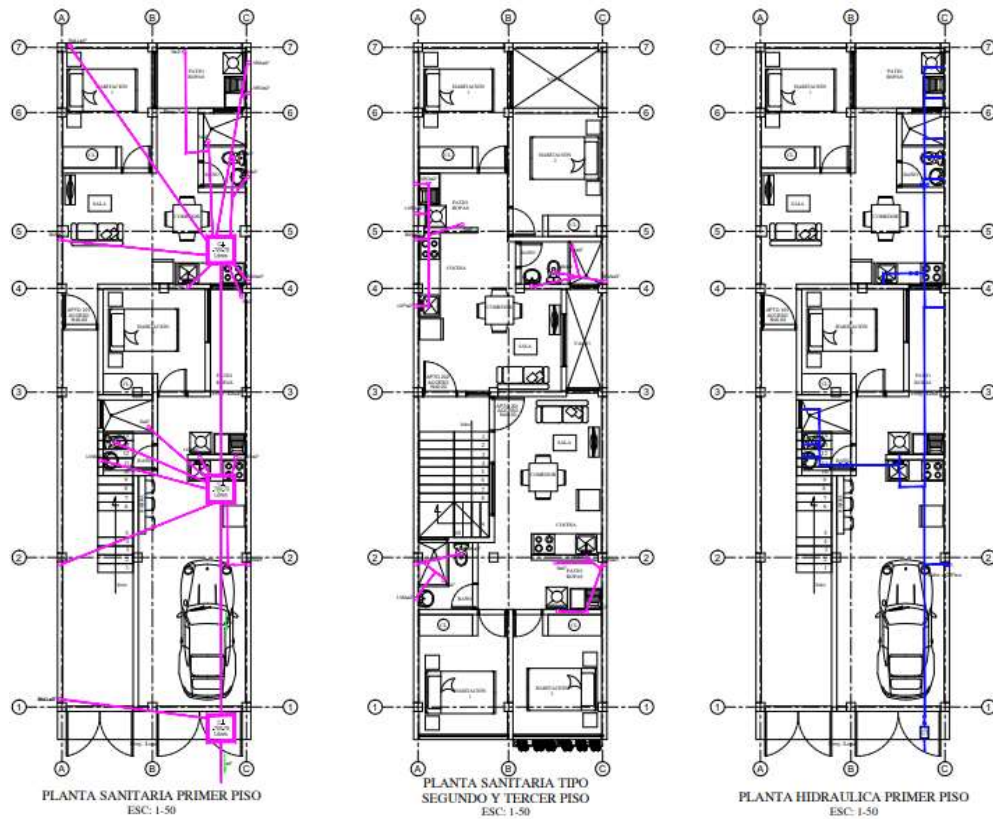
**Figura 23.** Diseño estructural de vivienda multifamiliar. (Arquitecto Freddy Ortíz,2.020)



### 10.3. Diseño hidráulico y sanitario

A continuación, se enseñarán los planos hidráulicos y sanitarios, que se consideraron en la ejecución del proyecto.

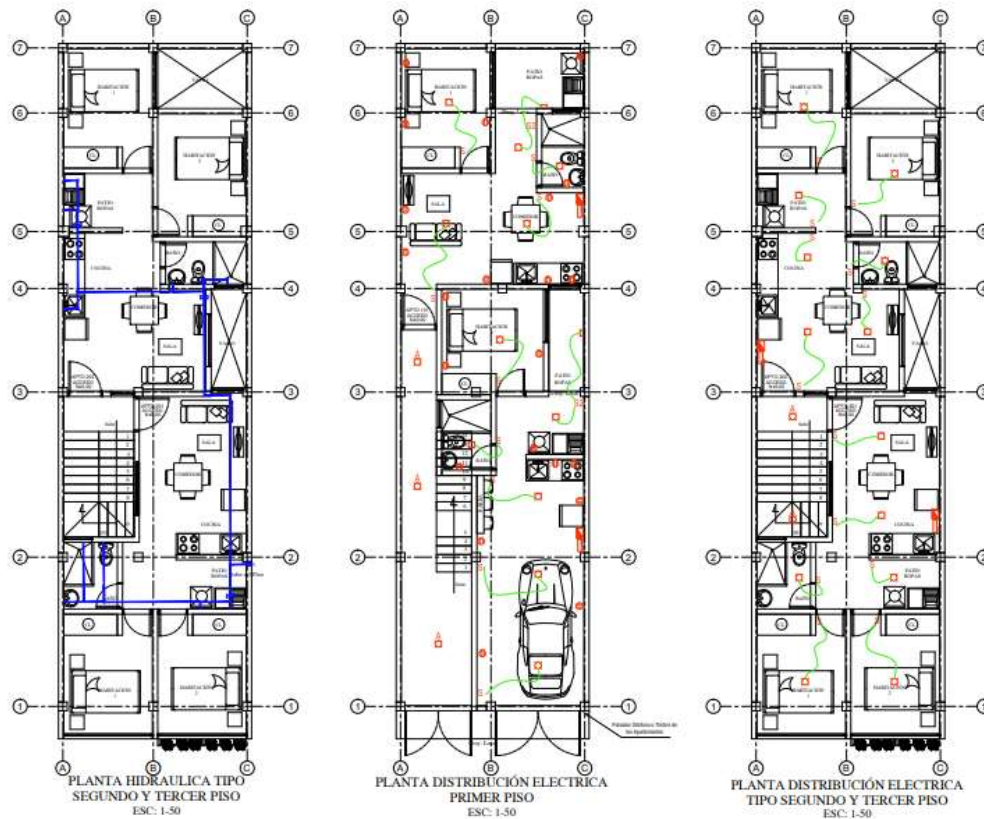
**Figura 24.** Diseño hidráulico y sanitario de vivienda multifamiliar. (Arquitecto Freddy Ortíz, 2.020).



#### 10.4. Diseño de distribución eléctrica

A continuación, se enseñarán los planos de distribución eléctrica, que se consideraron en la ejecución del proyecto.

**Figura 25.** Diseño de planta de distribución eléctrico de vivienda multifamiliar. (Arquitecto Freddy Ortíz,2.020).



Se acaban de enseñar los diseños, que se consideraron para la construcción del presupuesto del proyecto, los cuales se contemplan principalmente desde la Figura 21, hasta la Figura 25.

### 10.5. Presupuesto del proyecto

A continuación, se enseñará el presupuesto que se diseñó para la ejecución de este proyecto, en donde se mencionan sus capítulos, actividades, costos directos, costos indirectos, porcentaje de administración, imprevistos, utilidades, consideración del IVA y valor total del proyecto.

**Tabla 5.**Presupuesto de obra de ejemplo para la herramienta. (Arquitecto Freddy Ortíz,2.020).

<b>OBRA EDIFICIO EN LA CIUDAD DE PALMIRA, VALLE</b>					
<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>VALOR PARCIAL</b>
<b>1.00</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.01	CONFIGURACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	M2	143.00	\$ 14,000	\$ 2,002,000
1.02	DESCAPOTE MANUAL MÁS RETIRO	M2	143.00	\$ 6,500	\$ 929,500
1.03	CERRAMIENTO POLISOMBRA Y GUADUA	ML	28.50	\$ 7,500	\$ 213,750
1.04	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO OBRA ARQUITECTÓNICA	M2	143.00	\$ 1,500	\$ 214,500
1.05	LIMPIEZA Y ASEO VIAJE DE VOLQUETAS	M2	143.00	\$ 6,200	\$ 886,600
1.06	VIGILANCIA	DÍA	365.00	\$ 35,000	\$ 12,775,000
1.07	BODEGAJE	UND	1.00	\$ 160,000	\$ 160,000
	<b>SUBTOTAL PRELIMINARES</b>				<b>\$ 17,181,350</b>
<b>2.00</b>	<b>DESAGUES BAJO TIERRA</b>				
2.01	CAJA DE INSPECCIÓN 70X70 CON CAÑUELA	UND	3.00	\$ 154,800	\$ 464,400
2.02	EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 2" CON ACCESORIOS	ML	26.00	\$ 28,400	\$ 738,400
2.03	EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 3" CON ACCESORIOS	ML	51.00	\$ 39,600	\$ 2,019,600
2.04	EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 6" CON ACCESORIOS	ML	18.00	\$ 67,800	\$ 1,220,400
2.05	TAPAS DE CAJAS DE INSPECCIÓN CON ANGULOS Y REFUERZO	UND	3.00	\$ 35,900	\$ 107,700
	<b>SUBTOTAL DESAGUES BAJO TIERRA</b>				<b>\$ 4,550,500</b>
<b>3.00</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
3.01	SOLADO DE LIMPIEZA ESPESOR 7 CM	M2	23.76	\$ 18,500	\$ 439,560
3.02	ZAPATA Z1 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI,INCLUYE FORMAleta	M3	4.00	\$ 102,800	\$ 411,200
3.03	ZAPATA Z2 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI,INCLUYE FORMAleta	M3	12.00	\$ 97,800	\$ 1,173,600
3.04	ZAPATA Z3 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI,INCLUYE FORMAleta	M3	19.00	\$ 97,800	\$ 1,858,200
3.05	PEDESTAL DE CONCRETO 3000 PSI	M3	22.00	\$ 95,000	\$ 2,090,000
3.06	VIGA CIMIENTO H=40 CM	M3	18.44	\$ 695,000	\$ 12,815,800
3.07	ACERO DE REFUERZO FLEJADO 60.000 PSI	KG	4200.00	\$ 1,600	\$ 6,720,000
	<b>SUBTOTAL CIMENTACIÓN</b>				<b>\$ 25,508,360</b>
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				

4.01	ACERO DE REFUERZO FLEJADO 60.000 PSI	KL	12462.00	\$ 1,600	\$ 19,939,200
4.02	COLUMNA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	M3	21.78	\$ 770,000	\$ 16,770,600
4.03	VIGA LOSA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	M3	34.70	\$ 326,800	\$ 11,339,960
4.04	VIGA BORDE EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	M3	23.30	\$ 326,800	\$ 7,614,440
4.05	VIGA DINTEL EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	M3	13.80	\$ 120,000	\$ 1,656,000
4.06	SOBREPISO + MALLA ELECTROSOLDADA	M2	143.00	\$ 48,500	\$ 6,935,500
4.07	LOSA SOBREPISO EN CONCRETO REFORZADO + PERLINES METÁLICOS + BLOQUELÓN 80 X 23 (INCLUYE LOSA DEL CUARTO PISO SIN DISEÑAR)	M2	241.00	\$ 118,500	\$ 28,558,500
4.08	ESCALERA EN CONCRETO + ENCHAPE	UND	3.00	\$ 1,978,000	\$ 5,934,000
<b>SUBTOTAL ESTRUCTURA</b>					<b>\$ 98,748,200</b>
<b>5.00</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				
5.01	MURO EN LADRILLO FAROL LISO E=12CM	M2	1102.50	\$ 27,800	\$ 30,649,500
5.02	MURO EN LADRILLO FAROL LISO E=12CM, CUARTO PISO	M2	95.00	\$ 27,800	\$ 2,641,000
5.03	ALFAJIA EN GRESS A=15CM	ML	13.00	\$ 85,400	\$ 1,110,200
<b>SUBTOTAL MAMPOSTERÍA</b>					<b>\$ 34,400,700</b>
<b>6.00</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
6.01	PUNTOS SÁNITARIOS PVC 2"	UND	34.00	\$ 58,700	\$ 1,995,800
6.02	PUNTOS SÁNITARIOS PVC 3"	UND	14.00	\$ 61,500	\$ 861,000
6.03	TUBERÍA SÁNITARIA 2" + ACCESORIOS	ML	58.40	\$ 28,700	\$ 1,676,080
6.04	TUBERÍA SÁNITARIA 3" + ACCESORIOS	ML	32.50	\$ 32,400	\$ 1,053,000
6.05	TUBERÍA AGUA LLUVIA 3" + ACCESORIOS	UND	6.00	\$ 156,700	\$ 940,200
<b>SUBTOTAL INSTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>\$ 6,526,080</b>
<b>7.00</b>	<b>INSTALACIONES HIDRAULICAS SIN MEDIDOR</b>				
7.01	PUNTOS HIDRAULICOS INCLUYE ACCESORIOS	UND	50.00	\$ 56,700	\$ 2,835,000
7.02	TUBERÍA PVC 1/2"	ML	188.00	\$ 8,300	\$ 1,560,400
7.03	TUBERÍA PVC 1"	ML	42.00	\$ 11,600	\$ 487,200
7.04	VALVULA DE CIERRE RÁPIDO DE 1/2"	UND	22.00	\$ 35,600	\$ 783,200
7.05	TUBERÍA CPVC 1/2"	ML	32.00	\$ 14,500	\$ 464,000

7.06	INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE AGUA ACOMETIDA	UND	6.00	\$ 120,000	\$ 720,000
7.07	PUNTO HIDRAULICO AGUA CALIENTE	UND	5.00	\$ 62,300	\$ 311,500
	<b>SUBTOTAL INSTALACIONES HIDRAULICAS SIN MEDIDOR</b>				<b>\$ 7,161,300</b>
<b>8.00</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
8.01	PUNTOS ELECTRICOS (INCLUYE TOMAS Y CABLEADO)	UND	78.00	\$ 68,700	\$ 5,358,600
8.02	PUNTOS LUMINARIAS (INCLUYE PLAFÓN,INTERRUPTOR Y CABLEADO)	UND	93.00	\$ 74,300	\$ 6,909,900
8.03	TIMBRES	UND	5.00	\$ 187,000	\$ 935,000
8.04	ADECUACIÓN CONTADOR	UND	6.00	\$ 600,000	\$ 3,600,000
8.05	CAJA PARA CONTADORES CON MALLA A TIERRA Y PROCESO DE CERTIFICACIÓN PLENA CON ACOMETIDA SUBTERRANEA (NO INCLUYE TRANSFORMADOR POR PARTE DE EPSA)	GLB	1.00	\$ 7,200,000	\$ 7,200,000
8.06	TABLEROS DE BLEACKERS CON TOTALIZADORES 60 AMP	UND	5.00	\$ 265,000	\$ 1,325,000
	<b>SUBTOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>\$ 25,328,500</b>
<b>9.00</b>	<b>CUBIERTA</b>				
9.01	INSTALACIÓN DE CIELO FALSO EN PANEL YESO DE 1/2" + PINTURAS Y CARTERAS	M2	300.21	\$ 44,200	\$ 13,269,282
9.02	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA PARA TEJA FIBRO CEMENTO	M2	108.95	\$ 58,500	\$ 6,373,575
9.03	CANAL EN LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 22 + CUADRADO Y CODO BAJANTE	ML	13.00	\$ 55,600	\$ 722,800
	<b>SUBTOTAL CUBIERTA</b>				<b>\$ 20,365,657</b>
<b>10.00</b>	<b>ENCHAPE CERAMICA</b>				
10.01	ENCHAPE GENERAL PISOS EN CERAMICA (INCLUYE MORTERO DE PEGA Y GUARDAESCOBA H=7CM), TRAFICO RESIDENCIAL;NO MAYOR A \$22.000	M2	283.21	\$ 62,500	\$ 17,700,625
10.02	ENCHAPE PISO ANTIDESLIZANTE ANTEJARDÍN Y ANDEN (INCLUYE MORTERO DE PEGA) NO MAYOR A \$22.000	M2	21.00	\$ 62,500	\$ 1,312,500
10.03	ENCHAPE MUROS DE COCINA Y PATIOS DE ROPA EN CERAMICA DE ALTURA SOLO POZUELO Y PARTE VISIBLE DE MESÓN , NO MAYOR A \$25.000	M2	15.00	\$ 66,500	\$ 997,500
10.04	ENCHAPE MUROS DE BAÑOS EN CERAMICA ALTURA 2.00, NO MAYOR A \$25000,(INCLUYE CENEFA SENCILLA)	M2	88.60	\$ 66,500	\$ 5,891,900

10.05	ENCHAPE PISOS BAÑOS ANTIDESLIZANTE EN CERAMICA (INCLUYE MORTERO DE PEGA),NO MAYOR A \$22.000	M2	17.00	\$ 62,500	\$ 1,062,500
<b>SUBTOTAL ENCHAPE CERAMICA</b>					<b>\$ 26,965,025</b>
<b>11.00</b>	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b>				
11.01	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X0.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	UND	4.00	\$ 600,000	\$ 2,400,000
11.02	PUERTAS CORREDIZAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 2.20 CON VIDRIO CLARO 4MM	UND	3.00	\$ 850,000	\$ 2,550,000
11.03	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	UND	5.00	\$ 350,000	\$ 1,750,000
11.04	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 2.10 X 1.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	UND	4.00	\$ 550,000	\$ 2,200,000
11.05	LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 0.80X0.40	UND	5.00	\$ 190,000	\$ 950,000
11.06	LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 1.25 X0.40	UND	1.00	\$ 290,000	\$ 290,000
11.07	PUERTAS EN CERRAJERIA COLOR BLANCO Y CHAPA DE ENTRADA PRINCIPAL YALE	UND	5.00	\$ 690,000	\$ 3,450,000
11.08	MARCOS METALICOS H=2.20 CALIBRE 22	UND	15.00	\$ 105,000	\$ 1,575,000
11.09	BARANDA DE BALCON EN ACERO INOXIDABLE	UND	2.00	\$ 780,000	\$ 1,560,000
11.10	BARANDA DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE	UND	9.00	\$ 960,000	\$ 8,640,000
11.11	REJAS EN PRIMER PISO A LOS COSTADOS EN TUBERÍA ELIPTICA BLANCA	UND	2.00	\$ 750,000	\$ 1,500,000
11.12	REJA DE ACCESO PRIMER PISO EN TUBERÍA ELIPTICA BLANCA	UND	1.00	\$ 670,000	\$ 670,000
11.13	PUERTA DE GARAJE AUTOMATICA CON MOTOR COLOR BLANCA	GLB	1.00	\$ 8,900,000	\$ 8,900,000
11.14	PROTECCIÓN EN VENTANAS FACHADA CON TUBERIA ELIPTICA COLOR BLANCA	UND	4.00	\$ 370,000	\$ 1,480,000
11.15	DIVISIÓN DE BAÑOS EN VIDRIO TEMPLADO 6MM CON ACERO TAMAÑO 1.20 X 2.00	UND	5.00	\$ 650,000	\$ 3,250,000
<b>SUBTOTAL CARPINTERIA METALICA</b>					<b>\$ 41,165,000</b>
<b>12.00</b>	<b>PORCELANA SANITARIA Y PREFABRICADOS</b>				
12.01	COMBO SANITARIO CON INSTALACION DE ACCESORIOS	JGO	5.00	\$ 340,000	\$ 1,700,000
12.02	LAVADERO PREFABRICADO + ACCESORIOS	UND	5.00	\$ 480,000	\$ 2,400,000
<b>SUBTOTAL PORCELANA SANITARIA Y PREFABRICADOS</b>					<b>\$ 4,100,000</b>
<b>13.00</b>	<b>ESTUCOS,ACABADOS Y PINTURA</b>				

13.01	ESTUCO + PINTURA VINILO BLANCO VINITEX 3 MANOS EN MURO	M2	1619.00	\$ 18,600	\$ 30,113,400
13.02	REPELLO EN MUROS	M2	1921.00	\$ 14,200	\$ 27,278,200
13.03	REPELLO FACHADA	GBL	1.00	\$ 2,300,000	\$ 2,300,000
13.04	ESGRAFIADO CON GRANIPLAST BLANCO EN PATIO Y ZONA DE ESCALERA	M2	302.00	\$ 22,500	\$ 6,795,000
13.05	MATERAS EN FACHADA	UND	2.00	\$ 84,690	\$ 169,380
13.06	ENCHAPE DE FACHADA	GLB	1.00	\$ 800,000	\$ 800,000
13.07	ESGRAFIADO CON GRANIPLAST BLANCO Y GRIS EN FACHADA	GLB	1.00	\$ 3,600,000	\$ 3,600,000
<b>SUBTOTAL ESTUCOS,ACABADOS Y PINTURA</b>					<b>\$ 71,055,980</b>
<b>14.00</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				
14.01	PUERTAS ENTAMBORADAS CON MELANINA COLOR A ESCOGER CON CHAPA H=2.10	UND	15.00	\$ 310,000	\$ 4,650,000
14.02	CLOSET EN RH CON ZURRÓN,ENTREPAÑOS Y 2 CAJONES + PUERTAS CORREDERAS Y CHAPAS , INCLUYE INSTALACIÓN , INTERIOR BLANCO	UND	9.00	\$ 665,000	\$ 5,985,000
14.03	MUEBLES BAJOS Y ALTOS EN COCINA EN RH,INCLUYE INSTALACIÓN ,INTERIOR BLANCO CON MESÓN EN MARMOL PIEDRA NEGRO SAN GABRIEL	UND	5.00	\$ 2,450,000	\$ 12,250,000
14.04	MUEBLES DE LAVAMANOS CON MESÓN EN MARMOL PIEDRA NEGRO SAN GABRIEL	UND	6.00	\$ 460,000	\$ 2,760,000
14.05	BARRA DE COCINA EN MADERA RH REENGRUESADA	UND	4.00	\$ 195,000	\$ 780,000
<b>SUBTOTAL CARPINTERIA EN MADERA</b>					<b>\$ 26,425,000</b>
<b>15.00</b>	<b>JARDINES</b>				
15.01	PRADO TIPO GATAADORA ARBUSTO DURANTA O PLANTA	M2	2.00	\$ 32,300	\$ 64,600
15.02	ORNAMENTAL	UND	14.00	\$ 16,500	\$ 231,000
15.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TIERRA AGRICOLA	M3	3.00	\$ 60,200	\$ 180,600
<b>SUBTOTAL JARDINES</b>					<b>\$ 476,200</b>
<b>16.00</b>	<b>REDES DE GAS SIN CONTADOR</b>				
16.01	TUBERÍA DE COBRE K 1/2" PARA GAS NATURAL EMPOTRADO EN MUROS + SALIDA GALVANIZADA	GLB	5.00	\$ 865,000	\$ 4,325,000
<b>SUBTOTAL REDES DE GAS SIN CONTADOR</b>					<b>\$ 4,325,000</b>
<b>17.00</b>	<b>ASEO Y RETIRO DE ESCOMBROS</b>				

17.01	RETIRO DE ESCOMBROS Y SALDOS DE OBRA EN VOLQUETAS	UND	22.00	\$ 140,000	\$ 3,080,000
17.02	ASEO Y LIMPIEZA GENERAL DE AREAS INTERVENIDAS	M2	300.2	\$ 8,950	\$ 2,686,790
	<b>SUBTOTAL ASEO Y RETIRO DE ESCOMBROS</b>				<b>\$ 5,766,790</b>
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 420,049,642</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS ADMINISTRATIVOS</b>				2% \$ 8,400,992.84
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS IMPREVISTOS</b>				2% \$ 8,400,992.84
	<b>TOTAL UTILIDADES</b>				2% \$ 8,400,992.84
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS+UTILIDAD</b>				<b>\$ 445,252,621</b>
	<b>IVA SOBRE LA UTILIDAD</b>				19% \$ 1,596,189
	<b>VALOR TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 446,848,809</b>

#### **10.6. Programación de obras**

Considerando que se contaba con la información suministrada de los planos, se construyó el cronograma de obras en MICROSOFT PROJECT. Qué fue de gran ayuda, para definir la duración de cada actividad, fecha de inicio y de fin del proyecto. Información, que será de gran importancia para el funcionamiento de la herramienta KW, debido a que estos criterios representan datos de entrada, para dar inicio a la ejecución de la herramienta. (Ver anexo 22).

#### **10.7. Análisis y resultados del caso de estudio con la herramienta KW**

Con la información mencionada anteriormente para el caso de estudio, y con ayuda del presupuesto, la programación de obra y la herramienta KW, se realizaron los análisis y resultados, donde se obtuvo el flujo de caja, gráfico del flujo de caja acumulado en relación con la duración del proyecto, indicadores de evaluación, análisis del valor ganado, flujo de caja semanal, porcentaje de avance, Scrum, actividades administrativas y flujo de caja editable. A continuación, se enseñarán que información se extrajo, correspondiente al edificio.

### **10.7.1. Flujo de caja**

Considerando la información del presupuesto y cronograma de obra del proyecto, se recopiló la información más importante para empezar a ejecutar la herramienta, la cual comprendió en definir el nombre de los capítulos, actividades, fecha de inicio, fecha de fin, valor total de la actividad y para los capítulos, la herramienta aconseja, que se use un valor total igual a \$0.00. Por otro lado, la herramienta calculó la duración del proyecto y la manera en la que se distribuyó el dinero, considerando las fechas de inicio y los meses. La duración que definió la herramienta para, distribución del dinero, consistió en tener en cuenta la fecha de inicio y de fin de la actividad, para saber en qué mes empezó, para así definir como se repartió el dinero.

Por otro lado, la herramienta corroboró la cantidad de filas que la herramienta a va a calcular para, el flujo de caja. Además, cuando el usuario oprimió, ejecutar y procedió a calcular el valor de los costos directos y que después, la herramienta le dio la opción al usuario, para que digitará el valor de los porcentajes de AIU, y a su vez que ingresará el porcentaje del IVA.

Dentro de los datos de entrada para esta parte de la herramienta, se tienen los nombres de los capítulos y actividades, la fecha de inicio, fecha de fin, valor total de las actividades, el porcentaje de los costos administrativos, el porcentaje de los costos por imprevistos, el porcentaje de las utilidades y el porcentaje del IVA.

Así mismo, dentro de los datos de salida que genera la herramienta se tiene, el tiempo de distribución del dinero, acorde a las fechas diligenciadas, el total de los costos directos, el total de costos indirectos administrativos, el total de costos indirectos por imprevistos, el total de costo por utilidades, el valor del IVA sobre la utilidad, el flujo mensual, el flujo mensual acumulado y el grafico de la duración vs el flujo de caja acumulado del proyecto. Además, el flujo de caja semanal, ayuda a ver más detallado los objetivos semanales acorde a costos del proyecto y de manera quincenal es interesante para que vaya a la par, con los cortes y pagos del proyecto.

Figura 26. Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.

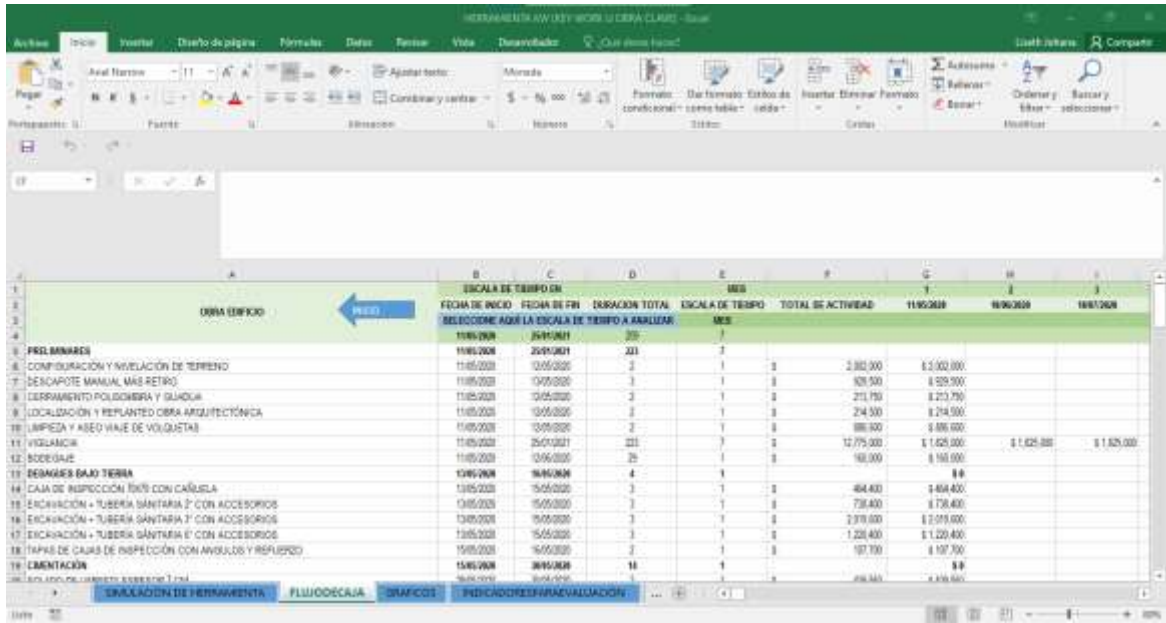


Figura 27. Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja. distribución de dinero, por actividad.

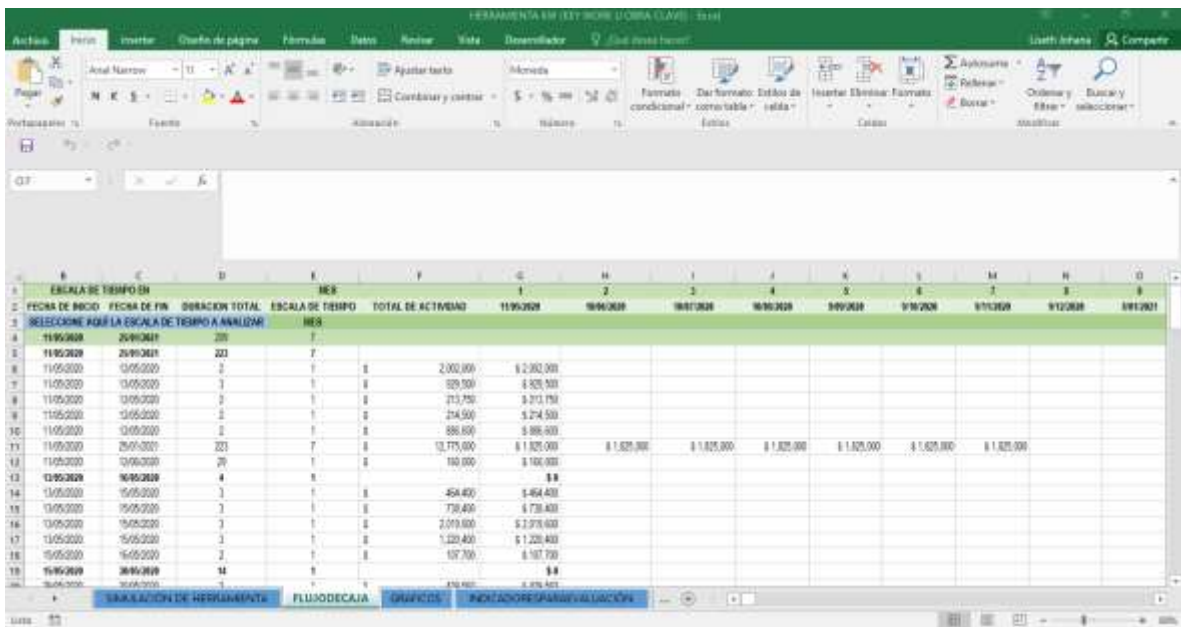


Figura 28. Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
19. CIMENTACION	15/05/2020	30/05/2020	16	1					
20. SOLADO DE LAMPIZA A ESPESOR 1 CM	20/05/2020	30/05/2020	2	1		439,500	\$ 439,500		
21. ZAPATA 2 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUYE FORMALETA	15/05/2020	16/05/2020	2	1		471,200	\$ 471,200		
22. ZAPATA 2 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUYE FORMALETA	15/05/2020	16/05/2020	4	1		1,173,600	\$ 1,173,600		
23. ZAPATA 3 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUYE FORMALETA	15/05/2020	22/05/2020	7	1		1,059,200	\$ 1,059,200		
24. PEDESTAL DE CONCRETO 3000 PSI	22/05/2020	30/05/2020	1	1		2,000,000	\$ 2,000,000		
25. VIGA CIMENTADO H=40 CM	22/05/2020	26/05/2020	7	1		12,815,400	\$ 12,815,400		
26. ACERO DE REFUERZO FLUJADO 60 300 PSI	15/05/2020	27/05/2020	11	1		6,720,000	\$ 6,720,000		
27. ESTRUCTURA	15/05/2020	11/11/2020	507	5					
28. ACERO DE REFUERZO FLUJADO 60 300 PSI	15/05/2020	10/10/2020	43	1		18,939,200	\$ 18,939,200		
29. COLUMNA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	1/07/2020	24/07/2020	21	1		16,172,600		\$ 16,172,600	
30. VIGA LOSA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	4/06/2020	7/09/2020	38	1		11,339,960		\$ 11,339,960	
31. VIGA BORDE EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	24/07/2020	27/08/2020	20	1		7,614,440		\$ 7,614,440	
32. VIGA DENTE EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	22/05/2020	24/10/2020	29	1		1,856,000			
33. SOBREPISO + MALLA ELECTROSOLDADA	7/05/2020	22/09/2020	14	1		6,925,500			
34. LOSA SOBREPISO EN CONCRETO REFORZADO + PERFILES METALICOS + BLOQUELON 80 x 20	13/08/2020	11/11/2020	43	1		28,358,500			
35. ESCALERA EN CONCRETO + ENCHAFE	4/06/2020	7/09/2020	20	1		3,994,000			\$ 3,994,000
36. MANIPOSTERIA	24/07/2020	22/09/2020	52	2					
37. MURO EN LADRILLO PAREJO USO E=10CM	24/07/2020	7/09/2020	39	1		30,949,500			\$ 30,949,500
38. MURO EN LADRILLO PAREJO USO E=10CM CUARTO PISO	1/09/2020	14/09/2020	7	1		2,487,000			\$ 2,487,000
39. ALFARJA EN OREES A=10CM	14/05/2020	22/05/2020	4	1		1,119,200			
40. INSTALACIONES SANITARIAS	20/05/2020	10/06/2020	17	1					
41. PUNTOS SANITARIOS PVC 2"	5/06/2020	14/06/2020	11	1		1,985,000	\$ 1,985,000		
42. PUNTOS SANITARIOS PVC 2"	2/06/2020	4/06/2020	3	1		467,000	\$ 467,000		
43. TUBERIA SANITARIA 2" + ACCESORIOS	30/05/2020	8/06/2020	7	1		1,674,000	\$ 1,674,000		
44. TUBERIA SANITARIA 2" + ACCESORIOS	30/05/2020	2/06/2020	1	1		1,053,000	\$ 1,053,000		
45. TUBERIA AGUA CUYAVA 2" + ACCESORIOS	2/06/2020	4/06/2020	1	1		949,200	\$ 949,200		
46. INSTALACIONES MERICASAS SIN MEDIDOR	27/06/2020	10/10/2020	39	8					
47. PUNTOS HORRACUCO INCLUYE ACCESORIOS	27/08/2020	11/09/2020	14	1		2,825,000			
48. TUBERIA PVC 1 1/2"	11/09/2020	2/10/2020	15	1		1,543,400			
49. TUBERIA PVC 1"	11/09/2020	22/09/2020	10	1		487,200			
50. MANUVA DE CIERRE RAPIDO DE 1 1/2"	3/10/2020	8/10/2020	5	1		783,200			
51. TUBERIA CPVC 1 1/2"	14/08/2020	22/09/2020	8	1		464,000			
52. INSTALACION DE MEDIDOR DE AGUA ACOMETIDA	8/10/2020	10/10/2020	3	1		720,000			
53. PUNTO HORRACUCO AGUA CALIENTE	11/09/2020	14/09/2020	1	1		371,500			
54. INSTALACIONES ELECTRICAS	20/05/2020	20/05/2020	20	7					
55. MANTAS ELECTRICAS INCLUYE TUBOS Y PUNTO DE	11/09/2020	11/09/2020	16	1		4,969,000			\$ 4,969,000

Figura 29. Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
56. MANIPOSTERIA	24/07/2020	22/09/2020	52	2					
57. MURO EN LADRILLO PAREJO USO E=10CM	24/07/2020	7/09/2020	39	1		30,949,500			\$ 30,949,500
58. MURO EN LADRILLO PAREJO USO E=10CM CUARTO PISO	1/09/2020	14/09/2020	7	1		2,487,000			\$ 2,487,000
59. ALFARJA EN OREES A=10CM	14/05/2020	22/05/2020	4	1		1,119,200			
60. INSTALACIONES SANITARIAS	20/05/2020	10/06/2020	17	1					
61. PUNTOS SANITARIOS PVC 2"	5/06/2020	14/06/2020	11	1		1,985,000	\$ 1,985,000		
62. PUNTOS SANITARIOS PVC 2"	2/06/2020	4/06/2020	3	1		467,000	\$ 467,000		
63. TUBERIA SANITARIA 2" + ACCESORIOS	30/05/2020	8/06/2020	7	1		1,674,000	\$ 1,674,000		
64. TUBERIA SANITARIA 2" + ACCESORIOS	30/05/2020	2/06/2020	1	1		1,053,000	\$ 1,053,000		
65. TUBERIA AGUA CUYAVA 2" + ACCESORIOS	2/06/2020	4/06/2020	1	1		949,200	\$ 949,200		
66. INSTALACIONES MERICASAS SIN MEDIDOR	27/06/2020	10/10/2020	39	8					
67. PUNTOS HORRACUCO INCLUYE ACCESORIOS	27/08/2020	11/09/2020	14	1		2,825,000			
68. TUBERIA PVC 1 1/2"	11/09/2020	2/10/2020	15	1		1,543,400			
69. TUBERIA PVC 1"	11/09/2020	22/09/2020	10	1		487,200			
70. MANUVA DE CIERRE RAPIDO DE 1 1/2"	3/10/2020	8/10/2020	5	1		783,200			
71. TUBERIA CPVC 1 1/2"	14/08/2020	22/09/2020	8	1		464,000			
72. INSTALACION DE MEDIDOR DE AGUA ACOMETIDA	8/10/2020	10/10/2020	3	1		720,000			
73. PUNTO HORRACUCO AGUA CALIENTE	11/09/2020	14/09/2020	1	1		371,500			
74. INSTALACIONES ELECTRICAS	20/05/2020	20/05/2020	20	7					
75. MANTAS ELECTRICAS INCLUYE TUBOS Y PUNTO DE	11/09/2020	11/09/2020	16	1		4,969,000			\$ 4,969,000

Figura 30. Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Valor Total
14	INSTALACIONES ELECTRICAS		20	7	
15	PUNTO ELECTRICOS (INCLUYE TOMAS Y CABLEADO)		19	1	5,580.000
26	PUNTO LUMINARIAS (INCLUYE PLAFÓN, INTERRUPTOR Y CABLEADO)		16	1	6,900.000
37	TUBERIAS		3	1	300.000
38	ADICUACIÓN CONTADOR		3	1	3,000.000
39	CAJA PARA CONTADORES CON MALLA A TIERRA Y PROCESO DE CERTIFICACION PLENA CON F		10	1	7,200.000
40	TABLEROS DE BLEACHERS CON TOTALIZADORES SI AMP		3	1	1,020.000
41	CERAMICA		16	1	
42	INSTALACION DE CIELO FALSO EN PANELES YESO DE 12' - PINTURAS Y CARTERAS		16	1	5,280.260
43	INSTALACION DE ESTRUCTURA PARA TEJA FIBRO CEMENTO		7	1	6,371.975
44	OMAL EN LÁMINA (ALUMINIZADA CALBRE 22 x CUADRADO Y CODO SAIMTE		6	1	722.800
45	ENCHAPE CERAMICA		16	1	
46	ENCHAPE GENERAL PISO EN CERAMICA (INCLUYE MORTERO DE PEGA Y GUARDEACOCOA F		16	1	17,786.625
47	ENCHAPE PISO ANTEDESALANTE ANTELARON Y ANDEN (INCLUYE MORTERO DE PEGA) NO MI		11	1	1,312.500
48	ENCHAPE MUROS DE COCINA Y PASOS DE ROPA EN CERAMICA DE ALTURA SOLO PISOLEJO Y		11	1	897.500
49	ENCHAPE MUROS DE BAÑO EN CERAMICA ALTURA 2.30. NO MAYOR A 2.2000. (INCLUYE CENE		11	1	8,800.000
50	ENCHAPE PISO BAÑO ANTEDESALANTE EN CERAMICA (INCLUYE MORTERO DE PEGA) NO MI		11	1	1,862.500
71	CARPINTERIA METALICA		4	1	
72	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRO CLARO 4MM		3	1	2,400.000
73	PUERTAS CORRIDO EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRO CLARO 4MM		3	1	1,750.000
74	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRO CUARO 4MM		3	1	2,200.000
75	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRO CLARO 4MM		3	1	950.000
76	LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 1.25 X 0.40		3	1	290.000
77	PUERTAS EN CERRAJERIA COLOR BLANCO Y CHAPA DE ENTRADA PRINCIPAL YALE		3	1	3,450.000
78	MIRAFLOS METALICOS H=2.20 CALBRE 22		4	1	1,975.000
80	BARANDA DE BALCON EN ACERO INOXIDABLE		3	1	1,560.000
81	BARANDA DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE		3	1	6,640.000
82	REJAS EN PRIMER PISO A LOS COSTADOS EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA		3	1	1,330.000
83	REJA DE ACCESO PRIMER PISO EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA		3	1	470.000
84	PUERTA DE GARRAS AUTOMATICA CON MOTOR COLOR BLANCA		3	1	8,800.000
85	PROTECCION EN VENTANAS FACHADA CON TUBERIA ELIPTICA COLOR BLANCA		3	1	1,480.000
86	DIVISION DE BAÑO EN VIDRO TEMPERADO 6MM CON ACERO FANADO 1.00 X 1.00		3	1	1,250.000
87	PORCELANA SANITARIA Y PREABRACADOS		6	1	
88	COMBO SANITARIO CON INSTALACION DE ASESORIOS		6	1	1,700.000
89	LAVADERO PREABRACADO + ACCESORIOS		6	1	2,400.000
90	INSTALACION DE SANITARIO Y BAÑO		6	1	

Figura 31. Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Valor Total
71	CARPINTERIA METALICA		4	1	
72	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRO CLARO 4MM		3	1	2,400.000
73	PUERTAS CORRIDO EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRO CLARO 4MM		3	1	1,750.000
74	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRO CUARO 4MM		3	1	2,200.000
75	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRO CLARO 4MM		3	1	950.000
76	LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 1.25 X 0.40		3	1	290.000
77	PUERTAS EN CERRAJERIA COLOR BLANCO Y CHAPA DE ENTRADA PRINCIPAL YALE		3	1	3,450.000
78	MIRAFLOS METALICOS H=2.20 CALBRE 22		4	1	1,975.000
80	BARANDA DE BALCON EN ACERO INOXIDABLE		3	1	1,560.000
81	BARANDA DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE		3	1	6,640.000
82	REJAS EN PRIMER PISO A LOS COSTADOS EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA		3	1	1,330.000
83	REJA DE ACCESO PRIMER PISO EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA		3	1	470.000
84	PUERTA DE GARRAS AUTOMATICA CON MOTOR COLOR BLANCA		3	1	8,800.000
85	PROTECCION EN VENTANAS FACHADA CON TUBERIA ELIPTICA COLOR BLANCA		3	1	1,480.000
86	DIVISION DE BAÑO EN VIDRO TEMPERADO 6MM CON ACERO FANADO 1.00 X 1.00		3	1	1,250.000
87	PORCELANA SANITARIA Y PREABRACADOS		6	1	
88	COMBO SANITARIO CON INSTALACION DE ASESORIOS		6	1	1,700.000
89	LAVADERO PREABRACADO + ACCESORIOS		6	1	2,400.000
90	INSTALACION DE SANITARIO Y BAÑO		6	1	

Figura 32. Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.

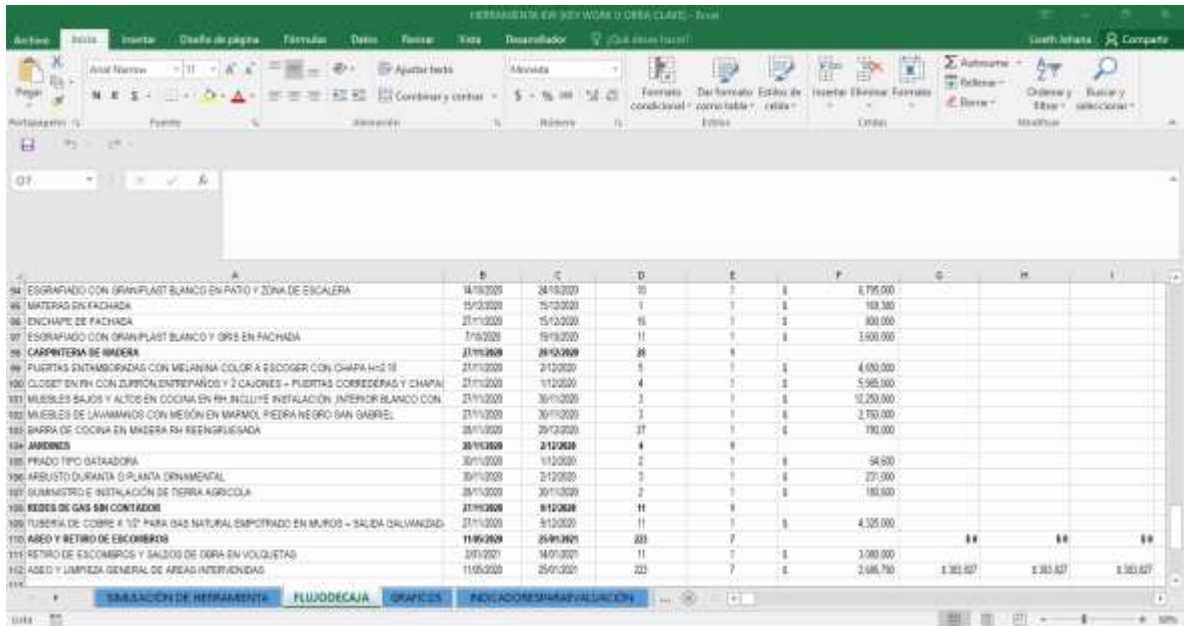
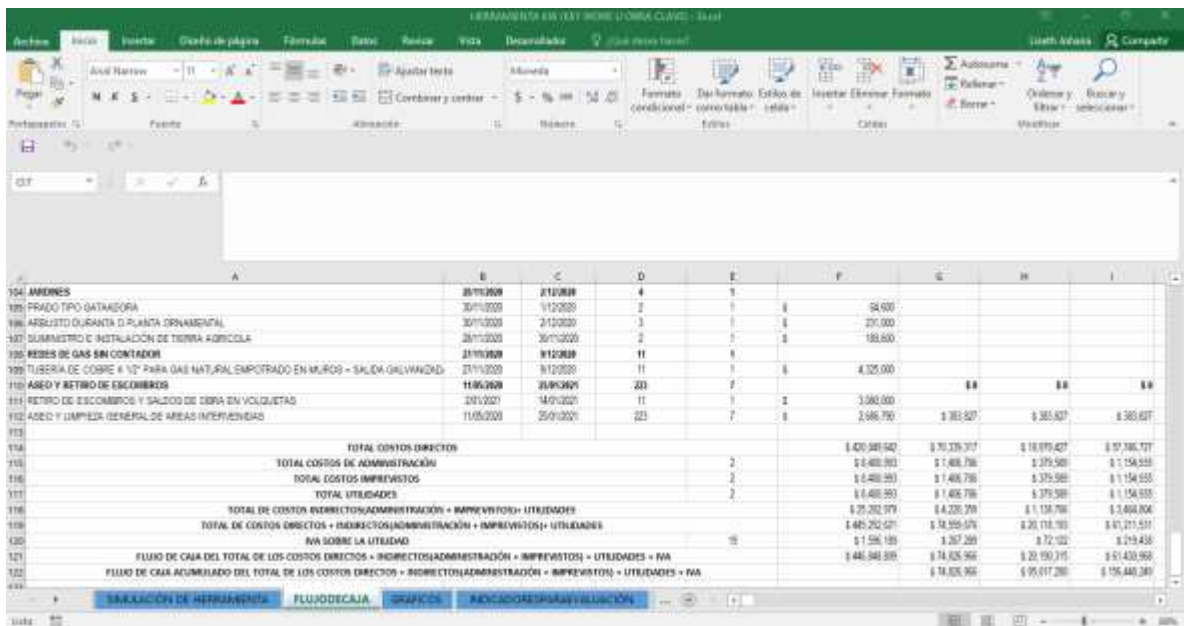
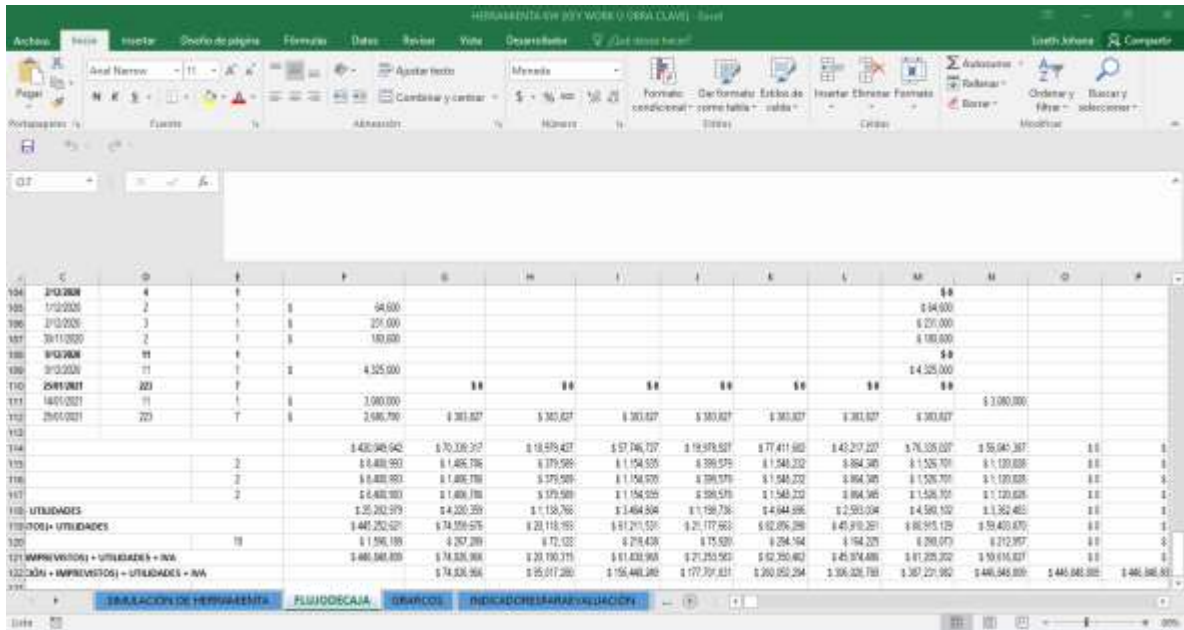


Figura 33. Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.

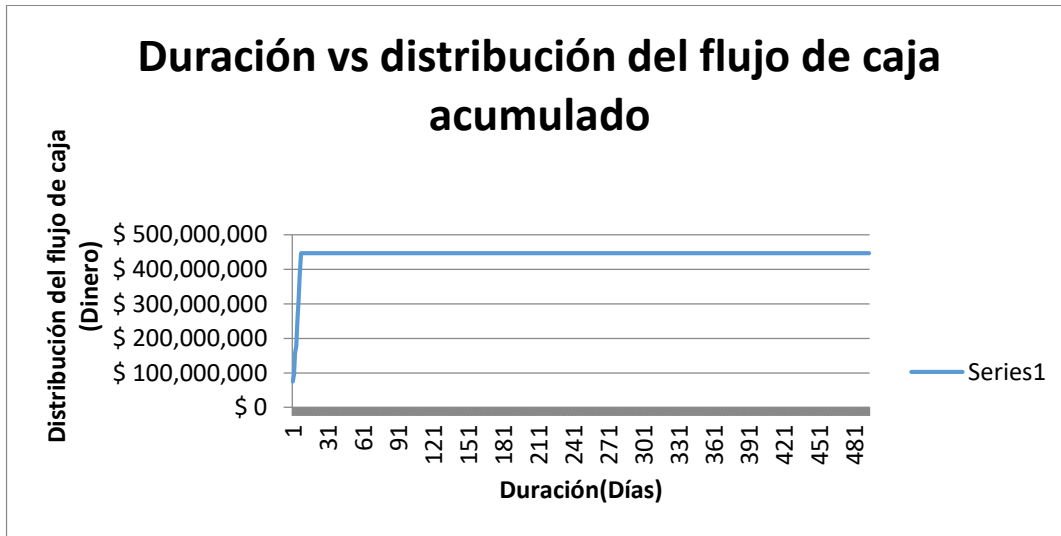


**Figura 34.** Simulación en la herramienta, del caso de estudio, Flujo de caja.



Desde la figura 26 hasta la figura 34, se puede apreciar, que se simuló con la herramienta KW, el flujo de caja para este proyecto, el cual se realizó con la información recopilada del presupuesto y cronograma del proyecto. Dónde distribuyo el dinero acorde a la fecha de inicio, fecha de finalización, valor total de la actividad. En la figura 34, se puede observar el comportamiento del cálculo de flujo, donde se observa que en para el flujo acumulado del proyecto, va desde el mes 1 hasta el mes 8, porque, desde el mes 9, en adelante el flujo ya se observa constante con el valor de \$446.848.809, lo que quiere decir, que acorde a la programación y presupuesto de obra, el proyecto termina en el mes 8.

**Figura 35.** Duración vs distribución del flujo para el proyecto.



En la figura 35, se observa el comportamiento del dinero del flujo de caja acumulado con respecto al tiempo, donde se observa que, después de los 211 días y hasta antes de los 241 días, la figura ya se vuelve constante, siendo congruente con lo que representan los datos numéricos que simula la herramienta. Y esto, permite que sea útil que la herramienta arroje la gráfica de duración vs flujo de caja acumulado, porque también ayuda a analizar visualmente el comportamiento del dinero entorno al proyecto.

### **10.7.2. Indicadores para evaluación**

Esta parte de la herramienta, consistió en realizar un análisis financiero del proyecto, donde se consideraron como variables de entrada: el tiempo de construcción, el IPC, la inversión de la construcción, el Índice de costos de construcción de vivienda (ICCV) anual, la tasa de oportunidad o rentabilidad, y la cantidad de meses que el usuario desea analizar el proyecto. Si, el proyecto arroja 0 y que no se alcanzó a recuperar en el periodo, digitalizado, el usuario, deberá ingresar un periodo mayor.

De igual manera, como variables de salida, se obtuvo el Valor presente neto (VPN), la Tasa interna de retorno (TIR), el periodo descontado, el periodo sin descontar, la relación costo/beneficio y el análisis de viabilidad del proyecto.

Como para este proyecto se contempló una duración de 8 meses de construcción, y para el sector donde se construyó el proyecto, se consideró que cada apartamento alquilado incluyendo servicios se tendrían ingresos correspondientes a (\$1.500.000.00), pesos, (incluyendo servicios agua, energía, gas, internet, televisión) y como en total son 5 apartamentos, se analizó que los ingresos del proyecto a partir del mes 9 después de iniciar el proyecto, serían un total de (\$7.500.000.00). Por otro lado, se estimó un ICCV, el cual va incluido en los costos directos que conforman el presupuesto de obra y que, se define como un instrumento estadístico que permite conocer el cambio porcentual promedio de los precios de los principales insumos requeridos para la construcción de vivienda, en un periodo de tiempo. (Dane, 2021). Además, para calcular el crecimiento de los ingresos de la construcción, se consideró el valor del IPC de Colombia, que es el índice de precios del consumidor, correspondiente a las variaciones promedio de precio de los bienes y servicios consumidos en un país, que llegan al consumidor. Pero, por temas de la pandemia, ocasionada por el COVID-19, y por la cuarentena obligatoria declarada por el presidente de la república el 23 de Marzo del 2020, el país, presentó un IPC histórico muy bajo de 1.61% E.A. En comparación con el del año 2019, que fue de 3.8% E.A. Por esta razón, se decidió usar un IPC del 3.5% E.A. (Portafolio, 2020).

También para el uso de la tasa de rentabilidad se utilizó un valor de 1.5% E.M, que es un valor similar a un CDT, que en Colombia oscila entre el 1 y 6% E.M, dependiendo de la economía del país, la tasa de referencia del banco de la República, las políticas de la entidad financiera, el monto y/o plazo. (Misfinanzas personales, 2021).

Así mismo, se usó el VPN, para realizar la evaluación del proyecto, considerando los flujos para los fondos del proyecto, con ayuda de la tasa de rentabilidad, para que el inversionista, determine si hay riesgos en la construcción del proyecto o si debe realizar un ajuste que reduzca el riesgo de la inversión. Igualmente, se tuvo en cuenta la TIR, para determinar la rentabilidad del proyecto, y poder analizar la situación financiera y proyecciones de la inversión que se realizó.

En ese mismo contexto, se examinó el periodo descontado, que hizo referencia en cuanto tiempo se recuperó el total de la inversión del proyecto, para este caso en meses. De igual manera, se tuvo en cuenta el periodo de recuperación descontado, que determino el tiempo, en el que la inversión se demoró en recuperar el desembolso inicial para el proyecto. Finalmente, se analizó la relación costo beneficio, para indicar la viabilidad del proyecto, contemplando los costos y beneficios del proyecto, dónde, cabe recalcar que si el proyecto dio mayor o igual a 1, el proyecto es viable; mientras que, si el proyecto es igual a 0, no es viable pero puede ajustarse y si, da menor o igual a -1, el proyecto no es viable, entonces se recomienda evaluarlo nuevamente o en caso contrario descartarlo, porque no trae beneficios positivos en su evaluación y sus costos pueden considerarse riesgosos. O se puede realizar, pero su riesgo de inversión puede ser alto, poco rentable y su tiempo de recuperación de inversión puede ser muy tardío. Para el caso de estudio, se obtuvo la siguiente información, arrojados gracias a los datos de entrada mencionados anteriormente. Finalmente, para la parte de evaluación financiera, un indicador de que el proyecto es rentable, es el analizar que la tasa interna de retorno que arroja la herramienta, es mayor que la tasa de oportunidad o rentabilidad que digita el usuario.

**Figura 36.** Indicadores para evaluación del caso de estudio

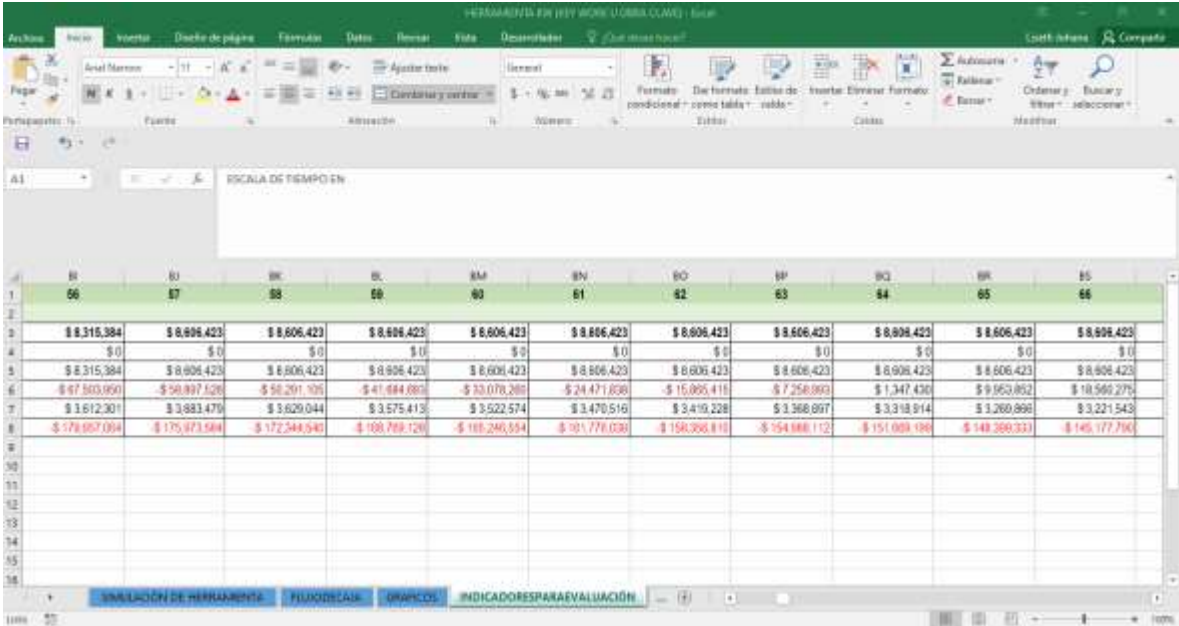
ESCALA DE TIEMPO EN				MES		
SELECCIONE AQUÍ LA ESCALA DE TIEMPO A ANALIZAR				1	2	3
INGRESOS						
COSTOS				\$ 74,826,990	\$ 20,190,315	\$ 81,430,905
FLUJO DE CAJA (INGRESOS - COSTOS)				-\$ 74,826,990	-\$ 20,190,315	-\$ 81,430,905
FLUJO DE CAJA ACUMULADO DE LOS INGRESOS - LOS COSTOS				-\$ 74,826,990	-\$ 95,017,285	-\$ 156,448,240
VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE CAJA				-\$ 73,721,148	-\$ 10,597,986	-\$ 58,747,471
ACUMULADO DEL VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE CAJA				-\$ 73,721,148	-\$ 83,319,114	-\$ 182,066,059
TASA	1.50%	EFFECTIVA MENSUAL				
VPN	\$ 83,718,521.48					
TR	1.58%					
PERIODO DE RECUPERACION	.04					
PERIODO DE RECUPERACION DESCONTADO	131		SE RECUPERAN EN EL MES MOSTRADO			
INDICE DE RENTABILIDAD B/C	5.45		<b>VIABLE</b>			

De la figura 36, se puede inferir, que la duración de la construcción del proyecto fue de 8 meses, que a partir del mes 9, se ve el ingreso de los \$7.500.000.00, que los costos de

construcción del proyecto van del mes 1 al mes 8. En la fila de flujo de caja de ingresos menos costos, son negativos hasta el mes 8, para el caso del VPN del flujo de caja, se hace positivos desde el mes 9. Por otro lado, el VPN, es positivo, indicando que no hay riesgos para la inversión, que la TIR es 1.58% mayor que la tasa de rentabilidad que es 1.5%, demostrando que el proyecto es rentable. Por otro lado, el periodo de recuperación se presenta en el mes 64, donde se presentó la recuperación de la inversión del proyecto, donde pasa el flujo de caja acumulado de los ingresos menos los costos de negativo a positivo y en el mes 131, se presentó la recuperación de la inversión inicial, que es donde el acumulado del valor presente del flujo de caja, pasa de negativo a positivo.

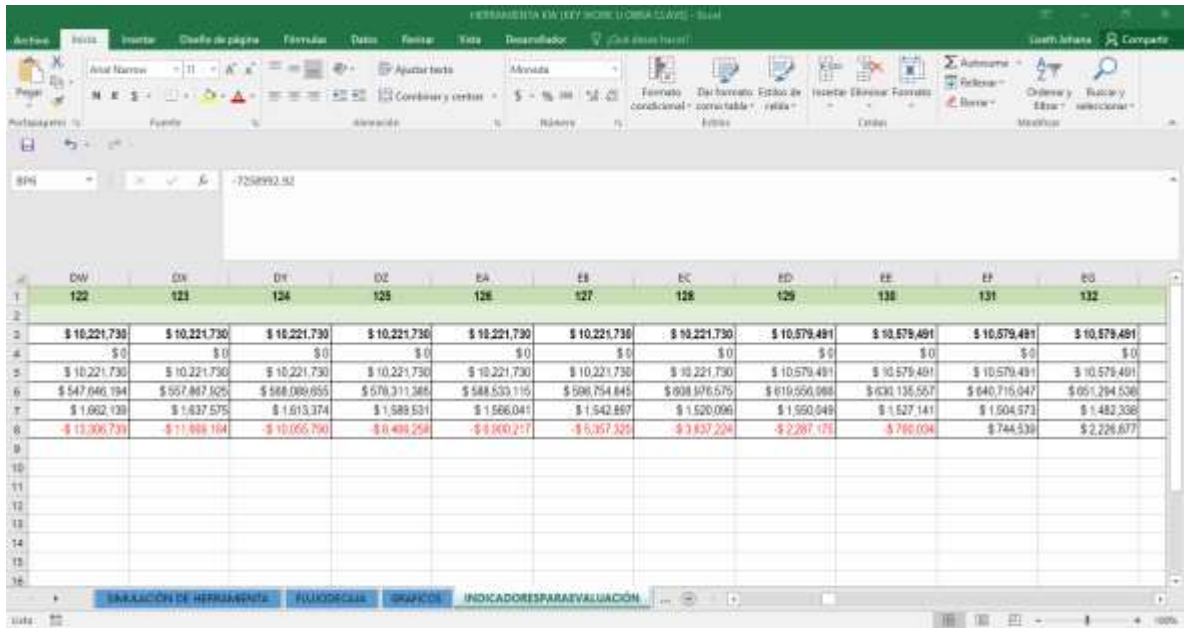
Finalmente, también se observó que el proyecto fue viable, con un índice de rentabilidad de costo/beneficio del, 5.45, indicando que el proyecto cumplió con su finalidad de salir adelante, y que también cumplió con los aspectos económicos adecuados para su ejecución.

**Figura 37.**Periodo de recuperación del proyecto en el mes 64, para el caso de estudio.



En la figura 37, se observó que la herramienta arrojó adecuadamente, el periodo de recuperación en el mes 64, donde el valor, del flujo de caja acumulado de los ingresos menos los costos, pasó de negativo a positivo.

**Figura 38.** Periodo de recuperación descontado en el mes 131, para el caso de estudio.



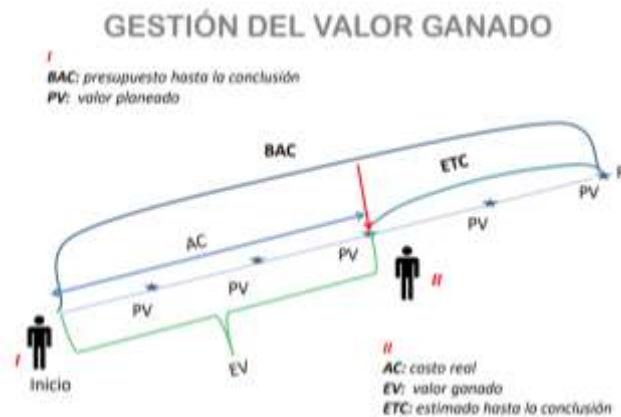
En la figura 38, se observó que la herramienta arrojo adecuadamente, el periodo de recuperación descontado, en el mes 131, donde el valor acumulado del valor presente del flujo de caja, paso de negativo a positivo.

### 10.7.3. Indicadores del valor ganado

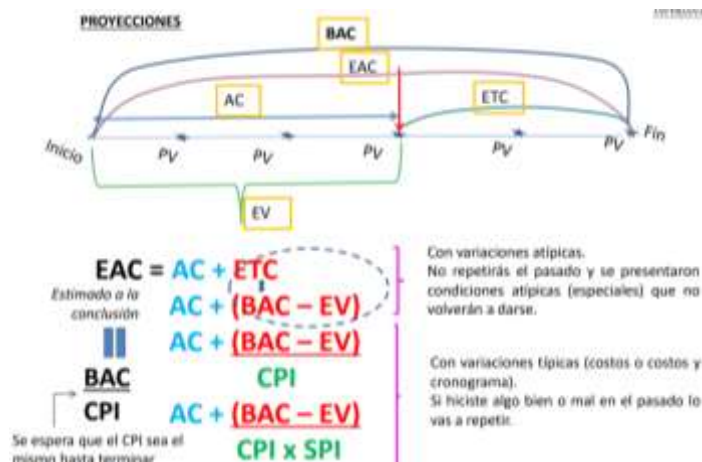
Como se observó en la parte 7.1.1, de este documento y se argumenta en la tabla 4, que habla acerca de la definición de las alternativas que se obtuvieron con la matriz de selección AHP. Con la cual indicó que, los tres criterios más importantes para considerar a la hora de planear, evaluar y gestionar un proyecto de construcción, considerando la metodología del PMI, son el alcance, el cronograma del proyecto y los costos. Pero en este caso, se implementó, dentro la herramienta, una opción que analice el cálculo de variaciones, cálculo de índices de desempeño, cálculo de proyecciones e indica de proyección, contemplando los

indicadores más importantes de evaluación del cronograma y de los costos, que hacen parte de las variables de salida. Donde se logra observar que, son de gran ayuda para analizar, el estado del proyecto, acorde a indicadores. dentro de los cuales se tienen el valor planeado, el valor ganado, porcentaje de avance para el cálculo del valor ganado, costo real del proyecto, variación del cronograma, variación del costo, índice de desempeño del cronograma (SPI), índice de desempeño del costo (CPI), índice costo/cronograma, presupuesto al terminar (BAC), estimación del costo total del proyecto (EAC), estimación del costo para terminar (ETC), variaciones a la terminación (VAC), índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI).

**Figura 39.** Indicadores del valor ganado. (Guía del PMBOK, 2017).



**Figura 40.** Indicadores del valor ganado, para el caso de estudio. (Guía del PMBOK, 2017).



**Figura 41.** Indicadores del valor ganado, para el caso de estudio.

Division del valor ganado (EVM)			ESTADO DEL PROYECTO
Calculo de variaciones	Valor planificado (PV)	\$ 446.048.809	
	Valor ganado (EV)	\$ 424.506.369	
	% DE AVANCE PARA EV	95%	
	Costo real (AC)	\$ 256.000.000	
	Varacion del cronograma (SV)	\$ 22.542.441,48	
	Varacion del costo (CV)	\$ 189.006.368,70	
Calculo de indices de desempeño	Indice de desempeño del cronograma (SPI)	0,95	
	Indice de desempeño del costo (CPI)	1,58	
	Indice costo/cronograma	1,58	
Calculo de proyecciones	Presupuesto al terminar (BAC)	\$ 446.048.809,16	<p><b>El costo es mayor a lo planeado:</b>                      Más fácil de completar</p>
	Estimación del costo total del proyecto (EAC)	\$ 206.421.053	
	Estimación del costo para terminar (ETC)	\$ 23.518.368	
	Varaciones a la terminación (VAC)	\$ 119.427.757	
Indice proyectado	Indice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)	0,52	

En este caso para el valor planificado (PV), la herramienta trae el valor que se obtuvo en la hoja de FLUJO DE CAJA, que tiene como valor la suma de \$446.848.809 millones, correspondiente a la ejecución total del proyecto.

Por otro lado, se tiene el valor ganado (EV), que en este caso es igual a \$424.506.369 millones y hace referencia a lo que económicamente está realizado hasta la fecha del proyecto. También, se estimó un porcentaje de avance del 95% para el valor ganado, para ver el estado del proyecto, y es por eso, que se habla de \$424.506.369 millones.

Además, se le dio un valor al costo real (AC), de \$424.000.000 millones de pesos, y acorde a los valores digitalizados se logra hacer el siguiente análisis para el proyecto. Según la variación del cronograma (SV), que relaciona, la diferencia entre el valor ganado (EV), menos el valor planificado (PV), se infiere que el proyecto se encuentra atrasado.

Según la variación del costo (CV), en el momento que se hizo un análisis con la herramienta, para el proyecto se había gastado menos de lo presupuestado. De igual manera, con el índice de desempeño del cronograma (SPI), se logra inferir que, el rendimiento del cronograma está menor que lo planeado. Para el índice de desempeño del cronograma (CPI), se tiene que, el rendimiento para el costo es, mayor que lo planeado. Mientras que, el índice costo/cronograma se encuentra ok.

Finalmente, se tiene que, para las variaciones a la terminación (VAC), que el costo mayor que lo planeado, y, para terminar, el índice de desempeño del trabajo para completar (TCPI), el proyecto está más fácil para completar.

### 10.7.4. Flujo de caja semanal

Esta parte de la herramienta, consistió en realizar un análisis de la distribución de dinero semanal y quincenal para el proyecto, para tener un seguimiento detallado de cómo se invierte el dinero para los costos directos a medida que avanza el proyecto y a su vez un acumulado para ver los pagos de dinero quincenal.

Figura 42. Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.

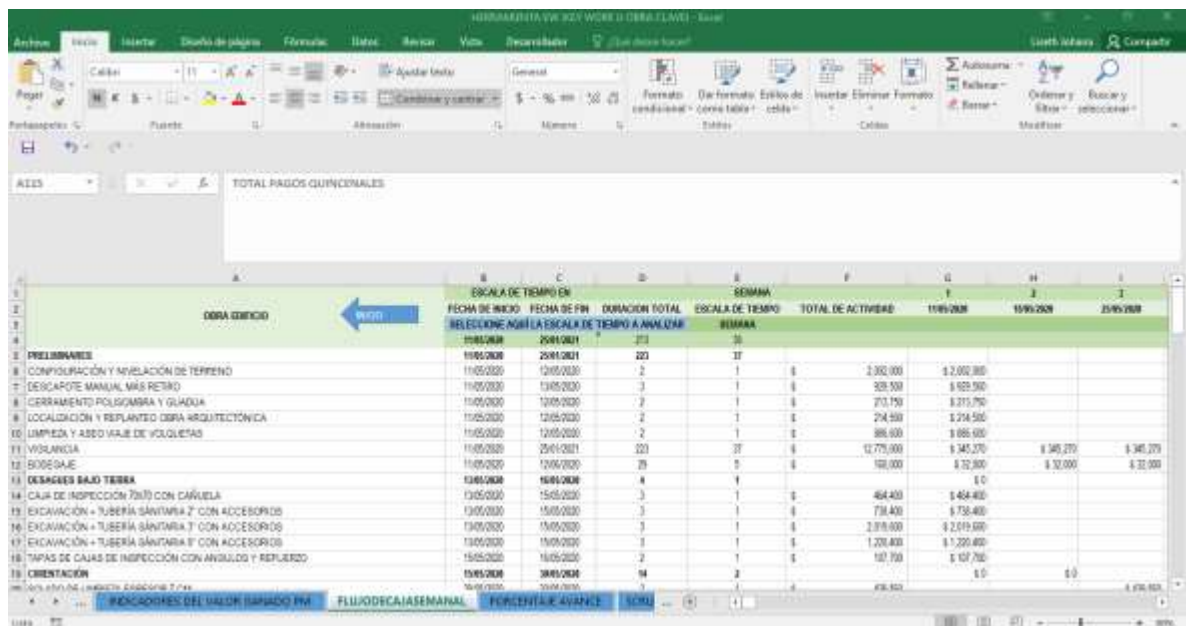


Figura 43. Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.

	B	C	D	E	F	G	H	I
16 - CIMENTACIÓN	1585.000	2000.000						
20 - SOLADO DE LIMPICIA ESPESOR 7 CM	2005.000	2005.000	1	1	1	-426.500		\$426.500
21 - ZAPATA 22 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI UNDLIVE FORMALETA	1500.000	1600.000	2	1	0	411.200	\$411.200	
22 - ZAPATA 22 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI UNDLIVE FORMALETA	1500.000	1600.000	4	1	0	1.172.600	\$1.172.600	
23 - ZAPATA 22 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI UNDLIVE FORMALETA	1500.000	2000.000	1	1	0	1.000.200	\$1.000.200	
24 - PEDESTAL DE CONCRETO 3000 PSI	2005.000	2005.000	8	1	1	2.396.000		\$2.396.000
25 - VIGA CEMENTO H=48 CM	2005.000	2005.000	1	1	0	12.915.000		\$12.915.000
26 - ACERO DE REFUERZO FLEADO #6 300 PSI	1500.000	2700.000	11	2	0	-5.720.000	\$1.360.000	\$1.360.000
27 - ESTRUCTURA	1200.000	1011.000	102	36			0.0	0.0
28 - ACERO DE REFUERZO FLEADO #6 300 PSI	1205.000	1.007.000	41	7	1	10.000.200	\$2.948.457	\$2.948.457
29 - COLUMNA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	1071.000	2407.000	21	4	1	16.770.600		
30 - VIGA LOSA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	400.000	1.000.000	30	0	0	11.378.900		
31 - VIGA BORDE EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	3007.000	2700.000	30	0	0	1.014.000		
32 - VIGA DENTE EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	2200.000	2470.000	25	5	1	1.056.000		
33 - SOBREPISO - BRILIA ELECTRODOLADA	700.000	2200.000	14	2	1	3.535.000		
34 - LOSA SOBREPISO EN CONCRETO REFORZADO + PERLINES METÁLICOS + BLOQUELÓN #1 X 23 #	2500.000	1111.000	41	7	0	28.550.000		
35 - ESCALERA EN CONCRETO + ENCHAPE	400.000	1.000.000	30	0	0	5.704.000		
36 - BAMBOSTERA	2000.000	2200.000	52	0				
37 - MURO EN LAZULLO FAROL LISO 4"x12CM	2007.000	7.000.000	36	7	1	30.940.500		
38 - MURDO EN LAZULLO FAROL LISO 4"x12CM	700.000	1.000.000	1	1	1	5.241.000		
INDICADORES DEL VALOR DAMAÑO FM FLUJOCAJASEMANAL PORCENTAJE SUPERFICIE 5000								

Figura 44. Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.

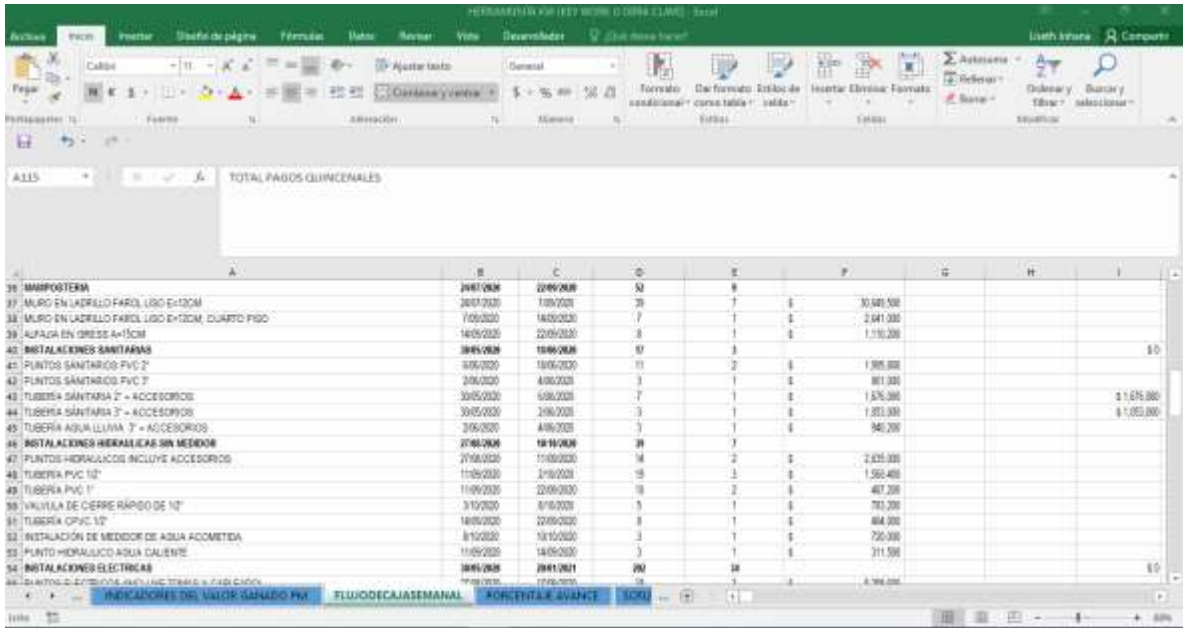


Figura 45. Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.

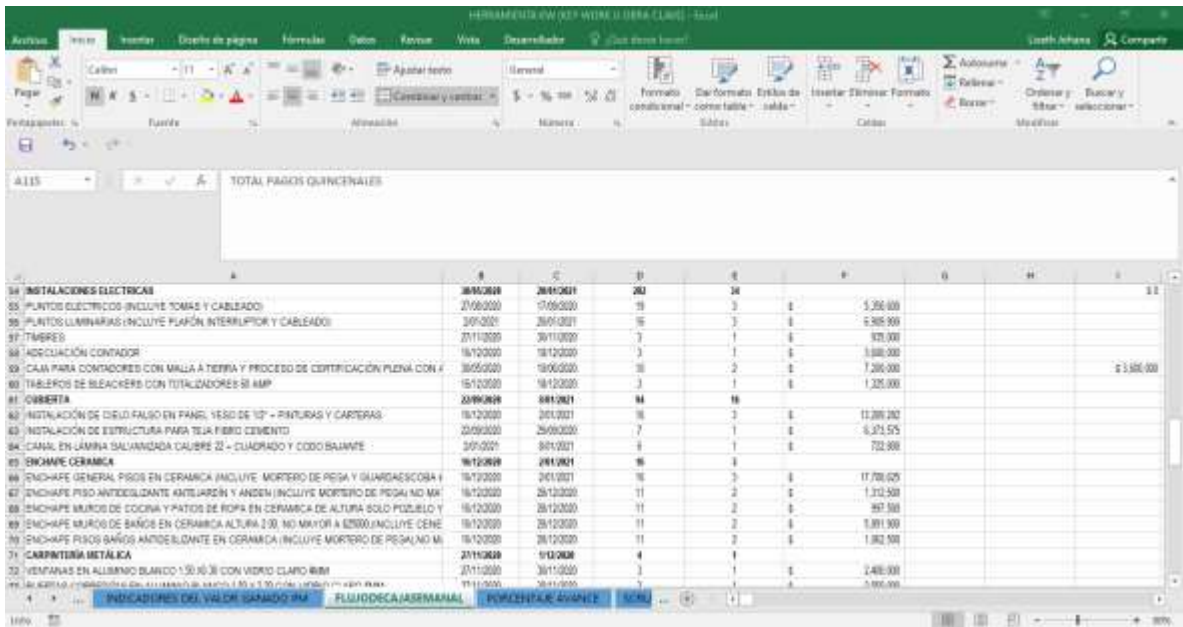


Figura 46. Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.

HERMANDITA S.W. (X)F WORE U OTRA CLAVE - local

Archivos Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Referencia Vista Desarrollo Herramientas de desarrollo

Inicio

PUERTAS EN CERRAJERIA COLOR BLANCO Y CHARPA DE ENTRADA PRINCIPAL YALE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
71 CARPINTERIA METALICA		2110200	0102000	4					
72 VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X0.30 CON VIDRIO CLARO 6MM		20110000	30110000	3	1	1	1	1	2.400,00
73 PUERTAS CORREDIZAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 2.00 CON VIDRIO CLARO 6MM		20110000	30110000	3					2.500,00
74 VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRIO CLARO 6MM		20110000	30110000	3	1	1	1	1	1.700,00
75 VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 2.00 X 1.30 CON VIDRIO CLARO 6MM		20110000	30110000	3	1	1	1	1	2.200,00
76 LUCETA EN ALUMINIO BLANCO (8.00X4)		20110000	30110000	3	1	1	1	1	900,00
77 LUCETA EN ALUMINIO BLANCO (1.25 X0.40)		20110000	30110000	3	1	1	1	1	290,00
78 PUERTAS EN CERRAJERIA COLOR BLANCO Y CHARPA DE ENTRADA PRINCIPAL YALE		20110000	30110000	3	1	1	1	1	5.400,00
79 MARCOS METALICOS H=2.00 CALIBRE 22		20110000	11102000	4	1	1	1	1	1.575,00
80 BARRANDA DE BALCON EN ACERO INOXIDABLE		20110000	30110000	3	1	1	1	1	1.500,00
81 BARRANDA DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE		20110000	30110000	3	1	1	1	1	1.540,00
82 REJAS EN PRIMER PISO A LOS COSTADOS EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA		20110000	30110000	3	1	1	1	1	1.500,00
83 REJAS DE ACCESO PRIMER PISO EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA		20110000	30110000	3	1	1	1	1	1.500,00
84 PUERPA DE DAPABE AUTOMATICA CON MOTOR COLOR BLANCA		20110000	30110000	3	1	1	1	1	1.800,00
85 REPLICACION EN VENTANAS FACHADA CON TUBERIA ELIPTICA COLOR BLANCA		20110000	30110000	3	1	1	1	1	1.400,00
86 DIVISION DE BAÑOS EN VIDRIO TEMPLADO 6MM CON ACERO TAMBIEN 1.30 X 2.00		20110000	30110000	4	1	1	1	1	3.250,00
87 POCCELANA SANITARIA Y PREFABRICADOS		10100000	10100000	4	1	1	1	1	
88 COBRO SANITARIO CON INSTALACION DE ACCESORIOS		10100000	10100000	4	1	1	1	1	1.700,00
89 LAVADERO PREFABRICADO + ACCESORIOS		10100000	10100000	4	1	1	1	1	2.400,00
90 COTIZACION AFANATA A INSTALAR		11001000	10100000	4	1	1	1	1	

INDICADORES DEL VALOR GANADO PM FLUJODECAJASEMANAL PORCENTAJE AVANCE SGM

Figura 47. Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.

HERMANDITA S.W. (X)F WORE U OTRA CLAVE - local

Archivos Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Referencia Vista Desarrollo Herramientas de desarrollo

Inicio

PUERTAS EN CERRAJERIA COLOR BLANCO Y CHARPA DE ENTRADA PRINCIPAL YALE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
99 ESTUCCO ACABADOS Y PINTERA		20102000	10102000	73					
91 ESTUCCO + PINTURA VINILO BLANCO UNITEK 3 MINOS EN MURO		20102000	21110000	30	4	1	1	1	30.110,400
92 PEPELLO EN MURO		22002000	14102000	20	3	1	1	1	27.270,200
93 PEPELLO FACHADA		22002000	71002000	14	2	1	1	1	2.300,000
94 ESGRAPADO CON GRANIPLAST BLANCO EN PATIO Y ZONA DE ESCALERA		10102000	20102000	10	2	1	1	1	6.700,000
95 MATERAS EN FACHADA		10102000	10102000	1	1	1	1	1	100,300
96 ENCHAPE DE FACHADA		21110000	10102000	16	3	1	1	1	800,000
97 ESGRAPADO CON GRANIPLAST BLANCO Y BRIS EN FACHADA		71002000	10102000	11	2	1	1	1	1.600,000
98 CARPINTERIA DE MADERA		21110000	20102000	20	4	1	1	1	
99 PUERTAS ENTAMBOREADAS CON MELANINA COLOR A ESCOGER CON CHARPA H=2.00		21110000	21020000	5	1	1	1	1	4.000,000
100 CLOSET EN RH CON ZURRON ENTREPAISOS Y 2 CAJONES + PUERTAS CORREDIZAS Y CHARPA		21110000	11020000	4	1	1	1	1	5.500,000
101 MUEBLES BAJO Y ALTO EN COCINA EN RH INCLUIE INSTALACION INTERIOR BLANCO CON		21110000	30110000	3	1	1	1	1	12.250,000
102 MUEBLES DE LAVAMANOS CON MESON EN MARMOL PEDRA NEGRO SAN GABRIEL		21110000	30110000	3	1	1	1	1	2.700,000
103 BARRA DE COCINA EN MADERA RH REINGRESADA		20110000	20102000	27	4	1	1	1	780,000
104 PASADIZO		20110000	21020000	4	1	1	1	1	54,000
105 PASADIZO DURANTE O PLANTA ORNAMENTAL		20110000	21020000	2	1	1	1	1	27,000
106 SUBMINISTRO E INSTALACION DE TIERRA AGRICOLA		20110000	30110000	2	1	1	1	1	180,000
107 REDES DE GAS SIN CONTADOR		21110000	01020000	10	2	1	1	1	
108 REDES DE GAS CON CONTADOR		21110000	01020000	10	2	1	1	1	2.700,000

INDICADORES DEL VALOR GANADO PM FLUJODECAJASEMANAL PORCENTAJE AVANCE SGM

Figura 48. Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.

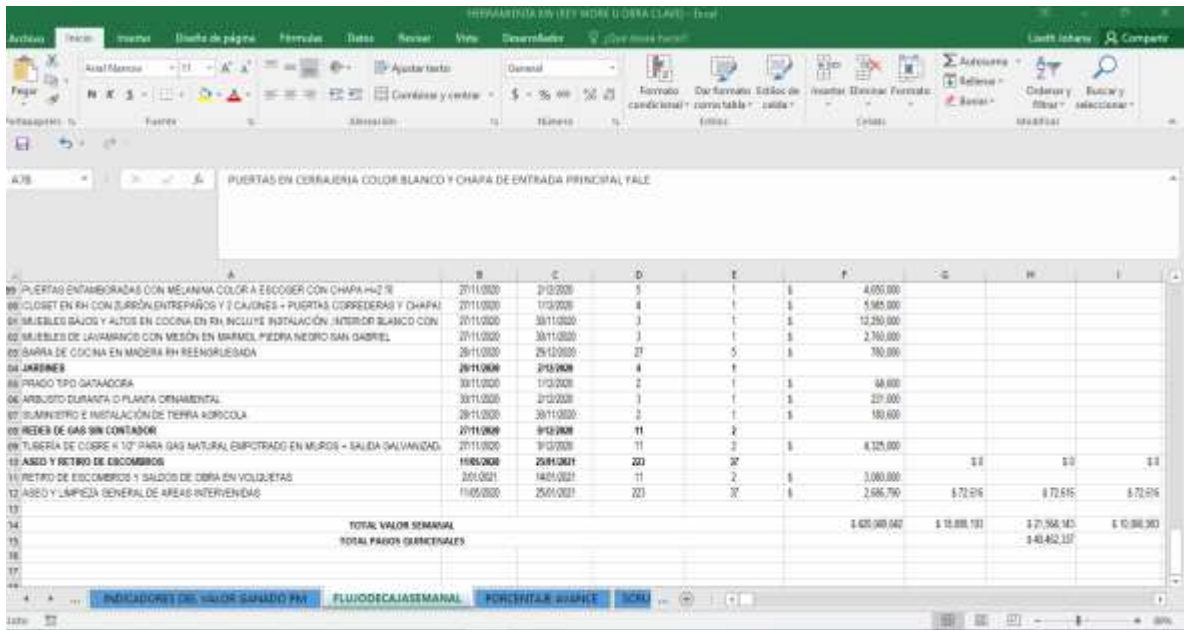
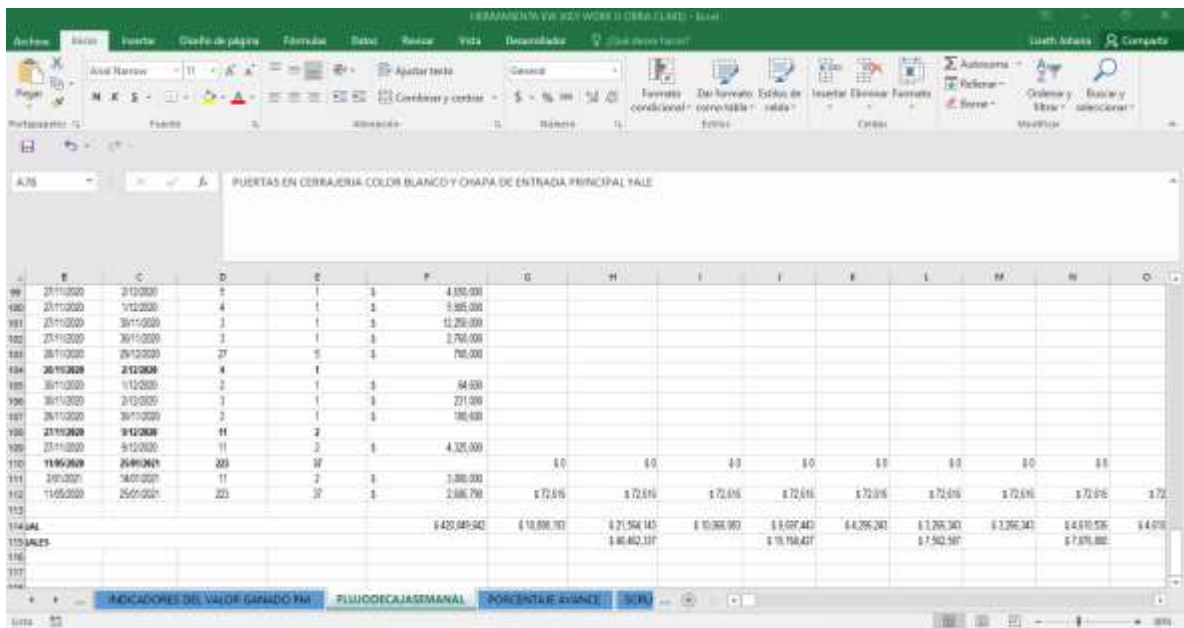


Figura 49. Flujo de caja semanal, para el caso de estudio.



### 10.7.5. Porcentaje de avance

El análisis del porcentaje de avance y retraso en un proyecto, ayuda a interpretar en términos de tiempo el comportamiento económico de la ejecución del proyecto, porque los retrasos traen como consecuencia sobrecostos, porque al retrasarse con la ejecución de una actividad para poder completarla tocará invertir en más recursos sea de mano de obra, de equipos y/o herramientas. Esta parte de la herramienta KW, se complementa con la información obtenida con la programación y cronograma de obra, porque, la herramienta automáticamente pone la fecha de inicio y de fin de cada una de las actividades, pero como variable de entrada, el usuario deberá ingresar la fecha real de realización de la actividad, también con ayuda del ingreso de la fecha real de realización de la actividad, el usuario obtiene como variable de salida, el cálculo del porcentaje de atraso y de avance. Además, se da una tabla de clasificación del posible motivo de atraso, la cual se muestra a continuación:

**Figura 50.** Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.

ACTIVIDAD	FECHA REAL DE INICIO	FECHA REAL DE FIN	FECHA REAL DE FINALIZACIÓN	PORCENTAJE DE ATRASO	PORCENTAJE DE AVANCE	MOTIVO ATRASO
1. PRELIMINARES	18/05/2020	25/05/2021	25/05/2021	0.0%	100.0%	NO APLICA
2. CONFIGURACION Y NIVELACIONES TERRENO	18/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	10.0%	99.99%	CRONOGRAMA DEL PROYECTO
3. DESCARTE MANUAL MÁS RETIRO	18/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
4. CERRAMIENTO POLICOMBRAY GUADUA	18/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
5. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO OBRA ANILINDIA RECTOMCA	18/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
6. LIMPIEZA Y ASADO VASE DE VOLQUETAS	18/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	10.0%	90.0%	CRONOGRAMA DEL PROYECTO
7. VIGILANCIA	18/05/2020	25/05/2021	25/05/2021	0.0%	100.0%	NO APLICA
8. BODEGAS	18/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	100.0%	100.0%	RISGOS
9. DEMARCACION MARCA TERRENA	18/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
10. CASA DE INSPECCION TENTE CON CABLEJA	18/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
11. EXCAVACION + TUBERIA SANITARIA 2" CON ACCESORIOS	10/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	-10.0%	90.0%	NO APLICA
12. EXCAVACION + TUBERIA SANITARIA 2" CON ACCESORIOS	10/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	-10.0%	90.0%	NO APLICA
13. SIFON DE CASAS DE INSPECCION CON ANGULOS Y REFUERZO	10/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
14. LIMPIONERIA	10/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
15. SOLADO DE LIMPIEZA ESPESOR 10CM	25/05/2020	30/05/2020	30/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
16. ZAPATA 21 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI BELLAVE FORMALETA	10/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
17. ZAPATA 22 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI BELLAVE FORMALETA	10/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
18. ZAPATA 23 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI BELLAVE FORMALETA	10/05/2020	20/05/2020	20/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA
19. PANTALLA 23 EN CONCRETO REFORZADO	10/05/2020	10/05/2020	10/05/2020	0.0%	100.0%	NO APLICA

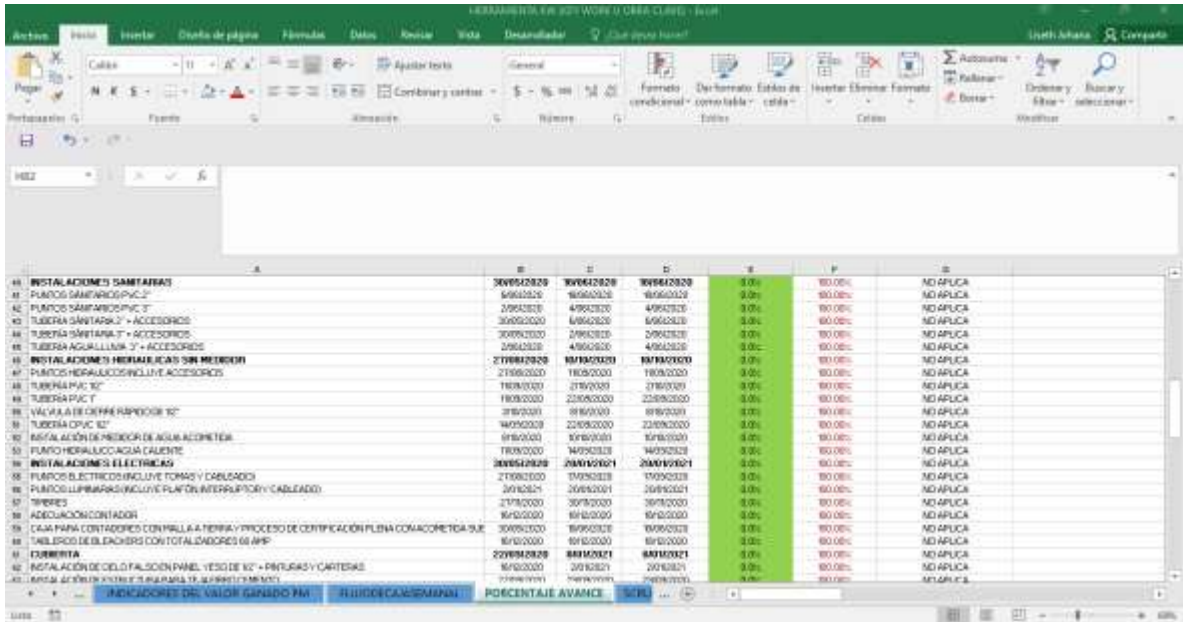
De esta figura, se infiere que se encuentran 3 actividades atrasadas, porque no se realizaron en la fecha planeada, Dos de ellas, por motivos de atraso en el cronograma y una por riesgos, ocasionando, porcentajes de avance y de atraso negativos. Por otro lado, se observa que, tres actividades se realizaron antes de las fechas planeadas, generando en el proyecto, avance positivo y atraso negativo.

**Figura 51.** Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.

Actividad	Inicio Planeado	Fin Planeado	Inicio Real	Fin Real	Porcentaje Avance	Porcentaje Atraso	Observaciones
01. CIMENTACION	15/05/2020	30/05/2020	30/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
02. SOLADO DE LIMPIZA ESPESOR 7 CM	15/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
03. CAPATACION CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUIVE FORMALETA	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
04. CAPATACION CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUIVE FORMALETA	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
05. FANSTALACION CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUIVE FORMALETA	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
06. FANSTALACION CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
07. VIGAS EN Y=10H=45 CM	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
08. ACEROS DE REFUERZO PLANEO 80.000 PSI	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		27.3%	80.73%	ADQUISICIONES
09. ESTRUCTURA	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
10. ACEROS DE REFUERZO PLANEO 80.000 PSI	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
11. COLUMNA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
12. VIGAS EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
13. VIGAS EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
14. VIGAS EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
15. LOSA SOBRESOBRE CONCRETO REFORZADO + PERFILES METALICOS + BLOQUE LON 80 X 23 INCLUIVE LOSA	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
16. ESQUELETO EN CONCRETO + ENCHAPE	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
17. MAMPUESTERIA	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
18. PURO EN LAZARILLO ANCHO 1.50 X 1.50 CM	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
19. PURO EN LAZARILLO ANCHO 1.50 X 1.50 CM CUARTO PISO	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
20. ALFAR EN GRESO 4-10 CM	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
21. INSTALACIONES SANITARIAS	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
22. PUNTO SANITARIO POC 2"	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA
23. PUNTO SANITARIO POC 2"	16/05/2020	16/05/2020	16/05/2020		0.0%	100.0%	NO APLICA

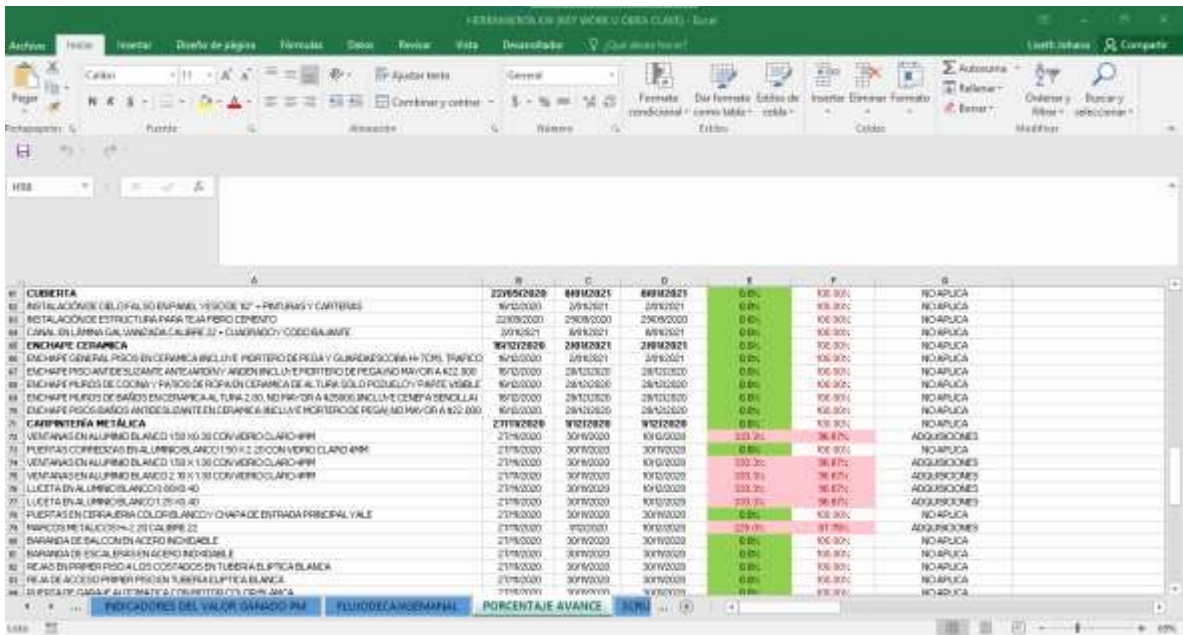
Adicional a ello, de esta figura, se infiere que se encuentra 1 actividad atrasada, porque no se realizó en la fecha planeada, y el motivo de su atraso fue por adquisiciones, ocasionando, porcentaje de avance y de atraso negativo.

**Figura 52.** Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.



Así mismo, se observa en la anterior figura, donde se infiere que no se presentan retrasos.

**Figura 53.** Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.



De esta figura, se infiere que se encuentran 6 actividades atrasadas, porque no se realizaron en la fecha planeada, todas ellas, por motivos de atraso en las adquisiciones, ocasionando, porcentajes de avance y de atraso negativos.

**Figura 54.** Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.

ID	DESCRIPCIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	PROGRESO (%)	ESTADO
24	PUERTA DE GARAJE AUTOMÁTICA CON MOTOR COLOR BLANCA	27/09/2020	30/09/2020	0.0%	NO APLICA
25	PROTECCIÓN DE VENTANAS Y FACHADA CON TUBERÍA ELÍPTICA COLOR BLANCA	27/09/2020	30/09/2020	0.0%	NO APLICA
26	PROTECCIÓN DE BARCOS EN VENTAS TIPO AUTO PPR CON ACABADO TAPADO 120 X 2.00	27/09/2020	30/09/2020	0.0%	NO APLICA
27	PORCELANA SANITARIA Y PLET ADICIONADOS	01/10/2020	01/10/2020	0.0%	ADQUISICIONES
28	CONCRETO MANTARDO CON INSTALACIONES ACCESORIOS	01/10/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
29	LAVADERO PLET ADICADO + ACCESORIOS	01/10/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
30	INSTALACIONES ADICIONADAS Y PINTURA	01/10/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
31	ESTUCO + REPURO UNFO BLANCO VATEX Y FRANS EMPURD	24/09/2020	27/09/2020	0.0%	NO APLICA
32	REPELLO EN PARED	23/09/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
33	REPELLO PACHADA	23/09/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
34	ESGRAFADO CON GRAMPLAST BLANCO EN PATIO Y ZONA DE ESCALERA	01/10/2020	24/09/2020	0.0%	NO APLICA
35	MATERIAS EN FACHADA	01/10/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
36	ENCUADRE DE FACHADA	27/09/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
37	ESGRAFADO CON GRAMPLAST BLANCO Y OBRAS EN FACHADA	01/10/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
38	CAJUPINTERIA DE MADERA	27/09/2020	27/09/2020	0.0%	NO APLICA
39	PUERTAS ENFERMO DURASO CON REPLANEA COLOR A ESCOBER CON CHAPA DE TE	27/09/2020	27/09/2020	0.0%	NO APLICA
40	CLOSET ENFERMO DURASO CON REPLANEA Y CAJONES - PUERTAS CORREDIZAS Y CHAPAS, INCLuye BKS	27/09/2020	01/10/2020	0.0%	NO APLICA
41	REBAJOS EN PARED Y ALTO EN ESCOBER EN REJILLA EN INSTALACION INTERIOR BLANCO CON MISION EN MARR	27/09/2020	30/09/2020	0.0%	NO APLICA
42	MUEBLES DEL LAVANDERO CON PESOS EN MARRCEL, PIEDRA NEGRO SAN GABRIEL	27/09/2020	30/09/2020	0.0%	NO APLICA
43	MARRCEL CON REBAJOS EN MARRCEL EN REJILLA EN PARED	27/09/2020	27/09/2020	0.0%	NO APLICA
44	ADQUISICIONES	27/09/2020	27/09/2020	0.0%	NO APLICA
45	FRASEO TIPO DATADORA	30/09/2020	01/10/2020	170.0%	ADQUISICIONES
46	AFRASEO DURANTE PLANTA ORIENTAL	30/09/2020	01/10/2020	100.0%	ADQUISICIONES
47	AFRASEO DURANTE PLANTA ORIENTAL	30/09/2020	01/10/2020	100.0%	ADQUISICIONES

De nuevo, se observa en la anterior figura, el atraso de la realización de 4 actividades, con motivo de atraso por adquisiciones. Además, con porcentaje de atraso y de avance negativo.

**Figura 55.** Porcentaje de avance y de atraso por capítulos y actividades, para el caso de estudio.

Actividad	Inicio	Fin	Duración	Porcentaje de Avance	Estado
01 ESTUCO + PINTURA UNICO BLANCO VINTE 3 MARCO EN PURO	24/02/2020	27/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
02 REPELLO EN PUROS	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
03 ESCOFADO EN ZONA DE ESCOLERA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
04 ESCOFADO CON GRAN PLASTO BLANCO EN PAVO Y ZONA DE ESCOLERA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
05 MATERIAS EN FACHADA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
06 ENCOFRE DE FACHADA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
07 ESCOFADO CON GRAN PLASTO BLANCO Y OBRERA FACHADA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
08 CARPINTERIA DE MADERA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
09 PUERTAS EN FACHADA CON PINTURA EN COLOR A ESCOFER CON CHAPA 2. 3E	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
10 CLOSET EN VIVIENDA CON PUERTAS Y ZCALONES + PUERTAS CORREDERAS Y CHAPAS, INCLUYE ADO	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
11 REJES EN ALTO Y ALTO EN COCINA EN FINCA EN ESTACION AMERINO BLANCO COMPOSICION EN VIVAR	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
12 REJES DE LA FACHADA CON REJES EN MARRON PEDRA NEGRO SAN GABRIEL	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
13 BARRAS DE COCINA EN MARRON Y REJES EN PUROS	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
14 AJARONES	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
15 PAVO TIPO LA TADORA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
16 AFRUSTO DURANTE O PLANTA ORNAMENTAL	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
17 BARRAS DE REESTRUCTURACION DE TIERRA AGRICOLA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
18 REDES DE GAS SIN CONECTOR	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
19 TUBERIA DE COCINA Y PARRAS GAS NATURAL EMPOTRACION PUROS + SALIDA GALVANICA	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
20 ASOFO Y RETIRO DE ESCOMBROS	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
21 RETIRO DE ESCOMBROS Y SALDOS DE OBRA EN VOLQUETAS	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA
22 ASOFO Y LIMPIEZA GENERAL DE AREAS INTERIORES	22/02/2020	24/02/2020	3.00	100.00%	NO APLICA

Finalmente, de esta figura se infiere, que las actividades presentan atraso, por motivo de adquisiciones, y a su vez, el porcentaje de atraso y de avance negativo.

### 10.7.6. Scrum

El scrum, ayuda al director de obra a hacer un seguimiento de la realidad del proyecto y de lo propuesto durante la planeación del cronograma, para controlar en caso de que no haya un buen aprovechamiento de los recursos. Con respecto a esta parte de la herramienta, consiste en seleccionar con una X, la etapa (Pendiente, en proceso o completado) en la que se encuentra un capítulo una actividad, posteriormente la fecha y finalmente el porcentaje en el que se encuentra la actividad en una fecha en específico. Adicional a ello, se recomienda tener un “scrum grafico” en la obra, para tener un seguimiento en campo de las actividades a ejecutar y para que sea entendible para el equipo de trabajo en obra.

**Figura 56.** Aplicación de SCRUM para, el caso de estudio.

Actividad	Inicio	Fin	Estado	Fecha de Inicio	Progreso
Actividad	3/01/2021	5/30/2021	En Proceso	3/01/2021	100%

Actividad	Inicio	Fin	Estado	Fecha de Inicio	Progreso
1. PRELIMINARES				3/01/2021	100%
2. CONFIGURACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO				3/01/2021	100%
3. DESCAPOTE MANUAL MAS PETRO				3/01/2021	100%
4. CERRAMIENTO POLISOMRA Y GUARDIA				3/01/2021	100%
5. LOCALIZACIÓN Y REPLANTO OBRA ARQUITECTÓNICA				3/01/2021	100%
6. LIMPIEZA Y AISLAMIENTO DE VOLQUETAS				3/01/2021	100%
7. VIGILANCIA				3/01/2021	100%
8. BODEGAJE				3/01/2021	100%
9. DESAGÜES BAJO TIERRA				3/01/2021	100%
10. CAJA DE INSPECCIÓN 10X10 CON CAÑUELA				3/01/2021	100%
11. EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 7" CON ACCESORIOS				3/01/2021	100%
12. EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 7" CON ACCESORIOS				3/01/2021	100%
13. EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 7" CON ACCESORIOS				3/01/2021	100%
14. EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 7" CON ACCESORIOS				3/01/2021	100%
15. TAPAS DE CAJAS DE INSPECCIÓN CON ANULOS Y REFUERZO				3/01/2021	100%
16. ORIENTACIÓN				3/01/2021	100%
17. SOLADO DE LIMPIEZA ESPESOR 7 CM				3/01/2021	100%
18. ZAPATA 22 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUYE FORMALETA				3/01/2021	100%

Figura 57. Aplicación de SCRUM para el caso de estudio.

Actividad	Inicio	Fin	Estado	Fecha de Inicio	Progreso
Actividad	3/01/2021	5/30/2021	En Proceso	3/01/2021	100%

Actividad	Inicio	Fin	Estado	Fecha de Inicio	Progreso
16. ORIENTACIÓN				3/01/2021	100%
17. SOLADO DE LIMPIEZA ESPESOR 7 CM				3/01/2021	100%
18. ZAPATA 22 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUYE FORMALETA				3/01/2021	100%
19. ZAPATA 22 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUYE FORMALETA				3/01/2021	100%
20. ZAPATA 22 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI INCLUYE FORMALETA				3/01/2021	100%
21. PEDESTAL DE CONCRETO 300 PSI				3/01/2021	100%
22. VIGA CEMENTO #40 CM				3/01/2021	100%
23. ACERO DE REFUERZO FLEJADO 60 800 PSI				3/01/2021	100%
24. ESTRUCTURA				3/01/2021	100%
25. ACERO DE REFUERZO FLEJADO 60 800 PSI				3/01/2021	100%
26. COLUMNA EN CONCRETO REFORZADO 300 PSI				3/01/2021	100%
27. VIGA LOSA EN CONCRETO REFORZADO 300 PSI				3/01/2021	100%
28. VIGA BORDE EN CONCRETO REFORZADO 300 PSI				3/01/2021	100%
29. VIGA DINTEL EN CONCRETO REFORZADO 300 PSI				3/01/2021	100%
30. SOBREPISO + BARRA ELECTROBODADA				3/01/2021	100%
31. LOSA SOBREPISO EN CONCRETO REFORZADO + PERFILES METÁLICOS + BLOQUEÓN B1 x 22 (INCLUYE LOSA DEL CUARPO PISO SIN DESGASTE)				3/01/2021	100%
32. ESCALERA EN CONCRETO + ENGACHE				3/01/2021	100%
33. BARRIQUETEA				3/01/2021	100%
34. MISO EN LAZILLO FANOL USO 6-13CM				3/01/2021	100%
35. LAJUNO EN LAJUNO 20 BARRA USO 6-13CM CUARPO PISO				3/01/2021	100%

Figura 58. Aplicación de SCRUM para el caso de estudio.

ID	DESCRIPCIÓN	ESTADO	PROGRESO
33	MANPOSTERA	X	100%
34	MURO EN LADRILLO FANOL USO 6+3CM	X	100%
35	MURO EN LADRILLO FANOL USO 6+3CM, CUARTO PISO	X	100%
36	ALFAMA EN GRESO A+10CM	X	100%
37	INSTALACIONES SANITARIAS	X	100%
38	PLUMOS SANITARIOS PVC 2"	X	100%
39	PLUMOS SANITARIOS PVC 2"	X	100%
40	TUBERIA SANITARIA 2" + ACCESORIOS	X	100%
41	TUBERIA SANITARIA 2" + ACCESORIOS	X	100%
42	TUBERIA AGUA LUCIA 2" + ACCESORIOS	X	100%
43	INSTALACIONES HIDRAULICAS SIN MEDIDOR	X	100%
44	PLUMOS HIDRAULICOS INCLUYE ACCESORIOS	X	100%
45	TUBERIA PVC 1 1/2"	X	100%
46	TUBERIA PVC 1"	X	100%
47	VALVULA DE CIERRE RAPIDO DE 1/2"	X	100%
48	TUBERIA CPVC 1/2"	X	100%
49	INSTALACION DE MEDIDOR DE AGUA ACOMETIDA	X	100%
50	PLUMO HIDRAULICO AGUA CALIENTE	X	100%
51	INSTALACIONES ELECTRICAS	X	100%
52	PUNTOS ELECTRICOS INCLUYE TOMAS Y CABLEADO	X	100%
53	PUNTOS LUMINARIAS INCLUYE PLAFON INTERRUPTOR Y CABLEADO	X	100%
54	TUBERIAS	X	100%
55	ADCUACION CONTADOR	X	100%
56	CANA PARA CONTADORES CON MALLA A TIERRA Y PROCESO DE CERTIFICACION PLENA CON ACOMETIDA SUBTERRANEA (NO INCLUYE TRANSFORMADOR POR PARTE DE EPSA)	X	100%
57	TABLEROS DE BLENADERO CON TOTALADORES 80 AMP	X	100%
58	CERAMICA	X	100%
59	ENCHAPE GENERAL PISO EN CERAMICA INCLUYE MORTERO DE PEGA Y GUARDASACOBRA H+1CM, TRAFICO RESIDENCIAL NO MAYOR A \$22.000	X	100%
60	ENCHAPE PISO ANTIDESLIZANTE ANTELARJON Y ANDEN INCLUYE MORTERO DE PEGA NO MAYOR A \$22.000	X	100%
61	ENCHAPE MUROS DE COCINA Y FRITOS DE PAPA EN CERAMICA DE ALTURA SOLO PISO/DI Y PAPIE VISIBLE DE MEDION, NO MAYOR A \$25.000	X	100%
62	ENCHAPE MUROS DE BAÑOS EN CERAMICA ALTURA 2.00, NO MAYOR A \$2000, INCLUYE CENERA BENCILLAS	X	100%
63	ENCHAPE PISO BAÑOS ANTES/DEMANTE EN CERAMICA INCLUYE MORTERO DE PEGA NO MAYOR A \$22.000	X	100%
64	CARPINTERIA METALICA	X	100%
65	VIDRIAS EN ALUMINO BLANCO 1.50 X 0.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	X	100%
66	ENLACE DE PUERTAS Y VENTANAS EN ALUMINO BLANCO 1.50 X 0.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	X	100%

Figura 59. Aplicación de SCRUM para el caso de estudio.

ID	DESCRIPCIÓN	ESTADO	PROGRESO
51	INSTALACIONES ELECTRICAS	X	100%
52	PUNTOS ELECTRICOS INCLUYE TOMAS Y CABLEADO	X	100%
53	PUNTOS LUMINARIAS INCLUYE PLAFON INTERRUPTOR Y CABLEADO	X	100%
54	TUBERIAS	X	100%
55	ADCUACION CONTADOR	X	100%
56	CANA PARA CONTADORES CON MALLA A TIERRA Y PROCESO DE CERTIFICACION PLENA CON ACOMETIDA SUBTERRANEA (NO INCLUYE TRANSFORMADOR POR PARTE DE EPSA)	X	100%
57	TABLEROS DE BLENADERO CON TOTALADORES 80 AMP	X	100%
58	CERAMICA	X	100%
59	ENCHAPE GENERAL PISO EN CERAMICA INCLUYE MORTERO DE PEGA Y GUARDASACOBRA H+1CM, TRAFICO RESIDENCIAL NO MAYOR A \$22.000	X	100%
60	ENCHAPE PISO ANTIDESLIZANTE ANTELARJON Y ANDEN INCLUYE MORTERO DE PEGA NO MAYOR A \$22.000	X	100%
61	ENCHAPE MUROS DE COCINA Y FRITOS DE PAPA EN CERAMICA DE ALTURA SOLO PISO/DI Y PAPIE VISIBLE DE MEDION, NO MAYOR A \$25.000	X	100%
62	ENCHAPE MUROS DE BAÑOS EN CERAMICA ALTURA 2.00, NO MAYOR A \$2000, INCLUYE CENERA BENCILLAS	X	100%
63	ENCHAPE PISO BAÑOS ANTES/DEMANTE EN CERAMICA INCLUYE MORTERO DE PEGA NO MAYOR A \$22.000	X	100%
64	CARPINTERIA METALICA	X	100%
65	VIDRIAS EN ALUMINO BLANCO 1.50 X 0.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	X	100%
66	ENLACE DE PUERTAS Y VENTANAS EN ALUMINO BLANCO 1.50 X 0.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	X	100%

Figura 60. Aplicación de SCRUM para, el caso de estudio.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a list of construction items. The columns are labeled A through F. The items listed are:

Item ID	Description	Status	Completion %
68	CARPINTERIA METALICA	X	100%
69	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 2.00 CON VIDRIO CLARO 4MM	X	100%
70	PUELTAS CORRIDAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 2.20 CON VIDRIO CLARO 4MM	X	100%
71	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.50 CON VIDRIO CLARO 4MM	X	100%
72	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 2.10 X 1.50 CON VIDRIO CLARO 4MM	X	100%
73	LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 0.80 X 0.40	X	100%
74	LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 1.20 X 0.40	X	100%
75	PUELTAS EN CERRAJERIA COLOR BLANCO Y CHAPA DE ENTRADA PRINCIPAL YALE	X	100%
76	MIRAFLOS METALICOS H=2.30 CALIBRE 22	X	100%
77	BARANDA DE BALCON EN ACERO INOXIDABLE	X	100%
78	BARANDA DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE	X	100%
79	REJAS EN PRIMER PISO A LOS COSTADOS EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA	X	100%
80	REJA DE ACCESO PRIMER PISO EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA	X	100%
81	Puerta de garaje automática con motor color blanca	X	100%
82	PROTECCIÓN EN VENTANAS FACHADA CON TUBERIA ELIPTICA COLOR BLANCA	X	100%
83	DIVISIÓN DE BAÑO EN VIDRO TEMPLADO 10MM CON ACERO TAMAÑO 1.30 X 2.00	X	100%
84	PORCELANA SANITARIA Y PIES ABRICADOS	X	100%
85	COMBO SANITARIO CON INSTALACION DE ACCESORIOS	X	100%
86	LAVADERO PREFABRICADO + ACCESORIOS	X	100%
87	ESTRUCTURA ACABADOS Y PINTURA	X	100%

Figura 61. Aplicación de SCRUM para, el caso de estudio.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a list of construction items. The columns are labeled A through F. The items listed are:

Item ID	Description	Status	Completion %
87	ESTRUCTURA ACABADOS Y PINTURA	X	100%
88	ESTUCO - PINTURA VINILO BLANCO VINTEX 3 MANOS EN MURO	X	100%
89	PEPELLO EN MUROS	X	100%
90	PEPELLO FACHADA	X	100%
91	ESGRAPADO CON GRAMPLAST BLANCO EN PISO Y ZONA DE ESCALERA	X	100%
92	MATERIAS EN FACHADA	X	100%
93	ENCHAPE DE FACHADA	X	100%
94	ESGRAPADO CON GRAMPLAST BLANCO Y GRIS EN FACHADA	X	100%
95	CARPINTERIA DE MADERA	X	100%
96	PUELTAS ENTAMBRORADAS CON MELAJUNA COLOR A ESCOGER CON CHAPA H=2 10	X	100%
97	CLAVET EN BH CON ZURCÓN ENTREFUROS Y 3 CAJONES - PUERTAS CORRIDERAS Y CHAPAS - INCLUYE INSTALACIÓN INTERIOR BLANCO	X	100%
98	MUEBLES BAJO Y ALCOR EN COCINA EN RH INCLUYE INSTALACIÓN INTERIOR BLANCO CON MESÓN EN MARMOL PIEDRA NEGRO SAN GABRIEL	X	100%
99	MUEBLES DE LAVABANOS CON MESÓN EN MARMOL PIEDRA NEGRO SAN GABRIEL	X	100%
100	SARFA DE COCINA EN MADERA EN REDONDELEADA	X	100%
101	JARDINES	X	100%
102	PISO TIPO GATAZORA	X	100%
103	ABRUSTO SURMATA O PLANTA ORNAMENTAL	X	100%
104	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TIERRA AGRODORA	X	100%
105	REDES DE GAS SIN CONTADOR	X	100%
106	REDES ELÉCTRICAS Y DE SÍGNALIZACIÓN DEL CONDOMINIO ELABORADAS EN PLATA EN VAINA	X	100%

**Figura 62.** Aplicación de SCRUM para, el caso de estudio.

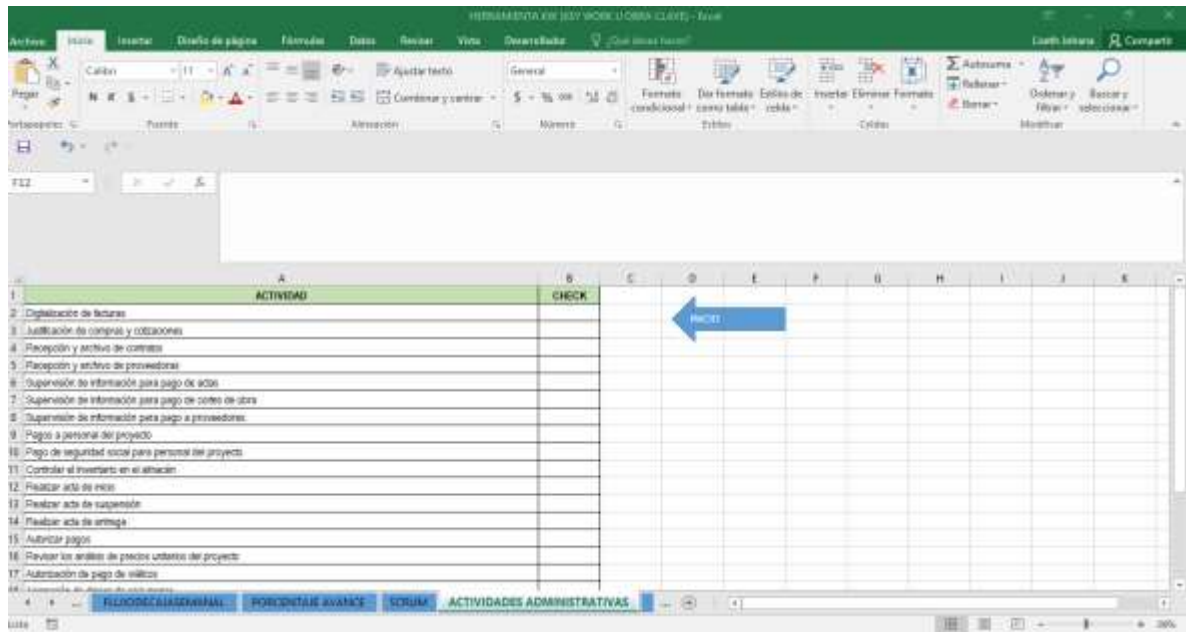
Actividad	Inicio	Fin	Porcentaje
99: MUEBLES DE LAVABANOS CON VESIÓN EN MARMOL PIEDRA NEGRO SAN GABRIEL		30/01/2021	100%
100: BARRA DE COCINA EN MADERA FRI REENDUELSADA		30/01/2021	100%
101: JARDINES		30/01/2021	100%
102: PRADO TIPO GATAÑORA		30/01/2021	100%
103: ARRUSTO DURANTA O PLANTA ORNAMENTAL		30/01/2021	100%
104: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TIERRA AGRICOLA		30/01/2021	100%
105: REDES DE GAS SIN CONTADOR		30/01/2021	100%
106: TUBERIA DE COBRE 4 1/2" PARA GAS NATURAL EMPOTRADO EN MUIROS + SALIDA SALVAVIDA		30/01/2021	100%
107: ASFO Y RETIRO DE ESCOMBROS		30/01/2021	100%
108: RETIRO DE ESCOMBROS Y SALDOS DE OBRA EN VOLQUETAS		30/01/2021	100%
109: ASFO Y LIMPIZA GENERAL DE AREAS INTERVENIDAS		30/01/2021	100%

Desde la figura 56 hasta la 62, para este caso de estudio, como la obra está finalizada, se completó de manera general, para ser entregada a los clientes con fecha de reunión final del 30 de enero del 2021, y con un porcentaje del 100%, para cada capítulo y actividad.

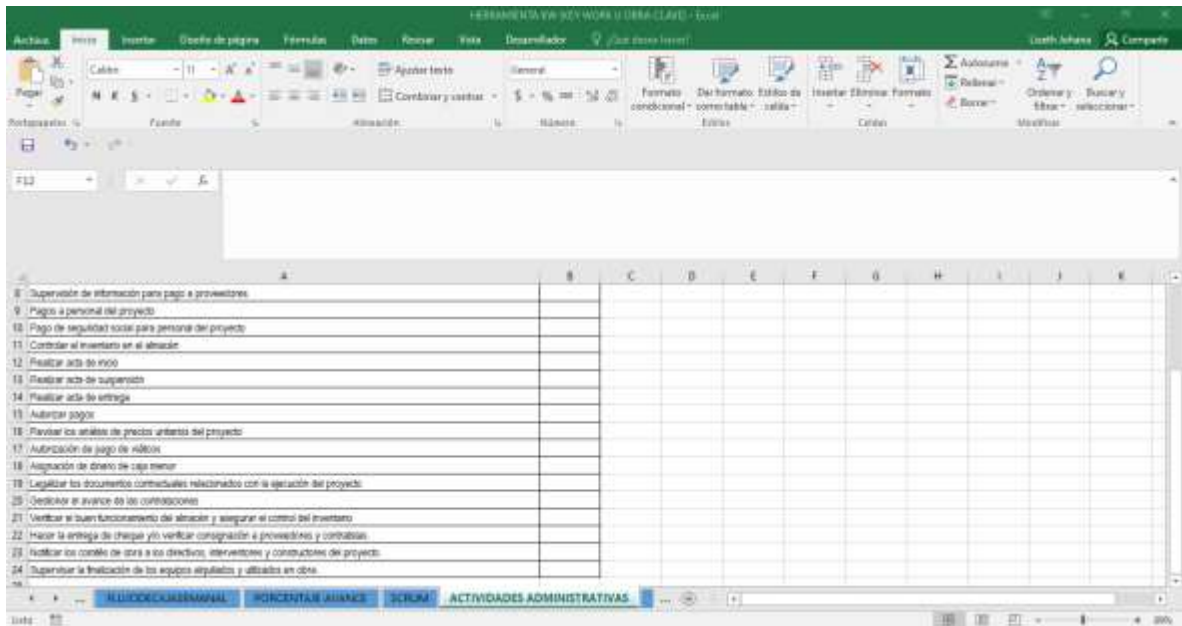
### 10.7.7. Actividades administrativas

Tener en cuenta las actividades administrativas, le facilitan a un gerente de obras o director de obra, la delegación de las funciones en su equipo de trabajo, para tener unos entregables eficientes del proyecto y un orden, que permita medir los indicadores y metas propuestos. De otro modo, esta parte de la herramienta consistió en, seleccionar con una X, las actividades administrativas que se consideran para este caso de estudio, desde la celebración de los contratos, pagos de nómina, avances de obra hasta el acta de finalización y entrega. A continuación, se enseñarán las actividades, que se consideraron en esta parte de la herramienta.

**Figura 63.** Aplicación de las actividades administrativas para, el caso de estudio.



**Figura 64.** Aplicación de las actividades administrativas para, el caso de estudio.



### 10.7.8. Flujo de caja editable

El flujo de caja editable, va a permitir una actualización constante de la información del proyecto en caso de que se presente variación de los costos durante su ejecución en caso de que, se hayan presentado retrasos durante su ejecución, variación de costos, por incremento o por imprevistos presentes en obra que no se habían contemplado. Finalmente, esta es la última opción de la herramienta, da la opción de que los usuarios modifiquen el flujo de caja del proyecto, es decir, si desean verlo en (días, semanas o meses), seleccionan. Después de ello, si los precios del proyecto se modificaron, debido a que se presentó una variación o incremento del valor de la actividad, será posible que el usuario lo modifique y cuando ya todo esté listo, según sus criterios, le oprime ejecutar y así, obtiene el flujo de caja, actualizado de su proyecto, y si desea volver a chequear los indicadores financieros y de valor ganado, flujo de caja semanal y porcentaje de avance o atraso puede hacerlo.

Teniendo en cuenta el anterior párrafo, se tiene que para este caso de estudio no se presentó variación en los costos, pero se ejecutó la herramienta para su verificación, A continuación, se enseñará, lo que arroja la herramienta.

**Figura 65.** Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.

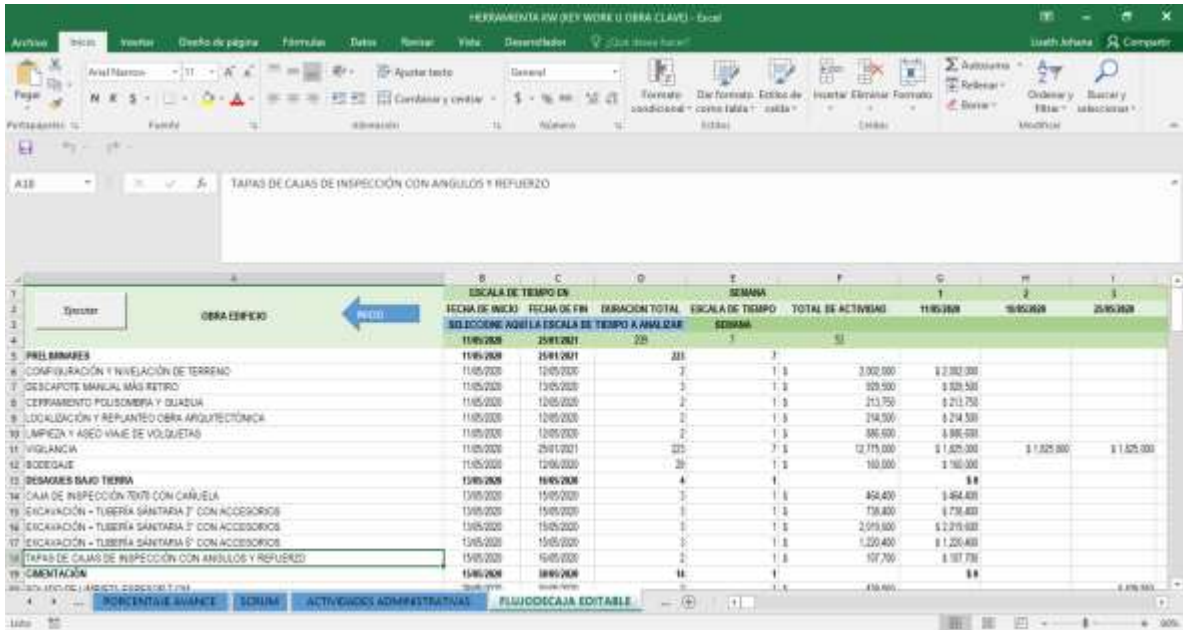


Figura 66. Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.

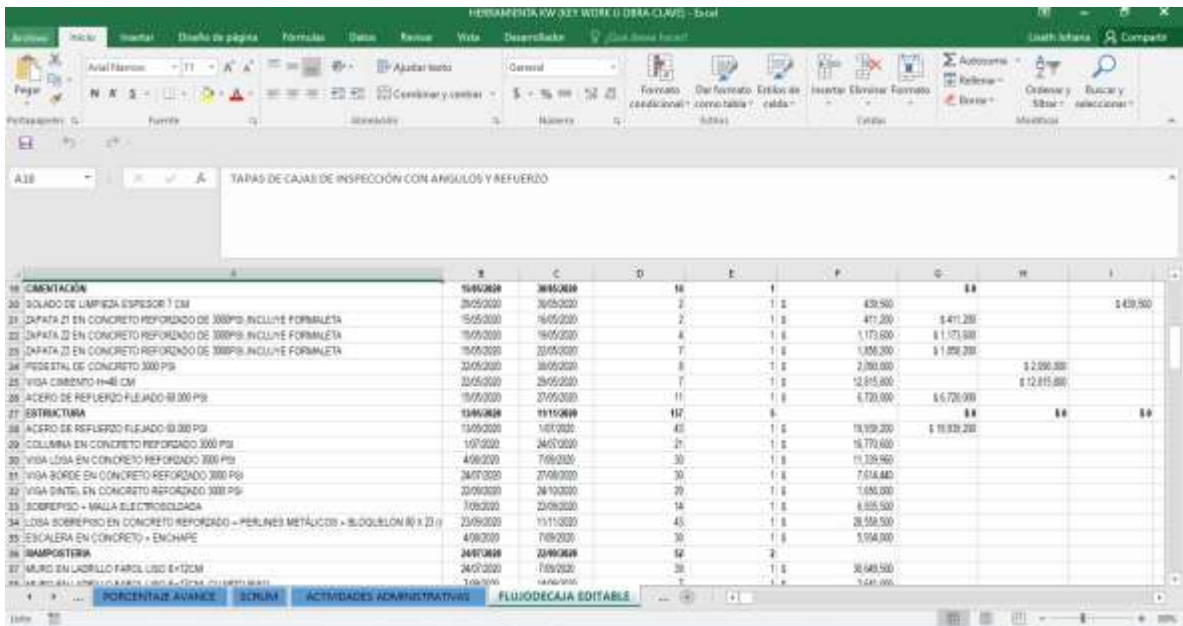


Figura 67. Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.

Item	Fecha	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	
36 MANIFESTERA	24/07/2020	22/09/2020	50	2	
37 MURO EN LADRILLO PARED LISO E=12CM	24/07/2020	7/09/2020	35	1.8	3,645.000
38 MURO EN LADRILLO PARED LISO E=12CM CUARTO PISO	7/09/2020	14/09/2020	7	1.8	2,547.000
39 ALFALJA EN GRES ACABADA	14/09/2020	23/09/2020	8	1.8	1,116.000
40 INSTALACIONES SANITARIAS	20/09/2020	10/10/2020	67		
41 PUNTOS SANITARIOS PVC 2"	5/09/2020	10/09/2020	15	1.8	1,995.000
42 PUNTOS SANITARIOS PVC 2"	2/09/2020	4/09/2020	3	1.8	603.000
43 TUBERIA SANITARIA 2" - ACCESORIOS	30/09/2020	8/09/2020	7	1.8	1,071.000
44 TUBERIA SANITARIA 2" - ACCESORIOS	30/09/2020	2/09/2020	3	1.8	1,053.000
45 TUBERIA AGUA LUVIA 2" - ACCESORIOS	2/09/2020	4/09/2020	3	1.8	540.000
46 INSTALACIONES HIDRAULICAS SIN MEDIDOR	21/09/2020	10/10/2020	39		
47 PUNTOS HIDRAULICOS INCLUIE ACCESORIOS	21/09/2020	11/09/2020	18	1.8	2,634.000
48 TUBERIA PVC 12"	11/09/2020	21/09/2020	19	1.8	2,550.400
49 TUBERIA PVC 12"	11/09/2020	23/09/2020	19	1.8	487.200
50 VALVULA DE CIERRE RAPIDO DE 12"	3/10/2020	8/10/2020	5	1.8	183.200
51 TUBERIA CPVC 12"	18/09/2020	23/09/2020	8	1.8	464.000
52 INSTALACION DE MEDIDOR DE AGUA ACOMETIDA	8/10/2020	10/10/2020	3	1.8	736.000
53 PUNTO HIDRAULICO AGUA CALIENTE	11/09/2020	14/09/2020	3	1.8	371.500
54 INSTALACIONES ELECTRICAS	20/09/2020	20/09/2020	200		
55 INSTALACIONES ELECTRICAS INCLUIE TOMAS Y CABLEADO	20/09/2020	11/10/2020	19	1.8	3,468.000

Figura 68. Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.

Item	Fecha	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	
54 INSTALACIONES ELECTRICAS	20/09/2020	20/09/2020	200		
55 PUNTOS ELECTRICOS INCLUIE TOMAS Y CABLEADO	27/09/2020	17/09/2020	19	1.8	3,354.000
56 PUNTOS LUMINARIAS INCLUIE PLAFON INTERRUPTOR Y CABLEADO	2/10/2020	20/10/2020	15	1.8	4,005.000
57 TIMBRES	21/10/2020	20/10/2020	3	1.8	825.000
58 ADECUACION CONTADOR	16/12/2020	18/12/2020	3	1.8	2,604.000
59 CAJA PARA CONTADORES CON MALLA A TIERRA Y PROCESO DE CERTIFICACION PLENA CON F	30/05/2020	10/06/2020	19	1.8	7,380.000
60 TABLEROS DE BLEACHERS CON TOTALIZADORES BIAMP	16/12/2020	18/12/2020	3	1.8	1,326.000
61 CUBIERTA	22/09/2020	08/10/2020	94		
62 INSTALACION DE CIELO FALSO EN PANEL YESO DE 12" - PINTURAS Y CARTERAS	16/12/2020	2/01/2021	18	1.8	12,549.362
63 INSTALACION DE ESTRUCTURA PARA TEJA FIBRO CEMENTO	22/09/2020	29/09/2020	7	1.8	6,173.575
64 CANAL EN LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 18 - CUADRADO Y OROO SAJANTE	2/01/2021	8/01/2021	6	1.8	722.800
65 ENCHAPE CERAMICA	16/12/2020	2/01/2021	18		
66 ENCHAPE GENERAL PISO EN CERAMICA INCLUIE MORTERO DE PEGA Y GUARDASCOBA I	16/12/2020	2/01/2021	18	1.8	17,786.625
67 ENCHAPE PISO ANTEDESUAVANTE ANTEJARDIN Y ANDEN INCLUIE MORTERO DE PEGA NO MA	16/12/2020	28/12/2020	11	1.8	1,312.500
68 ENCHAPE MURIS DE COCINA Y PATIOS DE ROCA EN CERAMICA DE ALTURA SOLO PQUEJED Y	16/12/2020	28/12/2020	11	1.8	897.500
69 ENCHAPE MURIS DE BAÑOS EN CERAMICA ALTURA 2.00 NO MAYOR A 62000 INCLUIE CONE	16/12/2020	28/12/2020	11	1.8	1,897.800
70 ENCHAPE PISOS BAÑOS ANTEDESUAVANTE EN CERAMICA INCLUIE MORTERO DE PEGA NO MA	16/12/2020	28/12/2020	11	1.8	1,062.500
71 CARPINTERIA METALICA	21/10/2020	11/12/2020	4		
72 VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X1.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	21/10/2020	20/11/2020	3	1.8	2,400.000
73 INSTALACION DE PUERTAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 2.00 CON VIDRIO CLARO 4MM	21/10/2020	20/11/2020	3	1.8	1,800.000

Figura 69. Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	B	C	D	E	F	G	H	I
71 CARPINTERIA METALICA	21/10/2020	11/10/2020						
72 VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 0.30 CON VIDRO CLARO 4MM	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	2,400.000		
73 PUERTAS CORREDIZAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 2.20 CON VIDRO CLARO 4MM	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	2,550.000		
74 VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.30 X 1.30 CON VIDRO CLARO 4MM	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	1,750.000		
75 VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 2.00 X 1.30 CON VIDRO CLARO 4MM	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	2,200.000		
76 LUCETA EN ALUMINIO BLANCO Ø300 Ø	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	850.000		
77 LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 1.25 Ø 40	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	290.000		
78 PUERTAS EN DEFRASERA COLOR BLANCO Y CHAPA DE ENTRADA PRINCIPAL TALE	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	1,450.000		
79 MARCOS METALICOS H=20 CALIBRE 20	21/10/2020	11/10/2020	6	1	€	1,175.000		
80 BARRANDA DE BALCON EN ACERO INOXIDABLE	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	1,560.000		
81 BARRANDA DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	6,640.000		
82 REJAS EN PRIMER PISO A LOS COSTADOS EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	1,300.000		
83 REJA DE ACCESO PRIMER PISO EN TUBERIA ELIPTICA BLANCA	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	870.000		
84 PUERTA DE GARAJE AUTOMATICA CON MOTOR COLOR BLANCA	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	6,000.000		
85 PROTECCION EN VENTANAS FACHADA CON TUBERIA ELIPTICA COLOR BLANCA	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	1,480.000		
86 DIVISION DE BAÑOS EN VIDRO TEMPLADO 6MM CON ACERO TAMAÑO 1.30 X 2.00	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	2,250.000		
87 PUNERAS PARA SANTIABAY Y PINTARRICADOS	10/10/2020	10/10/2020	6	€				
88 COBRO SANTIABAY CON INSTALACION DE ACCESORIOS	10/10/2020	10/10/2020	6	1	€	1,750.000		
89 LAVADERO PREFABRICADO + ACCESORIOS	10/10/2020	10/10/2020	6	1	€	2,400.000		
90 ESTIMACION DE ABASTECIMIENTO Y MATERIAS	21/10/2020	10/10/2020						

Figura 70. Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	B	C	D	E	F	G	H	I
90 ESTILOS ACABADOS Y PINTURA	21/10/2020	10/10/2020						
91 ESTUCCO + PINTURA VINILO BLANCO VINTEX 3 MINOS EN MURO	24/10/2020	21/10/2020	30	1	€	30,113,400		
92 REPELLO EN MUROS	20/09/2020	14/10/2020	20	1	€	27,375,300		
93 REPELLO FACHADA	20/09/2020	11/10/2020	14	1	€	2,300.000		
94 ESGRAPADO CON GRANULADO BLANCO EN PATIO Y ZONA DE ESCALERA	14/10/2020	24/10/2020	10	1	€	6,750.000		
95 MATEAS EN FACHADA	15/10/2020	15/10/2020	1	1	€	169,340		
96 ENCHAPE DE FACHADA	21/10/2020	15/10/2020	10	1	€	800.000		
97 ESGRAPADO CON GRANULADO BLANCO Y GRS EN FACHADA	15/10/2020	16/10/2020	11	1	€	2,600.000		
98 CARPINTERIA DE MADERA	21/10/2020	20/10/2020	20	€				
99 PUERTAS ENTAMBRANADAS CON MELANINA COLOR A ESCOBER CON CHAPA H=2 Ø	21/10/2020	21/10/2020	5	1	€	4,050.000		
100 CLOSET EN BN CON ZERRAJES EN PUERTAS Y CALDERES + PUERTAS CORREDIZAS Y CHAPA	21/10/2020	11/10/2020	4	1	€	3,080.000		
101 MUEBLES BAÑOS Y ALTOS EN COCINA EN BN INCLUYE INSTALACION INTERIOR BLANCO CON	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	12,240.000		
102 MUEBLES DE LAVABANOS CON VESION EN MARMOL PIEDRA NEGRO SAN DAMIAN	21/10/2020	30/10/2020	3	1	€	2,750.000		
103 BARRA DE COCINA EN MADERA BN REENGRUESADA	20/10/2020	20/10/2020	27	1	€	780.000		
104 ANJONES	20/10/2020	21/10/2020	4	€				
105 PRADO TPO GATADORA	30/10/2020	11/10/2020	2	1	€	64,600		
106 APARELLO DURANTA E PLANTA ORNAMENTAL	30/10/2020	21/10/2020	3	1	€	257.000		
107 SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEDRA HOPICOLA	20/10/2020	30/10/2020	2	1	€	180,600		
108 RED DE GAS SIN CONTADOR	21/10/2020	11/10/2020	10	€				
109 DISEÑO DE COCINA A LUZ DE LAS CAJAS DE INSPECCION EN EL PATIO... EN EL COCINADOR	21/10/2020	10/10/2020	10	1	€	2,594,000		

Figura 71. Aplicación de la herramienta del flujo de caja editable, para el caso de estudio.

	B	C	D	E	F	G	H	I
187 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TIERRA AGRÍCOLA	25/11/2020	20/11/2020			18,000			
188 REDES DE GAS SIN CONTADOR	25/11/2020	01/12/2020						
189 TUBERÍA DE COBRE # 1/2" PARA GAS NATURAL EMPORRADO EN MURDO = SALIDA ORLANDADO	25/11/2020	01/12/2020			4,320,000			
110 ASEO Y RETIRO DE ENCOFRADOS	11/05/2020	25/05/2020	203					
111 RETIRO DE ESCOMBROS Y SALDOS DE OBRA EN VOLQUETAS	20/11/2021	14/01/2021			3,000,000			
112 ASEO Y LIMPIEZA GENERAL DE AREAS INTERVENIDAS	11/05/2020	25/05/2020	203		2,586,750	\$ 383,507	\$ 383,507	\$ 383,507
713								
714								
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$ 425,340,542	\$ 41,267,517	\$ 17,114,527	\$ 12,517,467
TOTAL COSTOS DE ADMINISTRACIÓN				2	\$ 8,488,900	\$ 825,258	\$ 342,281	\$ 251,549
TOTAL COSTOS IMPREVISTOS				2	\$ 8,488,900	\$ 825,258	\$ 342,281	\$ 251,549
TOTAL UTILIDADES				2	\$ 8,488,900	\$ 825,258	\$ 342,281	\$ 251,549
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS + ADMINISTRACIÓN + IMPREVISTOS + UTILIDADES					\$ 450,766,342	\$ 43,140,073	\$ 18,109,389	\$ 13,021,565
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS + ADMINISTRACIÓN + IMPREVISTOS + UTILIDADES + IVA					\$ 446,946,519	\$ 41,958,519	\$ 17,653,586	\$ 12,794,794
FLUJO DE CASH DEL TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS + ADMINISTRACIÓN + IMPREVISTOS + UTILIDADES + IVA					\$ 446,946,519	\$ 41,958,519	\$ 17,653,586	\$ 12,794,794
FLUJO DE CASH ACUMULADO DEL TOTAL DE LOS COSTOS DIRECTOS + ADMINISTRACIÓN + IMPREVISTOS + UTILIDADES + IVA					\$ 446,946,519	\$ 41,958,519	\$ 17,653,586	\$ 12,794,794

Desde la figura 65 hasta la 71, se logra observar que el flujo de caja del proyecto no vario, debido a que no se presentaron incrementos de dinero en las actividades, que comprenden el proyecto. Pero, en caso de que se hubiesen presentando, ajuste en los precios del proyecto, se había diligenciado el valor de dinero nuevo en la actividad deseada y posteriormente, se había oprimido el botón de ejecutar, y se había realizado nuevamente la distribución del dinero.

A continuación, hablara de la ayuda que aporta la herramienta KW para la toma de decisiones, reuniones de seguimiento y equipo de trabajo.

### 10.8. Equipo de trabajo y reuniones de seguimiento

Con ayuda de los resultados obtenidos con la herramienta KW, se sugiere que las reuniones para, llevar un seguimiento riguroso y detallado durante la ejecución del proyecto, sea los días lunes, porque, así es más oportuno tomar acciones, acorde del estado del proyecto según lo planeado, lo ejecutado, el porcentaje de avance, estimación de costos, liquidez del flujo de caja, tareas próximas, material requerido, equipo, maquinaria y personal de obra. en caso de que haya una variación en el cronograma y su vez en el presupuesto, y con ayuda de SRUM, poder llevar un seguimiento del estado del proyecto y porcentaje de avance de la actividad semanal. Se recomienda, que las reuniones las realicen, el equipo de trabajo que incluya a el o los directores de obra, residentes administrativos, residentes de obra y maestros

de construcción, debido a que son los encargados de llevar el seguimiento y ejecutar el o los proyectos.

### **10.9. Toma de decisiones**

Se sugiere que con ayuda de los datos ingresados, obtenidos y posteriormente analizados por el o los usuarios de la herramienta KW, se logre realizar la toma de decisiones, acorde al estado del proyecto, según lo planeado, lo ejecutado, el porcentaje de avance, estimación de los costos, cronograma de obra, ruta crítica, liquidez del proyecto conforme al flujo de caja, material requerido, material pendiente, equipos, herramientas, rendimientos por las cuadrillas o personal de obra, variación en el cronograma y en el presupuesto, seguimiento de los compromisos y de las reuniones semanales aplicando SCRUM, estado del proyecto, porcentaje de avance semanal. Para así, obtener un seguimiento real de la obra en campo, a nivel de ejecución, presupuesto, administración y en todo lo que se refiera para intervenir a tiempo el cumplimiento con la ejecución del proyecto a nivel de evaluación, planeación y gestión.

## **11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **11.1. Conclusiones**

Los criterios más importantes que se obtuvieron a través de la matriz AHP, a tener en cuenta, como mínimos en la planeación de un proyecto de construcción son: el alcance para definir los límites y criterios de aceptación, el cronograma, para definir la planeación y tiempos de entrega en obra, los costos para estimar, presupuestar y controlar la distribución del dinero disponible y gastado en obra. Además, de las adquisiciones, para saber la disposición y capacidad de los equipos y herramientas, con los que se cuentan, ayudando a un aprovechamiento de los recursos humanos y tecnológicos. Y finalmente, los riesgos, que son de gran ayuda para, definir el porcentaje de imprevistos.

Con la definición de las variables y parámetros de evaluación y seguimiento, se logró la construcción de la una herramienta que permite evaluar la viabilidad financiera y realizar la planeación de los proyectos de construcción de edificios integrando modelos y elementos del PMBOK, estándar del PMI y del SCRUM. Los elementos incorporados en la herramienta permiten que los planeadores de proyectos puedan hacer una gestión futura rigurosa y detallada desde la etapa de idea hasta las etapas de ejecución y entrega.

La herramienta desarrollada, permite hacer seguimiento al cronograma y a los costos del proyecto, para conocer la realidad del estado de la construcción del proyecto. De esta manera, es posible identificar desviaciones y tomar acciones correctivas para que la ejecución sea más eficaz.

Gracias a la información recopilada de un caso de estudio existente, se logró realizar una validación de la herramienta, corroborando como se integran la guía del PMBOK, estándar del PMI y el SCRUM, para los procesos de planeación, evaluación y gestión.

La construcción de esta herramienta, contribuye a la formalización de los proyectos de construcción de edificios, ayudando a una más fácil ejecución y a su vez, mitigando los inconvenientes que se presentan durante la ejecución por los sobrecostos, demoras y por falta de definición del alcance, presupuesto y cronograma de obra.

La implementación de la guía del PMBOK, estándar del PMI y el SCRUM, en una herramienta, permite que los gerentes de proyectos, tengan un control de obra respeto a su

ejecución y estado actual y en la parte administrativa, se logra hacer un análisis en la gestión de tiempos y recursos, permitiendo un enfoque técnico y administrativo, con el cual se obtendrán mejores resultados en la ejecución de sus proyectos y de las actividades delegadas en su grupo de colaboradores. De esta manera, es posible intervenir a tiempo en caso de que se presenten riesgos no previstos durante la formulación de su proyecto de construcción y así, tener los resultados esperados acorde a su propuesta en el alcance del proyecto.

La herramienta KW, da un aporte para la toma de decisiones de los proyectos de construcción, permitiendo que se haga un seguimiento riguroso, y una intervención oportuna en caso de que haya una variación del presupuesto y cronograma, ayudando a que se analice la información que requiere el usuario.

Con la simulación de la información del proyecto en la herramienta KW, y realizando las reuniones con el equipo de trabajo encargado de direccionar la ejecución del proyecto, se puede hacer una intervención rápida, eficiente y eficaz del proyecto, en caso de que se presenten imprevistos o inconvenientes que puedan afectar la entrega prevista del proyecto.

## **11.2. Recomendaciones**

Es de gran importancia, definir el propósito para el cual se construye el o los edificios, ya que esto determina el tipo de ingresos que se obtendrán una vez que se finalice la ejecución del proyecto, y se realiza la entrega de la edificación. Esto permite, realizar la evaluación financiera para poder determinar la viabilidad del proyecto.

Para tener un seguimiento y control en los proyectos de construcción, es de gran importancia mantener cronograma y presupuesto de obra actualizado.

Se recomienda calcular el flujo de caja mensual, para que sea más cómodo analizar la información acerca de la distribución del dinero requerido y disponible acorde al estado del proyecto.

Cuando un proyecto se encuentra en etapa de evaluación y este no da viable, se recomienda volverlo a simular en la herramienta KW, variando el porcentaje de la tasa de construcción, revisando el valor de los ingresos, así como la tasa de oportunidad de los inversionistas o tasa de descuento del flujo de caja.

Se recomienda al usuario, que con ayuda de Microsoft Project identifique las actividades de la ruta crítica, que deben ejecutarse en la fecha sugerida, porque de lo contrario se presentarían retrasos y a su vez sobrecostos.

Si “el proyecto no alcanza a recuperarse en el tiempo evaluado” se recomienda poner un tiempo más extenso al volver a simular la información.

Se recomienda que, para realizar cualquier tipo de proyecto de construcción, se analice detalladamente los 5 indicadores más relevantes (alcance, cronograma, costos, adquisiciones, riesgo) que a su vez deben ir ligados con la calidad, debido a que son de gran importancia para los resultados deseados de la construcción.

Sino se define el alcance del proyecto de construcción se pueden generar sobrecostos, porque no están definidos los objetivos y los criterios a los que se debe llegar según, la necesidad que tengan los usuarios y/o clientes de la edificación.

Al definir el alcance acorde a las necesidades del usuario y/o cliente, y con ayuda de los diseños requeridos para el proyecto, se podrá construir el presupuesto y cronograma de obra,

que, si se realizan con los tiempos y recursos reales, se podrá evitar los retrasos y sobrecostos que afecten la ejecución del proyecto.

Tener la distribución del flujo de caja de un proyecto, es importante llevar un control de los gastos en un proyecto, porque al analizar que se ha gastado menos del dinero planeado es un indicador que se debe revisar la ejecución del proyecto.

En futuros trabajos, podrían explorarse otras metodologías de gestión de proyectos, así como mejoras para la identificación de la ruta crítica en la misma herramienta.

Con la realización de este trabajo de grado la autora, se espera que la herramienta sea implementada en diferentes proyectos, ya que se quiere hacer un aporte para que se realicen proyectos de construcción de edificios de una manera más formal que a su vez, van a garantizar que se presenten menor porcentaje de atrasos por falta de planeación, diseño y desarrollo del proyecto, debido a que hay falencias durante la etapa de formulación, evaluación o planificación de los proyectos en Colombia.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adalberto, P., José, R. W., Juliana, K., Pandolfo Luciana, Lublo, R., Guimarães, J., & Reinehr, R. (2008). *Aplicación del modelo de evaluación de proyectos habitacionales para la medición de la satisfacción de las necesidades del usuario Applications of a housing project evaluation model for measuring of the satisfaction of user needs*. 23.
- Amezquita, R. (2014). *Análisis de la aplicación de la metodología SCRUM como complemento de las metodologías del PMI para el control de proyectos de desarrollo de software*. 1–12.
- Análisis de las Causas del incumplimiento de la programación en las obras civiles. (2015). *Burgos, M. Mateo & Vela A. Daniel*, 1–63.
- Atehortua V. Andrea, Castrillon Juan Camilo, G. V. D. (2016). *Estudio de factibilidad para el montaje de una empresa de construcción de obras civiles en el municipio de Dosquebradas, Risaralda*. 160.
- Cortes, M. (1999). *Control de proyectos de construcción*. 1–31.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Dane (2021). Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indice-de-costos-de-la-construccion-de-la-vivienda/iccv>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Dane (2020). Recuperado de: <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2020/Dane-revelo-que-en-2019-el-PIB-de-Colombia-crecio-al-3-3-el-mas-alto-desde-el-2014-200214.aspx#:~:text=Noticia-,El%20Dane%20revel%20que%20en%202019%20el%20PIB%20de%20Colombia,m%20C3%A1s%20alto%20desde%20el%202014&text=%E2%80%8B%E2%80%A2%20Seg%C3%BAn%20la%20entidad,el%20C3%BAltimo%20trimestre%20desde%202014.>
- Guía del PMBOK*. (2017). Séptima Edición.
- J., P. (2015). *Scrum Manager I Las reglas del Scrum*.
- Journal, I., Management, P., & Assaf, S. A. (2014). *PROJECT. May 2006*. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.010>
- Londoño, E. (2015). *FORMULACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE*

*PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE, A TRAVÉS DE PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS ÁGILES CON ENFOQUE PMI.*

- Lores Andres; Cárdenas Nathaly. (2018). *Estudio de prefactibilidad para la construccion de un edificio de uso mixto vivienda multifamiliar y comercial.*
- Lugo,Jose Alejandro,Torres Surayne,Piñero,Pedro, R. D. (2013). *INDICADORES Y LÓGICA BORROSA PROJECTS EXECUTION CONTROL BASED ON INDICATORS AND Resumen.* 4(1), 15–35.
- Mis Finanzas personales (2021).Recuperado de: <https://misfinanzaspersonales.co/que-cdt-en-colombia-es-mejor/#:~:text=En%20promedio%2C%20la%20rentabilidad%20de,el%20monto%20y%20el%20plazo.>
- Revista Portafolio (2021).Recuperado de: <https://www.portafolio.co/economia/banco-de-la-republica-ya-ve-mas-posibilidad-de-impactos-en-la-inflacion-551686>
- Rub, A., Segunda, A., Lucia, D., Fotograf, C., & Fotograf, A. (2013). *Manual de gestión de proyectos.*
- Rudeli, N., Viles, E., González, J., & Santilli, A. (2018). Causas de Retrasos en Proyectos de Construcción: Un análisis cualitativo. *Memoria Investigaciones En Ingeniería, 16*, 71–84. [http://www.um.edu.uy/docs/Causas\\_de\\_Retrasos\\_en\\_Proyectos\\_de\\_Construccion\\_Un\\_analisis\\_cualitativo.pdf](http://www.um.edu.uy/docs/Causas_de_Retrasos_en_Proyectos_de_Construccion_Un_analisis_cualitativo.pdf)
- Schwaber, K. y J. S. (2017). *The Scrum Guide™*. November.
- Serna, S. L., Galindo, I. P., Gómez-cabrera, A., & Torres, A. (2018). *Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia.* 14(27), 117–151. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.14.27.6>
- Servio, B.-V., Delgado Victore Roberto, & Vérez María Antonia. (2016). *Estudio de factibilidad en el sistema de dirección por proyectos de inversión Feasibility study on the project management system for investment project.*
- Shrestha, P. P., Burns, L. A., & Shields, D. R. (2013). *Magnitude of Construction Cost and Schedule Overruns in Public Work Projects.* 2013(2).

Toskano;, H. G. (2007). *PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO ( AHP )*.

### 13. GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALES

**PMI:** Project Manager Institute.

**Guía del PMBOK:** Es una guía metodológica para la profesión de la dirección de proyectos, diseñada por el PMI.

**SCRUM:** Es un modelo de desarrollo ágil. (SCRUM).

**Sprint:** Indicador del tiempo en el incremento de un producto.

**Sprint Planning:** Planificador del Sprint.

**Sprint Goal:** El objetivo de un Sprint.

**Product Owner:** Propietario del producto.

**Development Team:** Equipo de desarrollo.

**Product Backlog:** Lista del producto.

**Daily SCRUM:** Un evento de 15 minutos.

**Sprint Review:** Revision del Spint.

**Sprint Retrospective:** Retrospectiva del Sprint.

**SCRUM Artefacts:** Artefactos de SCRUM.

**Sprint Backlog:** Conjunto de elementos de la lista del producto.

**Increment:** Incremento.

**SCRUM Artefacts:** Artefactos de SCRUM.

**VAN:** Valor actual neto.

**TIR:** Tasa interna de retorno.

**PV:** Valor planificado.

**EV:** Valor ganado.

**AC:** Costo real.

**SV:** Variación del cronograma.

**CV:** Variación del costo.

**SPI:** Índice de desempeño del cronograma.

***CPI:*** Índice de desempeño del costo.

***BAC:*** Presupuesto al terminar.

***EAC:*** Estimación del costo total del proyecto.

***ETC:*** Estimación del costo para terminar.

***VAC:*** Variaciones a la terminación.

***TCPI:*** Índice de desempeño del trabajo por completar.

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Parámetros para considerar la matriz AHP.
- Anexo 2.** Selección de parámetros a analizar con la matriz AHP, para selección de criterios y alternativas para el PMI.
- Anexo 3.** Comparación de los criterios a estudiar.
- Anexo 4.** Cálculo de consistencia para las alternativas según criterios.
- Anexo 5.** Comparación de alternativas según criterios para impacto en sobrecostos.
- Anexo 6.** Matriz normalizada para impacto en sobrecostos.
- Anexo 7.** Vectores para impacto en sobrecostos.
- Anexo 8.** Cálculo de consistencia para impacto en sobrecostos.
- Anexo 9.** Comparación de alternativas según criterios para impacto de tiempo para ejecución de actividades. (Cronograma de obra).
- Anexo 10.** Matriz normalizada para para impacto de tiempo para ejecución de actividades. (Cronograma de obra).
- Anexo 11.** Vectores para impacto de tiempo para ejecución de actividades.
- Anexo 12.** Cálculo de consistencia para impacto de tiempo para ejecución de actividades.
- Anexo 13.** Comparación de alternativas según criterios para impacto en el alcance.
- Anexo 14.** Matriz normalizada para para impacto en el alcance.
- Anexo 15.** Vectores para impacto en el alcance.
- Anexo 16.** Cálculo de consistencia para impacto en el alcance.
- Anexo 17.** Comparación de alternativas según criterios para impacto en riesgos del proyecto.
- Anexo 18.** Matriz normalizada para para impacto en riesgos del proyecto.
- Anexo 19.** Vectores para impacto en riesgos del proyecto.
- Anexo 20.** Cálculo de consistencia para impacto en riesgos del proyecto.
- Anexo 21.** Matriz de comparación de criterios para selección de la mejor alternativa.
- Anexo 22.** Programación de obra para, el caso de estudio

## ANEXOS

### Anexo 22. Parámetros para considerar la matriz AHP.

Escala	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento del objetivo.
3	Moderada Importancia de uno sobre el otro.	La experiencia y el juicio favorecen levemente una actividad sobre la otra
5	Fuerte o esencial importancia	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o desmemorable importancia	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extremada importancia	La evidencia que favorece una actividad sobre otra, es absoluta y totalmente clara.
2,4,6,8	Valores intermedios o de compromiso	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes.
Recíprocos	Para comparación inversa	

**Anexo 23.**Selección de parámetros a analizar con la matriz AHP, para selección de criterios y alternativas para el PMI.

<b>Selección de parámetros del PMI, para evaluar factibilidad de proyectos de construcción de edificios</b>		
<b>Número de criterios</b>	4	
<b>Criterios a analizar</b>	PROPUESTA 1. Impacto en sobrecostos. PROPUESTA 2. Impacto de tiempo para ejecución de actividades. (Cronograma de obra) PROPUESTA 3. Impacto en el alcance PROPUESTA 4. Impacto en riesgos del proyecto.	
<b>Número de alternativas</b>	10	
<b>Alternativas a considerar</b>	Integración Alcance Cronograma del proyecto Costos Calidad Recursos Comunicaciones Riesgos Adquisiciones Interesados	<b>PROCESO DE ANÁLISIS JERARQUICO - AHP</b>

Anexo 24. Comparación de los criterios a estudiar.

<b>COMPARACIÓN DE CRITERIOS A ESTUDIAR</b>											
<b>MATRIZ AHP DE COMPARACIÓN CON PARES</b>					<b>MATRIZ NORMALIZADA</b>				<b>VECTORES</b>		
<b>CRITERIOS A CONSIDERAR</b>	<b>Impacto en sobre costos</b>	<b>Impacto en cronograma de obra</b>	<b>Impacto en el alcance</b>	<b>Impacto en riesgos del proyecto</b>	<b>Impacto en sobrecostos</b>	<b>Impacto en cronograma de obra</b>	<b>Impacto en el alcance</b>	<b>Impacto en riesgos del proyecto</b>	<b>PRIORIDADES</b>	<b>PONDERADO</b>	<b>CONSISTENCIA</b>
<b>Impacto en sobrecostos</b>	1	1	1	1	0.25	0.3125	0.125	0.25	0.234	1	4.267
<b>Impacto en cronograma de obra</b>	1	1	5	1	0.25	0.3125	0.625	0.25	0.359	1	2.783
<b>Impacto en el alcance</b>	1	0.200	1	1	0.25	0.0625	0.125	0.25	0.172	1	5.818
<b>Impacto en riesgos del proyecto</b>	1	1	1	1	0.25	0.3125	0.125	0.25	0.234	1	4.267
<b>TOTAL</b>	4.000	3.200	8.000	4.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		

**Anexo 25.** Calculo de consistencia para las alternativas según criterios.

<b>Número de criterios n</b>	4
Lambda $\lambda$	4.28
Índice consistencia CI	0.09
Índice aleatorio RI	0.99
Razón de consistencia CR	0.095
<b>Es consistente</b>	

**Anexo 26.** Comparación de alternativas según criterios para impacto en sobrecostos.

<b>COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS SEGÚN CRITERIOS- Impacto en sobrecostos</b>										
<b>MATRIZ AHP DE COMPARACIÓN CON PARES</b>										
<b>CRITERIOS A CONSIDERAR</b>	<b>Integración</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma del Proyecto</b>	<b>Costos</b>	<b>Calidad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Adquisiciones</b>	<b>Interesados</b>
<b>Integración</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Alcance Cronograma del Proyecto</b>	1	1	1	3	3	1	7	1	4	1
<b>Costos</b>	1	0	3	1	3	3	9	1	1	1
<b>Calidad</b>	1	3	1	1	1	3	3	1	1	1
<b>Recursos Comunicaciones</b>	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
<b>Riesgos Adquisiciones</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Interesados</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	10.000	12.476	12.000	13.111	12.667	14.000	32.000	10.000	15.000	10.000

Anexo 27. Matriz normalizada para impacto en sobrecostos.

<b>MATRIZ NORMALIZADA- Impacto en sobrecostos</b>									
<b>MATRIZ NORMALIZADA</b>									
<b>Integración</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma del Proyecto</b>	<b>Costos</b>	<b>Calidad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Adquisiciones</b>	<b>Interesados</b>
<b>0.100</b>	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	0.100	0.067	0.100
0.100	<b>0.080</b>	0.083	0.229	0.237	0.071	0.219	0.100	0.267	0.100
0.100	0.080	<b>0.083</b>	0.229	0.079	0.071	0.219	0.100	0.200	0.100
0.100	0.027	0.250	<b>0.076</b>	0.237	0.214	0.281	0.100	0.067	0.100
0.100	0.240	0.083	0.076	<b>0.079</b>	0.214	0.094	0.100	0.067	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	0.026	<b>0.071</b>	0.031	0.100	0.067	0.100
0.100	0.011	0.083	0.008	0.026	0.071	<b>0.031</b>	0.100	0.067	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	<b>0.100</b>	0.067	0.100
0.100	0.240	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	0.100	<b>0.067</b>	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	0.100	0.067	<b>0.100</b>
<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>

**Anexo 28.** Vectores para impacto en sobrecostos.

<b>VECTORES-Impacto en sobrecostos</b>		
<b>VECTORES</b>		
<b>PRIORIDADES</b>	<b>PONDERADO</b>	<b>CONSISTENCIA</b>
<b>0.079</b>	1.000	12.690
<b>0.149</b>	1.000	6.730
<b>0.126</b>	1.000	7.928
<b>0.145</b>	1.000	6.887
<b>0.115</b>	1.000	8.668
<b>0.074</b>	1.000	13.598
<b>0.060</b>	1.000	16.697
<b>0.079</b>	1.000	12.690
<b>0.095</b>	1.000	10.545
<b>0.079</b>	1.000	12.690
<b>1.0</b>		

**Anexo 29.** Cálculo de consistencia para impacto en sobrecostos.

<b>Consistencia para impacto en sobrecostos</b>	
<b>Número de criterios n</b>	10
Lambda $\lambda$	10.91
Indice consistencia CI	0.10
Indice aleatorio RI	1.584
Razón de consistencia CR	0.064
<b>Es consistente</b>	

**Anexo 30.** Comparación de alternativas según criterios para impacto de tiempo para ejecución de actividades. (Cronograma de obra).

<b>COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS SEGÚN CRITERIOS- Impacto de tiempo para ejecución de actividades. (Cronograma de obra)</b>										
<b>MATRIZ AHP DE COMPARACIÓN CON PARES</b>										
<b>CRITERIOS A CONSIDERAR</b>	<b>Integración</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma del Proyecto</b>	<b>Costos</b>	<b>Calidad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Adquisiciones</b>	<b>Interesados</b>
<b>Integración</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Alcance Cronograma del proyecto</b>	1	1	1	7	1	1	3	1	1	1
<b>Costos</b>	1	0.14	1	1	1	1	3	1	1	3
<b>Calidad</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Recursos</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Comunicaciones</b>	1	0.33	1	1	1	1	1	1	7	1
<b>Riesgos</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Adquisiciones</b>	1	2	1	9	1	2	1	1	1	1
<b>Interesados</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	10.000	9.476	10.000	26.000	10.000	11.000	14.000	10.000	18.000	12.000

**Anexo 31.** Matriz normalizada para para impacto de tiempo para ejecución de actividades.  
(Cronograma de obra).

<b>MATRIZ NORMALIZADA- Impacto de tiempo para ejecución de actividades.</b>									
<b>(Cronograma de obra)</b>									
<b>MATRIZ NORMALIZADA</b>									
<b>Integración</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma del proyecto</b>	<b>Costos</b>	<b>Calidad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Adquisiciones</b>	<b>Interesados</b>
			0.07				0.10		
<b>0.100</b>	0.080	0.083	6	0.079	0.071	0.031	0	0.067	0.100
			0.53				0.10		
0.100	<b>0.080</b>	0.083	4	0.079	0.071	0.094	0	0.067	0.100
			0.22				0.10		
0.100	0.080	<b>0.083</b>	9	0.079	0.071	0.094	0	0.067	0.300
			<b>0.07</b>				0.10		
0.100	0.011	0.083	<b>6</b>	0.079	0.071	0.031	0	0.200	0.100
			0.07				0.10		
0.100	0.080	0.083	6	<b>0.079</b>	0.071	0.031	0	0.067	0.100
			0.07				0.10		
0.100	0.080	0.083	6	0.079	<b>0.071</b>	0.031	0	0.067	0.100
			0.07				0.10		
0.100	0.027	0.083	6	0.079	0.071	<b>0.031</b>	0	0.467	0.100
			0.07				<b>0.10</b>		
0.100	0.080	0.083	6	0.079	0.071	0.031	<b>0</b>	0.067	0.100
			0.68				0.10		
0.100	0.160	0.083	6	0.079	0.143	0.031	0	<b>0.067</b>	0.100
			0.07				0.10		
0.100	0.080	0.083	6	0.079	0.071	0.031	0	0.067	<b>0.100</b>
<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>2.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.4</b>	<b>1.0</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>

**Anexo 32.** Vectores para impacto de tiempo para ejecución de actividades.

<b>VECTORES-Impacto de tiempo para ejecución de actividades.</b>		
<b>VECTORES</b>		
<b>PRIORIDADES</b>	<b>PONDERADO</b>	<b>CONSISTENCIA</b>
<b>0.079</b>	0.999	12.675
<b>0.131</b>	0.999	7.636
<b>0.120</b>	0.999	8.302
<b>0.085</b>	0.999	11.714
<b>0.079</b>	0.999	12.675
<b>0.079</b>	0.999	12.675
<b>0.113</b>	0.999	8.804
<b>0.079</b>	0.999	12.675
<b>0.155</b>	0.999	6.445
<b>0.079</b>	0.999	12.675
<b>1.0</b>		

**Anexo 33.** Cálculo de consistencia para impacto de tiempo para ejecución de actividades.

<b>Consistencia para impacto para ejecución de actividades.</b>	
<b>Número de criterios n</b>	10
Lambda $\lambda$	10.63
Indice consistencia CI	0.07
Indice aleatorio RI	1.584
Razón de consistencia CR	0.044
<b>Es consistente</b>	

Anexo 34. Comparación de alternativas según criterios para impacto en el alcance.

<b>COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS SEGÚN CRITERIOS- Impacto en el alcance</b>										
<b>MATRIZ AHP DE COMPARACIÓN CON PARES</b>										
<b>CRITERIOS A CONSIDERAR</b>	<b>Integración</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma del proyecto</b>	<b>Costos</b>	<b>Calidad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Adquisiciones</b>	<b>Interesados</b>
<b>Integración</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
<b>Alcance</b>	1	1	1	5	1	1	9	1	1	1
<b>Cronograma del proyecto</b>	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1
<b>Costos</b>	1	0.20	1	1	3	4	1	1	1	1
<b>Calidad</b>	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1
<b>Recursos</b>	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1
<b>Comunicaciones</b>	1	0.11	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Riesgos</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Adquisiciones</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Interesados</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	9.500	8.31	10.000	15.250	12.000	15.000	22.000	10.000	11.000	10.000

Anexo 35. Matriz normalizada para para impacto en el alcance.

<b>MATRIZ NORMALIZADA-Impacto en el alcance</b>									
<b>MATRIZ NORMALIZADA</b>									
<b>Integración</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma del proyecto</b>	<b>Costos</b>	<b>Calidad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Adquisiciones</b>	<b>Interesados</b>
<b>0.100</b>	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	0.100	0.133	0.100
0.100	<b>0.080</b>	0.083	0.381	0.079	0.071	0.281	0.100	0.067	0.100
0.100	0.080	<b>0.083</b>	0.229	0.079	0.071	0.094	0.100	0.067	0.100
0.100	0.016	0.083	<b>0.076</b>	0.237	0.286	0.031	0.100	0.067	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	<b>0.079</b>	0.214	0.094	0.100	0.067	0.100
0.100	0.080	0.083	0.019	0.079	<b>0.071</b>	0.031	0.100	0.067	0.100
0.100	0.009	0.083	0.076	0.079	0.071	<b>0.031</b>	0.100	0.067	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	<b>0.100</b>	0.067	0.100
0.050	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	0.100	<b>0.067</b>	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	0.100	0.067	<b>0.100</b>
<b>1.0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>1.2</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>

**Anexo 36.** Vectores para impacto en el alcance.

<b>VECTORES-Impacto en el alcance</b>		
<b>VECTORES</b>		
<b>PRIORIDADES</b>	<b>PONDERADO</b>	<b>CONSISTENCIA</b>
<b>0.085</b>	0.905	10.591
<b>0.134</b>	0.979	7.289
<b>0.100</b>	0.979	9.760
<b>0.110</b>	0.979	8.932
<b>0.099</b>	0.979	9.855
<b>0.073</b>	0.979	13.396
<b>0.072</b>	0.979	13.658
<b>0.079</b>	0.979	12.423
<b>0.074</b>	0.979	13.265
<b>0.079</b>	0.979	12.423
<b>0.9</b>		

**Anexo 37.** Cálculo de consistencia para impacto en el alcance.

<b>Consistencia para impacto en el alcance.</b>	
<b>Número de criterios n</b>	10
Lambda $\lambda$	11.16
Indice consistencia CI	0.13
Indice aleatorio RI	1.584
Razón de consistencia CR	0.081
<b>Es consistente</b>	

**Anexo 38.** Comparación de alternativas según criterios para impacto en riesgos del proyecto.

<b>COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS SEGÚN CRITERIOS- Impacto en riesgos del proyecto.</b>										
<b>MATRIZ AHP DE COMPARACIÓN CON PARES</b>										
<b>CRITERIOS A CONSIDERAR</b>	<b>Integración</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma del proyecto</b>	<b>Costos</b>	<b>Calidad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Adquisiciones</b>	<b>Interesados</b>
<b>Integración</b>	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
<b>Alcance</b>	1	1	1	6	2	1	1	3	2	1
<b>Cronograma del proyecto</b>	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1
<b>Costos</b>	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1
<b>Calidad</b>	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1
<b>Recursos</b>	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
<b>Comunicaciones</b>	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1
<b>Riesgos</b>	3	2	1	3	3	1	9	1	1	1
<b>Adquisiciones</b>	1	0.50	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Interesados</b>	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
<b>TOTAL</b>	11.500	11.500	10.000	19.000	18.000	14.000	20.000	16.000	11.000	9.500

Anexo 39. Matriz normalizada para para impacto en riesgos del proyecto.

<b>MATRIZ NORMALIZADA- Impacto en riesgos del proyecto.</b>									
<b>MATRIZ NORMALIZADA</b>									
<b>Integración</b>	<b>Alcance</b>	<b>Cronograma del proyecto</b>	<b>Costos</b>	<b>Calidad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Adquisiciones</b>	<b>Interesados</b>
<b>0.100</b>	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.063	0.100	0.067	0.100
0.100	<b>0.080</b>	0.083	0.458	0.158	0.071	0.031	0.300	0.133	0.100
0.100	0.080	<b>0.083</b>	0.229	0.079	0.071	0.031	0.300	0.067	0.100
0.100	0.080	0.083	<b>0.076</b>	0.237	0.214	0.031	0.100	0.067	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	<b>0.079</b>	0.214	0.031	0.300	0.067	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	0.237	<b>0.071</b>	0.031	0.100	0.067	0.100
0.050	0.160	0.083	0.076	0.158	0.071	<b>0.031</b>	0.100	0.067	0.050
0.300	0.160	0.083	0.229	0.237	0.071	0.281	<b>0.100</b>	0.067	0.100
0.100	0.040	0.083	0.076	0.079	0.071	0.031	0.100	<b>0.067</b>	0.100
0.100	0.080	0.083	0.076	0.079	0.071	0.063	0.100	0.067	<b>0.100</b>
<b>1.2</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	<b>1.6</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>

**Anexo 40.** Vectores para impacto en riesgos del proyecto.

---

**VECTORES- Impacto en riesgos del proyecto.**

---

**VECTORES**

<b>PRIORIDADES</b>	<b>PONDERADO</b>	<b>CONSISTENCIA</b>
<b>0.082</b>	1.068	13.040
<b>0.152</b>	1.153	7.611
<b>0.114</b>	1.153	10.109
<b>0.109</b>	1.153	10.590
<b>0.113</b>	1.153	10.196
<b>0.095</b>	1.153	12.190
<b>0.085</b>	1.153	13.611
<b>0.163</b>	1.153	7.080
<b>0.075</b>	1.153	15.416
<b>0.082</b>	1.153	14.074
<b>1.1</b>		

---

**Anexo 41.** Cálculo de consistencia para impacto en riesgos del proyecto.

---

**Consistencia para impacto en riesgos del proyecto.**

---

<b>Número de criterios n</b>	10
Lambda $\lambda$	11.39
Indice consistencia CI	0.15
Indice aleatorio RI	1.584
Razón de consistencia CR	0.0976
<b>Es consistente</b>	

---



Anexo 42. Matriz de comparación de criterios para selección de la mejor alternativa.

<b>MATRIZ DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE MEJOR ALTERNATIVA</b>														
	<b>IMPACTO EN SOBRECOSTOS</b>			<b>IMPACTO DE TIEMPO CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>			<b>IMPACTO EN EL ALCANCE</b>			<b>IMPACTO EN RIESGOS DEL PROYECTO</b>			<b>GRAN TOTAL</b>	<b>MEJOR ALTERNATIVA</b>
	<b>VALOR CRITERIO</b>	<b>VALOR ALTERNATIVA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>VALOR CRITERIO</b>	<b>VALOR ALTERNATIVA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>VALOR CRITERIO</b>	<b>VALOR ALTERNATIVA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>VALOR CRITERIO</b>	<b>VALOR ALTERNATIVA</b>	<b>TOTAL</b>		
<b>ALTERNATIVAS INTEGRACIÓN</b>	0.234	0.079	0.018	0.359	0.079	0.028	0.172	0.085	0.015	0.234	0.082	0.009	8%	
<b>ALCANCE CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>	0.234	0.149	0.035	0.359	0.131	0.047	0.172	0.134	0.033	0.234	0.152	0.066	14%	
<b>COSTOS</b>	0.234	0.126	0.030	0.359	0.120	0.043	0.172	0.100	0.017	0.234	0.114	0.021	12%	
<b>CALIDAD RECURSOS</b>	0.234	0.145	0.034	0.359	0.085	0.029	0.172	0.110	0.019	0.234	0.109	0.020	11%	<b>ALCANCE</b>
<b>COMUNICACIONES</b>	0.234	0.115	0.027	0.359	0.079	0.028	0.172	0.099	0.017	0.234	0.113	0.021	10%	
<b>RIESGOS ADQUISICIONES</b>	0.234	0.074	0.017	0.359	0.079	0.028	0.172	0.073	0.013	0.234	0.095	0.020	8%	
<b>INTERES ADOS</b>	0.234	0.060	0.014	0.359	0.113	0.049	0.172	0.072	0.022	0.234	0.085	0.021	9%	
	0.234	0.079	0.018	0.359	0.079	0.028	0.172	0.079	0.014	0.234	0.163	0.033	10%	
	0.234	0.095	0.022	0.359	0.155	0.053	0.172	0.074	0.013	0.234	0.075	0.021	11%	
	0.234	0.079	0.018	0.359	0.079	0.028	0.172	0.079	0.014	0.234	0.082	0.021	8%	

**Anexo 22.** Programación de obra para, el caso de estudio

<b>OBRA EDIFICIO EN LA CIUDAD DE PALMIRA, VALLE CASO DE ESTUDIO PROYECTO DE GRADO</b>				
<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>FECHA FIN</b>	<b>VALOR PARCIAL</b>
	<b>DURACIÓN TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>11/05/2020</b>	<b>25/01/2021</b>	
<b>1.00</b>	<b>PRELIMINARES</b>	<b>11/05/2020</b>	<b>25/01/2021</b>	
1.01	CONFIGURACIÓN Y NIVELACIÓN DE TERRENO	11/05/2020	12/05/2020	\$ 2,002,000
1.02	DESCAPOTE MANUAL MÁS RETIRO	11/05/2020	13/05/2020	\$ 929,500
1.03	CERRAMIENTO POLISOMBRA Y GUADUA	11/05/2020	12/05/2020	\$ 213,750
1.04	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO OBRA ARQUITECTÓNICA	11/05/2020	12/05/2020	\$ 214,500
1.05	LIMPIEZA Y ASEO VIAJE DE VOLQUETAS	11/05/2020	12/05/2020	\$ 886,600
1.06	VIGILANCIA	11/05/2020	25/01/2021	\$ 12,775,000
1.07	BODEGAJE	11/05/2020	12/06/2020	\$ 160,000
	<b>SUBTOTAL PRELIMINARES</b>			<b>\$ 17,181,350</b>
<b>2.00</b>	<b>DESAGUES BAJO TIERRA</b>	<b>13/05/2020</b>	<b>16/05/2020</b>	
2.01	CAJA DE INSPECCIÓN 70X70 CON CAÑUELA	13/05/2020	15/05/2020	\$ 464,400
2.02	EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 2" CON ACCESORIOS	13/05/2020	15/05/2020	\$ 738,400
2.03	EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 3" CON ACCESORIOS	13/05/2020	15/05/2020	\$ 2,019,600
2.04	EXCAVACIÓN + TUBERÍA SÁNITARIA 6" CON ACCESORIOS	13/05/2020	15/05/2020	\$ 1,220,400

2.05	TAPAS DE CAJAS DE INSPECCIÓN CON ANGULOS Y REFUERZO	15/05/2020	16/05/2020	\$ 107,700
	<b>SUBTOTAL DESAGUES BAJO TIERRA</b>			<b>\$ 4,550,500</b>
<b>3.00</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>15/05/2020</b>	<b>30/05/2020</b>	
3.01	SOLADO DE LIMPIEZA ESPESOR 7 CM	29/05/2020	30/05/2020	\$ 439,560
3.02	ZAPATA Z1 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI,INCLUYE FORMALETA	15/05/2020	16/05/2020	\$ 411,200
3.03	ZAPATA Z2 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI,INCLUYE FORMALETA	15/05/2020	19/05/2020	\$ 1,173,600
3.04	ZAPATA Z3 EN CONCRETO REFORZADO DE 3000PSI,INCLUYE FORMALETA	15/05/2020	22/05/2020	\$ 1,858,200
3.05	PEDESTAL DE CONCRETO 3000 PSI	22/05/2020	30/05/2020	\$ 2,090,000
3.06	VIGA CIMIENTO H=40 CM	22/05/2020	29/05/2020	\$ 12,815,800
3.07	ACERO DE REFUERZO FLEJADO 60.000 PSI	15/05/2020	27/05/2020	\$ 6,720,000
	<b>SUBTOTAL CIMENTACIÓN</b>			<b>\$ 25,508,360</b>
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	<b>13/05/2020</b>	<b>11/11/2020</b>	
4.01	ACERO DE REFUERZO FLEJADO 60.000 PSI	13/05/2020	1/07/2020	\$ 19,939,200
4.02	COLUMNA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	1/07/2020	24/07/2020	\$ 16,770,600
4.03	VIGA LOSA EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	4/08/2020	7/09/2020	\$ 11,339,960
4.04	VIGA BORDE EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	24/07/2020	27/08/2020	\$ 7,614,440
4.05	VIGA DINTEL EN CONCRETO REFORZADO 3000 PSI	22/09/2020	24/10/2020	\$ 1,656,000
4.06	SOBREPISO + MALLA ELECTROSOLDADA	7/09/2020	22/09/2020	\$ 6,935,500

	LOSA SOBREPISO EN CONCRETO REFORZADO + PERLINES METÁLICOS + BLOQUELÓN 80 X 23 (INCLUYE LOSA DEL CUARTO PISO SIN DISEÑAR)	23/09/2020	11/11/2020	\$ 28,558,500
4.07				
4.08	ESCALERA EN CONCRETO + ENCHAPE	4/08/2020	7/09/2020	\$ 5,934,000
	<b>SUBTOTAL ESTRUCTURA</b>			<b>\$ 98,748,200</b>
<b>5.00</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>	<b>24/07/2020</b>	<b>22/09/2020</b>	
5.01	MURO EN LADRILLO FAROL LISO E=12CM	24/07/2020	7/09/2020	\$ 30,649,500
5.02	MURO EN LADRILLO FAROL LISO E=12CM, CUARTO PISO	7/09/2020	14/09/2020	\$ 2,641,000
5.03	ALFAJIA EN GRESS A=15CM	14/09/2020	22/09/2020	\$ 1,110,200
	<b>SUBTOTAL MAMPOSTERÍA</b>			<b>\$ 34,400,700</b>
<b>6.00</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>	<b>30/05/2020</b>	<b>18/06/2020</b>	
6.01	PUNTOS SÁNITARIOS PVC 2"	6/06/2020	18/06/2020	\$ 1,995,800
6.02	PUNTOS SÁNITARIOS PVC 3"	2/06/2020	4/06/2020	\$ 861,000
6.03	TUBERÍA SÁNITARIA 2" + ACCESORIOS	30/05/2020	6/06/2020	\$ 1,676,080
6.04	TUBERÍA SÁNITARIA 3" + ACCESORIOS	30/05/2020	2/06/2020	\$ 1,053,000
6.05	TUBERÍA AGUA LLUVIA 3" + ACCESORIOS	2/06/2020	4/06/2020	\$ 940,200
	<b>SUBTOTAL INSTALACIONES SANITARIAS</b>			<b>\$ 6,526,080</b>
<b>7.00</b>	<b>INSTALACIONES HIDRAULICAS SIN MEDIDOR</b>	<b>27/08/2020</b>	<b>10/10/2020</b>	
7.01	PUNTOS HIDRAULICOS INCLUYE ACCESORIOS	27/08/2020	11/09/2020	\$ 2,835,000
7.02	TUBERÍA PVC 1/2"	11/09/2020	2/10/2020	\$ 1,560,400

7.03	TUBERÍA PVC 1"	11/09/2020	22/09/2020	\$ 487,200
7.04	VALVULA DE CIERRE RÁPIDO DE 1/2"	3/10/2020	8/10/2020	\$ 783,200
7.05	TUBERÍA CPVC 1/2"	14/09/2020	22/09/2020	\$ 464,000
7.06	INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE AGUA ACOMETIDA	8/10/2020	10/10/2020	\$ 720,000
7.07	PUNTO HIDRAULICO AGUA CALIENTE	11/09/2020	14/09/2020	\$ 311,500
	<b>SUBTOTAL INSTALACIONES HIDRAULICAS SIN MEDIDOR</b>			\$ <b>7,161,300</b>
<b>8.00</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	<b>30/05/2020</b>	<b>20/01/2021</b>	
8.01	PUNTOS ELECTRICOS (INCLUYE TOMAS Y CABLEADO)	27/08/2020	17/09/2020	\$ 5,358,600
8.02	PUNTOS LUMINARIAS (INCLUYE PLAFÓN,INTERRUPTOR Y CABLEADO)	2/01/2021	20/01/2021	\$ 6,909,900
8.03	TIMBRES	27/11/2020	30/11/2020	\$ 935,000
8.04	ADECUACIÓN CONTADOR	16/12/2020	18/12/2020	\$ 3,600,000
8.05	CAJA PARA CONTADORES CON MALLA A TIERRA Y PROCESO DE CERTIFICACIÓN PLENA CON ACOMETIDA SUBTERRANEA (NO INCLUYE TRANSFORMADOR POR PARTE DE EPSA)	30/05/2020	10/06/2020	\$ 7,200,000
8.06	TABLEROS DE BLEACKERS CON TOTALIZADORES 60 AMP	16/12/2020	18/12/2020	\$ 1,325,000
	<b>SUBTOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS</b>			\$ <b>25,328,500</b>
<b>9.00</b>	<b>CUBIERTA</b>	<b>22/09/2020</b>	<b>8/01/2021</b>	
9.01	INSTALACIÓN DE CIELO FALSO EN PANEL YESO DE 1/2" + PINTURAS Y CARTERAS	16/12/2020	2/01/2021	\$ 13,269,282
9.02	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA PARA TEJA FIBRO CEMENTO	22/09/2020	29/09/2020	\$ 6,373,575

9.03	CANAL EN LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 22 + CUADRADO Y CODO BAJANTE	2/01/2021	8/01/2021	\$ 722,800
	<b>SUBTOTAL CUBIERTA</b>			<b>\$ 20,365,657</b>
<b>10.00</b>	<b>ENCHAPE CERAMICA</b>	<b>16/12/2020</b>	<b>2/01/2021</b>	
10.01	ENCHAPE GENERAL PISOS EN CERAMICA (INCLUYE MORTERO DE PEGA Y GUARDAESCOBA H=7CM), TRAFICO RESIDENCIAL;NO MAYOR A \$22.000	16/12/2020	2/01/2021	\$ 17,700,625
10.02	ENCHAPE PISO ANTIDESLIZANTE ANTEJARDÍN Y ANDEN (INCLUYE MORTERO DE PEGA) NO MAYOR A \$22.000	16/12/2020	28/12/2020	\$ 1,312,500
10.03	ENCHAPE MUROS DE COCINA Y PATIOS DE ROPA EN CERAMICA DE ALTURA SOLO POZUELO Y PARTE VISIBLE DE MESÓN , NO MAYOR A \$25.000	16/12/2020	28/12/2020	\$ 997,500
10.04	ENCHAPE MUROS DE BAÑOS EN CERAMICA ALTURA 2.00, NO MAYOR A \$25000,(INCLUYE CENEFA SENCILLA)	16/12/2020	28/12/2020	\$ 5,891,900
10.05	ENCHAPE PISOS BAÑOS ANTIDESLIZANTE EN CERAMICA (INCLUYE MORTERO DE PEGA),NO MAYOR A \$22.000	16/12/2020	28/12/2020	\$ 1,062,500
	<b>SUBTOTAL ENCHAPE CERAMICA</b>			<b>\$ 26,965,025</b>
<b>11.00</b>	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b>	<b>27/11/2020</b>	<b>1/12/2020</b>	
11.01	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X0.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	27/11/2020	30/11/2020	\$ 2,400,000
11.02	PUERTAS CORREDIZAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 2.20 CON VIDRIO CLARO 4MM	27/11/2020	30/11/2020	\$ 2,550,000
11.03	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 1.50 X 1.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	27/11/2020	30/11/2020	\$ 1,750,000
11.04	VENTANAS EN ALUMINIO BLANCO 2.10 X 1.30 CON VIDRIO CLARO 4MM	27/11/2020	30/11/2020	\$ 2,200,000
11.05	LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 0.80X0.40	27/11/2020	30/11/2020	\$ 950,000
11.06	LUCETA EN ALUMINIO BLANCO 1.25 X0.40	27/11/2020	30/11/2020	\$ 290,000

11.07	PUERTAS EN CERRAJERIA COLOR BLANCO Y CHAPA DE ENTRADA PRINCIPAL YALE	27/11/2020	30/11/2020	\$ 3,450,000
11.08	MARCOS METALICOS H=2.20 CALIBRE 22	27/11/2020	1/12/2020	\$ 1,575,000
11.09	BARANDA DE BALCON EN ACERO INOXIDABLE	27/11/2020	30/11/2020	\$ 1,560,000
11.10	BARANDA DE ESCALERAS EN ACERO INOXIDABLE	27/11/2020	30/11/2020	\$ 8,640,000
11.11	REJAS EN PRIMER PISO A LOS COSTADOS EN TUBERÍA ELIPTICA BLANCA	27/11/2020	30/11/2020	\$ 1,500,000
11.12	REJA DE ACCESO PRIMER PISO EN TUBERÍA ELIPTICA BLANCA	27/11/2020	30/11/2020	\$ 670,000
11.13	PUERTA DE GARAJE AUTOMATICA CON MOTOR COLOR BLANCA	27/11/2020	30/11/2020	\$ 8,900,000
11.14	PROTECCIÓN EN VENTANAS FACHADA CON TUBERIA ELIPTICA COLOR BLANCA	27/11/2020	30/11/2020	\$ 1,480,000
11.15	DIVISIÓN DE BAÑOS EN VIDRIO TEMPLADO 6MM CON ACERO TAMAÑO 1.20 X 2.00	27/11/2020	30/11/2020	\$ 3,250,000
	<b>SUBTOTAL CARPINTERIA METALICA</b>			\$ <b>41,165,000</b>
<b>12.00</b>	<b>PORCELANA SANITARIA Y PREFABRICADOS</b>	<b>10/10/2020</b>	<b>16/10/2020</b>	
12.01	COMBO SANITARIO CON INSTALACION DE ACCESORIOS	10/10/2020	16/10/2020	\$ 1,700,000
12.02	LAVADERO PREFABRICADO + ACCESORIOS	10/10/2020	16/10/2020	\$ 2,400,000
	<b>SUBTOTAL PORCELANA SANITARIA Y PREFABRICADOS</b>			\$ <b>4,100,000</b>
<b>13.00</b>	<b>ESTUCOS,ACABADOS Y PINTURA</b>	<b>22/09/2020</b>	<b>15/12/2020</b>	
13.01	ESTUCO + PINTURA VINILO BLANCO VINITEX 3 MANOS EN MURO	24/10/2020	27/11/2020	\$ 30,113,400
13.02	REPELLO EN MUROS	22/09/2020	14/10/2020	\$ 27,278,200

13.03	REPELLO FACHADA	22/09/2020	7/10/2020	\$ 2,300,000
13.04	ESGRAFIADO CON GRANIPLAST BLANCO EN PATIO Y ZONA DE ESCALERA	14/10/2020	24/10/2020	\$ 6,795,000
13.05	MATERAS EN FACHADA	15/12/2020	15/12/2020	\$ 169,380
13.06	ENCHAPE DE FACHADA	27/11/2020	15/12/2020	\$ 800,000
13.07	ESGRAFIADO CON GRANIPLAST BLANCO Y GRIS EN FACHADA	7/10/2020	19/10/2020	\$ 3,600,000
	<b>SUBTOTAL ESTUCOS,ACABADOS Y PINTURA</b>			\$ <b>71,055,980</b>
<b>14.00</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>	<b>27/11/2020</b>	<b>29/12/2020</b>	
14.01	PUERTAS ENTAMBORADAS CON MELANINA COLOR A ESCOGER CON CHAPA H=2.10	27/11/2020	2/12/2020	\$ 4,650,000
14.02	CLOSET EN RH CON ZURRÓN,ENTREPAÑOS Y 2 CAJONES + PUERTAS CORREDERAS Y CHAPAS , INCLUYE INSTALACIÓN , INTERIOR BLANCO	27/11/2020	1/12/2020	\$ 5,985,000
14.03	MUEBLES BAJOS Y ALTOS EN COCINA EN RH,INCLUYE INSTALACIÓN ,INTERIOR BLANCO CON MESÓN EN MARMOL PIEDRA NEGRO SAN GABRIEL	27/11/2020	30/11/2020	\$ 12,250,000
14.04	MUEBLES DE LAVAMANOS CON MESÓN EN MARMOL PIEDRA NEGRO SAN GABRIEL	27/11/2020	30/11/2020	\$ 2,760,000
14.05	BARRA DE COCINA EN MADERA RH REENGRUESADA	28/11/2020	29/12/2020	\$ 780,000
	<b>SUBTOTAL CARPINTERIA EN MADERA</b>			\$ <b>26,425,000</b>
<b>15.00</b>	<b>JARDINES</b>	<b>28/11/2020</b>	<b>2/12/2020</b>	
15.01	PRADO TIPO GATAADORA	30/11/2020	1/12/2020	\$ 64,600
15.02	ARBUSTO DURANTA O PLANTA ORNAMENTAL	30/11/2020	2/12/2020	\$ 231,000
15.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TIERRA AGRICOLA	28/11/2020	30/11/2020	\$ 180,600

	<b>SUBTOTAL JARDINES</b>			\$
				<b>476,200</b>
<b>16.00</b>	<b>REDES DE GAS SIN CONTADOR</b>	<b>27/11/2020</b>	<b>9/12/2020</b>	
16.01	TUBERÍA DE COBRE K 1/2" PARA GAS NATURAL EMPOTRADO EN MUROS + SALIDA GALVANIZADA	27/11/2020	9/12/2020	\$
				4,325,000
	<b>SUBTOTAL REDES DE GAS SIN CONTADOR</b>			\$
				<b>4,325,000</b>
<b>17.00</b>	<b>ASEO Y RETIRO DE ESCOMBROS</b>	<b>11/05/2020</b>	<b>25/01/2021</b>	
17.01	RETIRO DE ESCOMBROS Y SALDOS DE OBRA EN VOLQUETAS	2/01/2021	14/01/2021	\$
				3,080,000
17.02	ASEO Y LIMPIEZA GENERAL DE AREAS INTERVENIDAS	11/05/2020	25/01/2021	\$
				2,686,790
	<b>SUBTOTAL ASEO Y RETIRO DE ESCOMBROS</b>			\$
				<b>5,766,790</b>
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>			\$
				<b>420,049,642</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS ADMINISTRATIVOS</b>		<b>2%</b>	\$
				8,400,992.84
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS IMPREVISTOS</b>		<b>2%</b>	\$
				8,400,992.84
	<b>TOTAL UTILIDADES</b>		<b>2%</b>	\$
				8,400,992.84
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS (ADMINISTRATIVOS + IMPREVISTOS) + UTILIDADES</b>			\$
				<b>445,252,621</b>
	<b>IVA SOBRE LA UTILIDAD</b>		<b>19%</b>	\$
				1,596,189
	<b>VALOR TOTAL DE LA OBRA</b>			\$
				<b>446,848,809</b>

