



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

EVALUACIÓN DE LAS APLICACIONES PROJECT LIBRE VERSUS MICROSOFT  
PROJECT EN LA PROGRAMACIÓN DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN.

MIGUEL LEONARDO PÉREZ PENAGOS  
CÓDIGO: 503820  
IVÁN RENE VARGAS GUALTERO  
CÓDIGO: 504465

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ  
2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

**EVALUACIÓN DE LAS APLICACIONES PROJECT LIBRE VERSUS MICROSOFT  
PROJECT EN LA PROGRAMACIÓN DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN.**

**MIGUEL LEONARDO PÉREZ PENAGOS**  
CÓDIGO: 503820  
**IVÁN RENE VARGAS GUALTERO**  
CÓDIGO: 504465

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director de Tesis  
Ingeniero EDGAR RICARDO MONROY VARGAS

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**BOGOTÁ**  
**2018**



## Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

### Bajo las condiciones siguientes:



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



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



**Sin Obras Derivadas** — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

Bogotá D.C mayo 2018, Universidad Católica de Colombia

**DEDICADO A:**

*Dios por bendecirnos siempre y a cada momento*

*Nuestros padres por su apoyo incondicional en el transcurso  
de nuestras vidas*

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestros más sinceros agradecimientos a todos aquellos que hicieron posible el proceso de ejecución de este proyecto, de paso dar bendición y encomendar gratitud hacia ellos.

A la constructora Terranum y su ingeniero de proyectos, ya que, gracias a la información brindada con fines académicos, fue muy valiosa en todo el proceso de investigación y realización de este trabajo.

A nuestro director de tesis, ingeniero Edgar Ricardo Monroy quien brindo apoyo hasta el último instante del proyecto; valiosos saludos a nuestras familias, papá, mamá y hermanos quienes siempre han sido fuente de inspiración y motivación para el desarrollo de todos los procesos educativos.

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
CONTENIDO	7
INTRODUCCIÓN	11
1.GENERALIDADES	12
1.1 ANTECEDENTES	12
2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
3.OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GENERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4.JUSTIFICACIÓN	19
5.DELIMITACIÓN	20
5.1 ESPACIO	20
5.2 TIEMPO	20
5.3 CONTENIDO	20
6.MARCO REFERENCIAL	21
6.1MARCO TEÓRICO.	21
6.2MARCO CONCEPTUAL	22
7.DISEÑO METODOLÓGICO	27
8.IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE ESTUDIO	28
8.1 ICONO 93	28
8.1.1 Descripción.	28
8.1.1.1 Certificación LEED	29
8.1.1.2 Sistema Top-Down (ascendente-descendente).	30
8.1.2 Localización.	35
9. EJECUCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN INCONO 93 EN CADA UNA DE LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES	36
9.1 HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES GRATUITAS	36
9.1.1 Openproj project-libre	41
9.2 MICROSOFT PROJECT	43
9.3 COMPONENTES Y GENERALIDADES DE UN PROYECTO	45
9.3.1 Administración de un proyecto.	45
9.3.2 Presupuesto de obra.	46
9.3.3 Costos directos y costos indirectos	46
9.3.3.1 Costos directos.	46
9.3.3.2 Costos indirectos.	46
9.3.4 Planeación del proyecto.	47
9.3.4.1 Cronograma de obra civil.	47
10. MODELO DE PROGRAMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS	49
10.1 ACTIVIDADES	49
10.2 TIEMPOS Y RECURSOS	49
10.3 PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO EN MICROSOFT PROJECT	50
10.3.1 Inserción de actividades y tiempos.	50

10.3.2 Precedencias.	51
10.3.3 Asignación de recursos.	51
10.3.3.1 Tarea.	52
10.3.4 Aplicación de project-libre al proyecto icono 93.	53
11. EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL	57
11.1 CRITERIOS A EVALUAR	57
11.2 PRIORIZACIÓN DE VARIABLES	61
11.3 ANALISIS DE RESULTADOS	62
11.3.1 Criterios que cumplió en algo	64
11.3.2 Criterios que no cumplió	64
12. CONCLUSIONES	66
13. RECOMENDACIONES	67
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
15. ANEXOS	70



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño estructural/modelado BIM ICONO 93	28
Figura 2. Etapa constructiva ICONO 93	30
Figura 3. Etapa constructiva ICONO 93	31
Figura 4. Etapa constructiva ICONO 93	31
Figura 5. Etapa constructiva ICONO 93	32
Figura 6. Etapa constructiva ICONO 93	32
Figura 7. Etapa constructiva ICONO 93	33
Figura 8. Etapa constructiva ICONO 93	33
Figura 9. Fachada ICONO 93	34
Figura 10. Etapa constructiva ICONO 93	34
Figura 11. Ubicación edificio ICONO 93	35
Figura 12. OpenProj - Project Libre	42
Figura 13. Tablas de información de Project	44
Figura 14. Tabla administrativa de proyectos de Ing. Civil	45
Figura 15. Diagrama de Gantt aplicado a la construcción de un edificio	47
Figura 16. La ruta crítica en la construcción de un edificio	48
Figura 17. Secuencia programación	53
Figura 18. Definición de tiempo de trabajo y calendario laboral	54
Figura 19. Enlace de actividades mediante precedencias	55
Figura 20. Asignación de recursos	56
Figura 22. Resumen resultados de matriz comparativa	63
Figura 21. Resumen resultados de matriz comparativa	63

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Base de datos de software gratuitos utilizados en la programación de proyectos	37
Tabla 2. Matriz comparativa de criterios a evaluar	58
Tabla 3. Asignación escala de colores y puntaje	61
Tabla 4. Resultado de la evaluación.	62
Tabla 5 Lista de Anexos	71

## INTRODUCCIÓN

La administración y planeación de proyectos es realizada para obtención de buenos resultados, tanto laborales como económicos, hoy en día se utilizan los softwares como herramienta fundamental para el desarrollo de una buena planeación, ya que son programas que facilitan la organización de las labores en cuanto a tiempos, programación, metodologías y desarrollo de actividades que las obras requieran; adicionalmente generan la facilidad de entendimiento del proceso gráficamente.

Estos softwares se adquieren de diversas maneras, pero la mayoría hoy en día se adquieren en la internet, lo que facilita la adquisición de los mismos, pero ¿tienen las prestaciones que necesita el usuario?, a razón de la importancia de la administración de proyectos en las obras civiles y que en el proceso de planeación de proyectos, su componente la programación, es de las que menos se investiga en Colombia, ya que no se le da la importancia que merece, pero que es la base esencial para el triunfo o fracaso de los proyectos de obras civiles; es como nace este trabajo de investigación y que busca evaluar una herramienta computacional utilizada en la programación de proyectos, teniendo como referencia a Microsoft Project.

Para la evaluación, se programó en Microsoft Project, el proyecto “ICONO 93”, utilizando las herramientas más relevantes en la programación de obras, incluidas en todos los componentes de actividades, tiempos y recursos, proyecto el cual fue ejecutado y construido por la constructora Terranum.

Este documento busca realizar una investigación sobre criterios técnicos, desempeños de uso, desarrollo para la ejecución y administración de una construcción de obra civil, donde evalúa el software gratuito utilizado en la programación de proyectos, teniendo como referencia Microsoft Project, con el fin de conocer y demostrar si tiene las mismas, iguales o no cumple en nada con las prestaciones que ofrece el software con el cual se compara.

# 1. GENERALIDADES

## 1.1 ANTECEDENTES

En este país, como en cualquier parte del mundo, en el campo de las obras civiles y las herramientas computacionales son elementos que facilitan la programación de proyectos de construcción, ya que brindan al interesado una aproximación del valor, tiempo y producción real de la obra, asegurando un manejo del proyecto y que será visualizado en la ejecución del mismo.

Aunque en el mercado encontramos diversidad de herramientas computacionales para la planeación de proyectos en su mayoría de procedencia ilegal, según estudios realizados en Colombia se obtuvieron pérdidas de US\$272 millones por ilegalidad de software y ventas en US\$280 millones<sup>1</sup>; lo que indica a simple vista que la cultura de la ilegalidad respecto a herramientas computacionales es el común denominador de la gran mayoría de los colombianos, siendo un tema preocupante y que no ayuda para nada al progreso del país y en la industria de la construcción limita a las nuevas generaciones a incursionar en este mercado.

Para las personas que trabajan en el campo de las obras civiles es muy importante poseer un documento final que contenga recomendaciones de uso y elementos concluyentes sobre las herramientas computacionales para la programación de proyectos gratuitas, en español, para sistema operativo Windows 7 y con soporte al usuario es la más conveniente para el trabajo del estudiante o el egresado de ingeniería civil.

En 2013 una tesis realizada por Riay permite observar un panorama acerca de la utilización de herramientas computacionales que dan paso a la realización, la planeación y administración de obras civiles, la utilización de estas y la implementación de otras herramientas gratuitas alternativas en Colombia dando cuenta de que la indagación y recolección de información frente al uso de dichas plataformas digitales es escasa<sup>2</sup>.

En los últimos años del país, cuando se hace referencia hacia el sector de la construcción, la planeación y el seguimiento de los proyectos se convierte en un problema crítico dejando desastres y numerosas pérdidas económicas.

Para ser más objetivos, Colombia ha pasado por problemas de planeación e infraestructura a nivel mundial como colapso del conjunto residencial SPACE en la ciudad de Medellín, la caída del puente peatonal de la carrera 11, son los factores más resaltantes, al momento de plantear la siguiente investigación, para sacarle todo el provecho a las herramientas computacionales.

---

<sup>1</sup> Estudio global de piratería de *software* que realiza anualmente la *Business Software Alliance* BSA por sus siglas en inglés.

<sup>2</sup> RIAY, Y.H. Evaluación técnica de software gratuitos empleados en la programación y control de proyectos de obra civil. Pamplona: Santander, 2013. p. 12

Para los profesionales de la ingeniería civil, en este caso se brindan diplomados como los ofrece la escuela de ingenieros Julio Garavito, proyectando a los profesionales las falencias principales que se existe en el país cuando se hace referencia a la gerencia de proyectos y presupuestos de obras.

La importancia es innovar a los que no cuentan con ninguna experiencia en el campo, es importante que se brinde una ayuda elemental y conceptualizar los elementos para capacitar a cualquier persona interesada en el manejo de las aplicaciones.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Al momento de ejecutar una obra se producen deficiencias variadas tales como, pérdida de tiempo (reflejada en retrasos), consumos adicionales y falta de efectividad, que se traduce en gasto excesivo de recursos y limitada competitividad, ya que al iniciar el proyecto se contemplaron los diferentes parámetros a tener en cuenta y sobre los mismos se planifico, obteniendo diferentes resultados que varían al producirse deficiencias de los parámetros iniciales

Resulta necesario valorar la importancia de una adecuación, planificación y control de los proyectos de construcción. Probablemente en ningún otro contexto como en el de un proyecto de construcción, es necesario planificar tantos frentes en forma simultánea, involucrando además el manejo de una significativa cantidad de información.

En este esfuerzo, multiplicar la capacidad de procesamiento de dicha información y fortalecer el nivel de competencia en la interpretación de la misma, constituyen dos elementos claves para garantizar una toma de decisiones eficiente, oportuna y contribuir con ello al desarrollo de proyectos de construcción exitosos<sup>3</sup>.

El desarrollo de las obras civiles debe estar constituido por la aplicación de una buena planeación en las metodologías del desarrollo de cada uno de los proyectos, esto se viene desarrollando mediante la ayuda de software y programas enfocados a la planeación de proyectos, como pueden ser el diagrama de Gantt, Flujo de caja, Openproj, Aceproject, por nombrar algunos de ellos.

Todos estos enfocados en la planeación de proyectos y con metodologías diferentes que busca la organización y parametrización de cada una de las fases o metodologías del proyecto con una secuencia en tiempo real, de igual manera cada uno de estos programas tienen su propia metodología para el desarrollo de la planeación de un proyecto teniendo en cuenta que cada cual maneja la información según su metodología y enfoques principales para el proceso de planeación.

Estos programas y software desarrollan y organizan la información de un proyecto según sus propias metodologías de solución ya que cada una busca sintetizar la información de manera diferente, utilizan información que es útil y necesaria para cada uno.

Los softwares anteriormente nombrados, se utilizan para el desarrollo de la planeación de un proyecto, pero dichos programas tienen diversas dificultades en

---

<sup>3</sup> GARCÍA NARANJO, Manuel. Planificación y Control de Proyectos de Construcción [en línea]. Bogotá: SlideShare[citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/mgarcianaranjo/pla-nificacin-y-control-de-proyectos-de-construccion>>

cuanto al desarrollo, como son las facilidades de manejo, la poca capacidad de labores a desarrollar del proyecto, manejos de tiempos muy cortos.

Microsoft Project es un software el cual es usado para la administración y planeación de proyectos en cualquier campo laboral, buscando generar una mayor eficiencia para el desarrollo de proyectos con el fin de generar rendimientos mayores en menores tiempos. De igual forma el manejo y un ambiente grafico del software genera una mayor comprensión y análisis de la planeación.

Este software de gestión de proyectos poderoso y flexible ayuda a planificar, gestionar y comunicar eficientemente la información acerca de los proyectos de manera eficaz, combinando la potencia de la programación del método de la ruta crítica con la facilidad de un ambiente grafico como Windows<sup>4</sup>.

Este software es comercializado y se encuentra disponible en varias versiones, pero es importante señalar que tiene un alto costo comercial.

Por ende, existe diversidad de programas gratuitos, enfocados también a la planeación de proyectos, como se nombró anteriormente.

Algunos de estos programas son:

➤ProjectLibre es el software de administración y gestión de proyectos de código abierto que continúa la trayectoria iniciada por la antigua y reconocida herramienta Openproj. Basado en el lenguaje de programación Java, es compatible con los sistemas operativos Windows, MacOS y GNU/Linux.<sup>5</sup>

➤OpenProj(Windows, Mac, Linux) es un proyecto libre y de código abierto de gestión de programas de software, Serena Software Incorporated. El desarrollador afirma que OpenProj es un reemplazo de Microsoft Project y otras soluciones de proyectos comerciales. Ha sido descargado más de 1.250.000 veces en pocos meses desde su lanzamiento y se está utilizando en más de 142 países. Aunque no es igual a MS Project, este programa ofrece varias funciones útiles para la planificación de proyectos, programación y gestión. Revisión OpenProj.<sup>6</sup>

➤Open Workbench(Windows) ha sido diseñado para la programación y gestión de proyectos. Open Workbench está patrocinado por la División *Clarity* de CA. Se trata de una aplicación de código abierto que se ejecuta en la plataforma

---

<sup>4</sup> AGUDELO, N.A. Manual de gestión de proyectos [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: [http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/327/Capitulo\\_9/Documentos/Manual\\_Microsoft\\_Project.pdf](http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/327/Capitulo_9/Documentos/Manual_Microsoft_Project.pdf): <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/>>

<sup>5</sup> MARINI, Eva. 20 software gratuitos para la Gestión de Proyectos [en línea]. Bogotá: LSBESBCN [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.masterinprojectmanagement.net/20-software-gratuitos-para-la-gestion-de-proyectos/>>

<sup>6</sup>Ibid.

Windows, incluyendo Windows 2000 y XP. El software se puede descargar y utilizar de forma gratuita. Revisión Open Workbench.<sup>7</sup>

➤Gantt Project(Windows, Mac, Linux) tiene una interfaz fácil de usar, simplemente puedes iniciar la planificación de proyectos de inmediato después de la instalación. Este programa es una herramienta de gestión publicada bajo la licencia GPL. Por tanto, puedes descargarlo y utilizarlo de forma gratuita. Está disponible para múltiples plataformas, incluyendo Windows, Linux y Mac<sup>8</sup>.

Comparado a MS Project, Project Libre tiene una interfaz de usuario similar (pero más sencilla) y una metodología similar, para la construcción de un plan de proyecto, se crea una lista de tareas engranadas o una estructura de descomposición del trabajo, se establecen duraciones, se crean enlaces y se asignan recursos. Las columnas (campos) son las mismas en ambos productos. Las características de costos son también las mismas; labor, tasa por hora, uso de materiales y costos fijos.

Algunas alternativas existentes que minimizan la introducción y exportación de datos en Project Libre son herramientas demasiado útiles y que facilitan documentación requerida de manera eficiente, algunas de estas alternativas se pueden encontrar a continuación:

- Importar desde y exportar a Microsoft Project 2010.
- Impresión
- Exportar a PDF (sin restricciones).
- Una nueva interfaz de usuario basada en cintas.
- Compatibilidad completa con Microsoft Project 2010.

El problema se centra, en encontrar las diferencias de un software gratuito comparándolo con el software más potente de planeación de proyectos en el mercado, para así plantear la disponibilidad de incluir herramientas no existentes en este, aclarando que no dificultaría el manejo del software para las empresas, estudiantes y egresados de ingeniería civil que se pongan al servicio del programa.

## 2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La construcción de un proyecto de edificación, sea de la magnitud que fuera requiere siempre de una planificación previa, esto es “organizar la obra para su ejecución, en esta planeación se debe incluir todas las actividades que se van a

---

<sup>7</sup> Ibíd.

<sup>8</sup> MARINI, Eva. 20 software gratuitos para la Gestión de Proyectos [en línea]. Bogotá: LSBESBCN [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.masterinprojectmanagement.net/20-software-gratuitos-para-la-gestion-de-proyectos/>>



ejecutar y el tiempo que estas van a tomar, como también se debe tener en cuenta todos los factores que puedan afectar el proyecto”<sup>9</sup>.

Cuando no se elabora una planeación crece el riesgo de no terminar el proyecto dentro de los límites del presupuesto y de los tiempos previstos, lo que puede significar pérdidas para el constructor. Mientras mejor sea la planeación, menos problemas e imprevistos se tendrán en la obra. En muchas obras de construcción no se tiene en cuenta la organización y planeación del proyecto, por lo que se percibe que se hace de manera improvisada, por tanto, los constructores no tendrán razón si se está ejecutando de manera adecuada la obra, y a causa de esto no tienen en conocimiento si están ganando o perdiendo dinero.

En la actualidad hay dos programas líderes en el mercado Microsoft Project y Project Libre , softwares y métodos para realización de una buena planeación de obra, que se han convertido en herramientas esenciales en la administración de proyectos ya que sin duda alguna, no solo significan un ahorro de tiempo, sino también la posibilidad de verlo plasmado en papel, con la opción de impresión que ofrece cada programa, de una manera detallada para que se entregue de forma refinada al usuario y, lo más importante, que facilitan el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.<sup>10</sup>

Cuando se habla de estos dos programas, nos referimos a dos útiles aplicaciones de escritorio utilizadas para la creación de programación y organización de obras.

Uno de los limitantes de uso son los costos de operación que tiene Microsoft Project, por lo que lo hace difícil adquirirlo, por el costo operativo de sus licencias. En la mayoría de los casos, las licencias de uso de la herramienta computacional antes citada no pueden ser adquiridas de manera libre, lo que lleva al usuario a inclinarse por las herramientas ilegales sin pérdida de sus restricciones o limitaciones de uso y sin contemplar los errores contenidos en la configuración y manipulación de las programaciones al momento de ser manipuladas. Adicionalmente, existen limitaciones de idioma, de plataforma operativa y soporte que disminuyen la posibilidad de adquisición para interesados que ejercen su vida profesional en el campo de la administración de proyectos.

El desarrollo del trabajo de grado se enfocará en resolver la pregunta de investigación:

¿Bajo qué criterios técnicos de utilización se puede encontrar algún tipo de ventaja o desventaja entre Open Project Libre y Microsoft Project en la metodología de desarrollo para la programación de un proyecto de edificación?

---

<sup>9</sup> TORRES, L.E. Presupuesto y control de obras [en línea]. Bogotá: Blogspot [citado 24 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://sistemacopres.blogspot.com.co/2013/06/planificacion-y-programacion-de-obra.html>>

<sup>10</sup> BRITO WANDA, Miguel. Microsoft Project software de administración de proyectos [en línea]. Bogotá: [citado 28 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.eoi.es/blogs/mintecon/2014/01/13/microsoft-project-software-de-administracion-de-proyectos/>>

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un comparativo en el desempeño y manejo de Project Libre con respecto a Microsoft Project en la programación de proyectos de edificación

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Seleccionar proyectos de construcción en obra civil con sus documentos de programación.
- Reproducir los documentos de planeación de los proyectos de edificación usando las dos aplicaciones.
- Analizar los criterios técnicos susceptibles de corrección o mejora durante la experiencia de uso de cada aplicación en la imitación de cada documento de planeación.

## 4. JUSTIFICACIÓN

Los proyectos de obras civiles varían de acuerdo a su tamaño, forma, ubicación, uso, entre otros, por lo tanto, se hace necesario ser cuidadosos con la programación de los mismos que de igual forma será exclusiva para cada proyecto.

Es importante mencionar que en países desarrollados de Europa, Asia, entre otros; según Cervantes<sup>11</sup>, se ha tomado en cuenta desde hace tiempo la importancia de la programación de proyectos de obras civiles, esto ha hecho que grandes compañías hayan crecido y se encuentren posicionadas en el mercado internacional, como empresas líderes en el campo de la construcción, y aunque en Colombia no se le ha dado la importancia que merece tanto en investigación como en aplicación de teorías existentes, hay que empezar a trabajar en este tema con el fin de poder incursionar o permanecer en un mercado que se hace más globalizado y por ende competitivo.

Para las personas que trabajan en el campo de las obras civiles puede ser importante y de gran ayuda poseer un documento final que contenga recomendaciones de uso de las herramientas computacionales y mejoras que se le pudiesen hacer a Project Libre, comparándola con MS Project, para su utilización.

---

<sup>11</sup> CERVANTES, P. Planeación y control de obra [en línea]. Bogotá: Blog osé Antonio Saiz – Internet [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://joseantoniosaz.es/blog/ganttter-com-la-alternativa-online-a-microsoft-project/>>

## **5. DELIMITACIÓN**

### **5.1 ESPACIO**

La siguiente investigación es realizada de un proyecto de edificación real en la ciudad de Bogotá ubicado sobre la calle 93ª # 13b -50, el edificio ICONO 93, se basa los datos de acuerdo a la planeación y tiempos de ejecución del edificio.

### **5.2 TIEMPO**

El tiempo de investigación de este proyecto fue de cuatro (4) meses, el ideal para el desarrollo de esta investigación hubiese tomado varios proyectos, pero el tiempo es una limitante lo cual no permite realizar el análisis suficiente para más proyectos de edificación.

La edificación (Icono 93) se desarrolló en un lapso de tiempo de 18 meses, finalizando el 23 de marzo de 2018 correspondiente a la proyección total del proyecto, sin embargo, existen aún pequeñas intervenciones pertinentes a las post ventas.

### **5.3 CONTENIDO**

La información obtenida en esta investigación es real, facilitada por la directriz de la constructora e interpretada mediante el desarrollo de la programación de una obra, por medio del uso de softwares, se garantiza los mínimos detalles para optimizar el entendimiento adecuado del lector.

## 6. MARCO REFERENCIAL

### 6.1 MARCO TEÓRICO.

La administración de proyectos se basa en el buen manejo de las actividades a desarrollar en el transcurso de un proyecto de construcción.

Un proyecto necesita de un proceso de evaluación que en términos generales es llevado a cabo mediante cuatro etapas; el análisis de mercado, el análisis técnico operativo, el análisis económico financiero y un análisis socioeconómico.<sup>12</sup>

Se busca que en el proceso de evaluación del proyecto determinado por estas cuatro etapas se genere una perspectiva clara y concisa de factibilidad, de esta forma determinamos la optimización enfocada en el desarrollo del proyecto.

En el proceso de desarrollo de un proyecto de construcción, “el presupuesto y la programación de obras juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y duración del mismo, precisos para determinar la viabilidad técnica del proyecto”<sup>13</sup>.

La planeación de un proyecto busca generar beneficios en diversos aspectos sean tangibles o intangibles, pero dando buenos resultados de desempeño, económicos y administrativos. Buscando generar la jerarquización de cada una de las prioridades para cumplir con las actividades. El presupuesto consiste en la valoración a priori de un producto o servicio que para el caso que ocupa este trabajo de grado es una obra civil de edificación. “Se basa en la producción del total de los costos incrementados con el margen de beneficio previsto. El presupuesto tiene como finalidad dar una idea aproximada del valor de la realización de un proyecto y resulta de la medición de distintas unidades de obra, así como la determinación del precio unitario de cada una de ellas”<sup>14</sup>. Se conoce como “programación de obras” al “conjunto de técnicas gráficas y de tabulaciones que se utilizan para el modelamiento y la simulación de las actividades que conforman un proyecto, este término está íntimamente ligado al factor tiempo el cual tiene las características de ser irrecuperable e incomparable”<sup>15</sup>.

Concretamente el desarrollo de las técnicas de la planeación de proyecto se encuentra en las metodologías de trabajos de los softwares según sus planteamientos para el desarrollo de las actividades a realizar y organigramas de procesos en la obra.

---

<sup>12</sup> BACA URBINA, Gabriel. Evaluación de Proyectos. México: Mc Graw Hill, 2001. p. 44

<sup>13</sup> BOTERO BOTERO, L. Análisis de rendimiento y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Medellín: Universidad EAFI, 2002. p. 12

<sup>14</sup> UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA. El presupuesto [en línea]. Ciudad Real: La Universidad [citado 24 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.google.com.co/search?q=UNIVERSIDAD+DE+CASTILLA+LA+MANCHA&oq=UNIVERSIDAD+DE+CASTILLA+LA+MANCHA&aqs=chrome..69i57.549j0j9&sourc=chrome&ie=UTF-8>>

<sup>15</sup>RIAY, Op, Cit. p. 55

## 6.2 MARCO CONCEPTUAL

Un proyecto funciona sobre uno o varios objetos, cada uno de estos objetos es:

➤ Un sistema consistente de componentes, cada uno de estos con sus características específicas, y relaciones o inter-acciones entre estos componentes. Una descripción del sistema, contiene información acerca de los niveles que hay en el sistema, que componentes hay en cada uno de estos niveles, las propiedades de cada componente, y las propiedades de todas las relaciones.<sup>16</sup>

➤ Un proceso, es decir, un conjunto de actividades o pasos de trabajo interdependientes, incluyendo puntos de decisión correspondientes, y procesos de decisión. Una descripción de un proceso, contiene información acerca de las actividades y pasos de trabajo que se ejecutan en el proceso, los métodos de trabajo y ayudas que se utilizaran cuando se ejecuten estas actividades y pasos de trabajo; la interdependencia mutua de las actividades<sup>17</sup>.

La ejecución de un proyecto equivale a establecer, detallando sucesivamente, y manipular una descripción del sistema o del proceso, y cambiar o crearlos, de acuerdo con tal descripción. Como ejemplos de objetos descritos, cambiados o creados durante la ejecución de un proyecto, podemos tener:

- Un producto, una línea o gama de productos
- Un método de trabajo o ayuda técnica, para utilizar en un proceso que puede ser de producción, de construcción, etc.
- Una estructura organizada, o parte de ella.
- Un programa de computador.
- Un proceso productivo”

La gestión administrativa, se desenvuelve fundamentalmente con base a proyectos, con un conjunto de actividades interdependientes orientadas a la realización de un determinado proceso, con un principio y un fin perfectamente definidos.<sup>18</sup>

Algunos autores plantean que es una ciencia, otros que es un arte, lo cierto es que esta área “ofrece tanto de lo uno como de lo otro y no se le ha prestado la debida atención siendo una herramienta indispensable para desarrollar todas las actividades”<sup>19</sup>. Para interpretar la administración se pueden tomar algunas definiciones ya planteadas:

---

<sup>16</sup> HENAO, J.C. Manual de programación y control de programas de obra. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1997. p. 19

<sup>17</sup> *Ibíd.*, p. 20

<sup>18</sup> *Ibíd.*, p. 20

<sup>19</sup> YEPES, M. D. Fundamentos de administración para ingenieros. Medellín: Indusellos. 2002. p. 55

"El proceso de realizar actividades y terminarlás eficientemente con y a través de las personas"<sup>20</sup>

Una definición más técnica es la planteada por Stoner: "La administración es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar los esfuerzos de los miembros de la organización, y de aplicar los demás recursos de ella para alcanzar las metas establecidas"<sup>21</sup>.

El Ingeniero Carlos Suárez Salazar considera la administración, como "La integración dinámica y óptima de las funciones de planeación, organización, dirección y control para alcanzar un fin grupal, de la manera más económica y en el menor tiempo posible"<sup>22</sup>. Las definiciones anteriores tienen en común dos cosas, que la administración es un conjunto de funciones y se orienta a un objetivo específico.

La administración se puede definir entonces como el proceso de: planear, organizar, dirigir y controlar para cumplir con el propósito de la organización. Esta definición de administración fue propuesta por Henry Fayol (1841-1925), originalmente incluía la coordinación entre la dirección y el control. De acuerdo con esta primera definición, se interpreta cada una de las funciones involucradas en la administración.

Todo proyecto elaborado, implica la ocurrencia de tres etapas:

➤Planeación. La función de planear se entiende como "la determinación del trabajo que se va a realizar, la proyección de las acciones que se van a desarrollar, así como, el establecimiento de metas y objetivos para la organización y la forma como se van a integrar en el trabajo"<sup>23</sup>.

➤Organización. Se entiende por organización, "la clasificación y división del trabajo en unidades más pequeñas, la coordinación de los recursos de la organización (Humanos, técnicos, físicos, entre otros). Además, determinar que se necesita hacer, cómo, quien, cuando y donde lo va a realizar"<sup>24</sup>.

➤Dirección. Consiste en "la capacidad de influir en los trabajadores para desarrollar las actividades, tomando la responsabilidad sobre el comportamiento humano necesario para cumplir con las metas, ejerciendo un liderazgo sobre el personal de la organización y motivándolo a cumplir con las labores asignadas"<sup>25</sup>.

---

<sup>20</sup> ROBBINS, S. Fundamentos de Administración. México: Pearson, 2002. p. 22

<sup>21</sup> STONER, J.A. Administración. 6 ed. Naucalpan de Juárez: Pearson, 2005. p. 71

<sup>22</sup> SALAZAR, C.S. Administración de empresas constructoras. Mexico: Limusa, 1994. p. 122

<sup>23</sup> YEPES, M. D. Fundamentos de administración para ingenieros. Medellín: Indusellos. 2002. p. 56

<sup>24</sup> Ibid p. 58

<sup>25</sup> YEPES, Op. cit., p. 59

En la programación de proyectos se utilizan métodos habituales como el diagrama de *Gantt* que es “un método simple y fácil de leer y además racionalizar el trabajo haciendo un mejor uso de *los recursos*. *El critical path method (CPM)*, *projects evaluation report technic (PERT)* y *lines points unión (LPU)* también son métodos de gran ayuda ya que permiten conocer de forma gráfica y exacta la secuencia de las actividades, se puede estudiar rápidamente diferentes alternativas, analizar todas las variables (tiempo, costo y recurso), visualizar las situaciones más críticas y favorables en el papel antes de que ocurran en la realidad”<sup>26</sup>. Estos métodos son los más relevantes en este campo, gracias a la utilización y a la facilidad de acceso para su elaboración.

“Con el avance de la tecnología estas técnicas de programación de proyectos se fueron sistematizando a tal punto que las herramientas computacionales utilizadas para este fin las han adoptado con propósito de hacer que esas actividades de planeación se realicen de forma ágil y eficaz”<sup>27</sup>.

Al momento de utilizar MS Project se debe resaltar y tener en cuenta, que no es un programa de ejecución muy fácil, sus distintas funciones hacen que sea un software complejo, en el que deben sobresalir reglas básicas para la planeación de un proyecto:

- Intentar utilizar MS Project como una herramienta libre de brainstorming (mapa mental). Antes de empezar a trabajar con MS Project, recomienda tener claro qué tareas deben de ser llevadas a cabo y quién es el responsable de las mismas. En concreto nos remite a las plantillas que Excel incorpora por defecto para la gestión de proyectos, y una vez cubiertas proceder a su importación desde MS Project.<sup>28</sup>
- Especificar fechas fijas en vez de enlazar tareas. Si no efectuamos dicho enlace de la forma adecuada, reflejando las dependencias, la repercusión de un cambio de duración en una de ellas no se reflejará automáticamente en la planificación global.<sup>29</sup>
- Sobreestimar la capacidad de los recursos. Dado que por defecto MS Project asigna una capacidad de 100% a los recursos, pueden evitarse problemas a futuro no olvidándose del uso de calendarios y de una especificación lo más correcta posible de la capacidad máxima de dedicación de los recursos.<sup>30</sup>

---

<sup>26</sup> SANTOS, Jorge. Trayectoria crítica. Bogotá: Bhandar, 1997. p. 132

<sup>27</sup> RIAY, Op. cit., p. 122

<sup>28</sup> SEIS. Espacio sobre gestión de proyectos, tecnología y otras hierbas [en línea]. Wordpress [citado 24 noviembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL <https://seis.wordpress.com/2007/06/30/los-10-problemas-mas-importantes-en-los-que-suelen-tropezar-los-usuarios-novatos-de-ms-project-y-no-tan-novatos/>>

<sup>29</sup> ANAHEMI. Project Conference 2014. 10 Golden Rules for working with MS Project [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://channel9.msdn.com/Events/Project/2014/PC234>>

<sup>30</sup> ANAHEMI. Op. cit.,



➤ Confundir duración con trabajo. Como continuación al punto anterior, y especialmente en el caso de proyectos informáticos, los trabajadores del saber, rara vez trabajan en un proyecto a tiempo completo, son multitarea, distribuyendo su tiempo entre varias actividades y proyectos, por lo que no debe perderse de vista la diferencia entre duración de las tareas y trabajo necesario para ejecutarlas.<sup>31</sup>

➤ Confundir duración con trabajo. Como continuación al punto anterior, y especialmente en el caso de proyectos informáticos, los trabajadores del saber, rara vez trabajan en un proyecto a tiempo completo, son multitarea, distribuyendo su tiempo entre varias actividades y proyectos, por lo que no debe perderse de vista la diferencia entre duración de las tareas y trabajo necesario para ejecutarlas.<sup>32</sup>

➤ Pensar que la planificación condicionada por el esfuerzo tiene sentido. La planificación condicionada por el esfuerzo significa que, si añado recursos a una tarea, el trabajo total permanece constante y se distribuye entre los recursos de acuerdo a la dedicación de los mismos. Por tanto, la duración de la tarea disminuye. Sin embargo, esta opción tiene un límite ya en muchos casos las tareas necesitan un período mínimo para ejecutarse con calidad.<sup>33</sup>

➤ Esperar que la redistribución automática de recursos altere la realidad. Hace referencia a que muchos usuarios esperan que la reasignación automática de recursos sea una fórmula mágica que en cualquier circunstancia concilie el exceso de trabajo con la capacidad limitada de los recursos, pero sin incrementar la duración total del proyecto.<sup>34</sup>

➤ Realizar el seguimiento del trabajo según el porcentaje completo. Cuando no se puede definir con exactitud lo que quiere decir un determinado porcentaje, muchas veces puede resultar confuso o crear sensaciones ilusorias basarse exclusivamente en el grado de avance expresado en porcentaje.<sup>35</sup>

➤ Detallar demasiado la planificación. En este punto se hace hincapié en que son necesarias las habilidades de un buen Jefe de Proyecto para llegar a establecer el nivel adecuado de detalle de la planificación, proponiendo varios consejos.<sup>36</sup>

---

<sup>31</sup> SEIS. Espacio sobre gestión de proyectos, tecnología y otras hierbas [en línea]. Wordpress [citado 24 noviembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL <https://seis.wordpress.com/2007/06/30/los-10-problemas-mas-importantes-en-los-que-suelen-tropezar-los-usuarios-novatos-de-ms-project-y-no-tan-novatos/>>

<sup>32</sup>Ibíd., p. 19

<sup>33</sup> Ibíd., p. 19

<sup>34</sup> Ibíd., p. 19

<sup>35</sup> Ibíd., p. 19

<sup>36</sup> ANAHEMI. Project Conference 2014. 10 Golden Rules for working with MS Project [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://channel9.msdn.com/Events/Project/2014/PC234>>

➤Olvidar que la planificación no es el proyecto. Nos recuerda que son las personas y no el software quién ejecuta los proyectos<sup>37</sup>.

Cada una de estas reglas básicas hacen que MS Project se convierta en un software no muy sencillo de manejar para los usuarios que no han tenido plena incursión en este programa, por lo que es más factible incurrir en métodos más sencillos y más rápidos de adoptar, es decir diferentes softwares dedicados también a la planeación de proyectos, pero con una interfaz un poco más sencilla.

---

<sup>37</sup> ANAHEMI. Project Conference 2014. 10 Golden Rules for working with MS Project [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://channel9.msdn.com/Events/Project/2014/PC234>>

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

Inicialmente se realizó una búsqueda en la red sobre los softwares gratuitos que se pueden adquirir (véase tabla 1), seleccionando el de interés para el desarrollo de esta investigación, ProjectLibre, en el cual se desarrollara la planeación de la obra determinada.

Posteriormente se realiza una búsqueda exhaustiva de diferentes proyectos de edificación que se estén ejecutando en la ciudad, para así mismo lograr el contacto en la obra y adquirir la información necesaria que se debe recopilar para el desarrollo de la investigación.

El manejo del software Microsoft Project es determinante al momento de realizar la planeación de la obra, por ende, en las aulas de informática de la universidad se procede a trabajar, ya que el software se encuentra licenciado y habilitado para el uso de los estudiantes.

Se realizará la programación del proyecto Icono 93 utilizando una licencia educativa del Microsoft Project anteriormente mencionada que va a ser conjunto de control; posteriormente, se realizará la programación del proyecto de obra civil utilizando la herramienta computacional gratuita elegida (ProjectLibre) para la evaluación, la cual ha sido descargada e instalada previamente, desde los sitios oficiales citados, en el criterio de soporte de la Tabla 1

Como paso siguiente, se analizará los resultados obtenidos de la programación del proyecto de edificación en la herramienta computacional gratuita y se comparará con los resultados del conjunto de control (Microsoft Project); lo cual se logrará haciendo un contraste de cada uno de los datos obtenidos mediante unos criterios de evaluación que incluirán las tres etapas bases de la programación (actividades, recursos y tiempo ), los resultados de esta etapa, dará como resultado una matriz, la cual se clasificará mediante una escala de colores y una escala numérica, si el software cumple, cumple en algo o no cumple los criterios evaluados.

Por último, se generará conclusiones y recomendaciones sobre el comportamiento de la herramienta computacional respecto a los criterios de evaluación definidos teniendo en cuenta las prestaciones del conjunto de control.

## 8. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE ESTUDIO

Para dar cumplimiento al objetivo uno y realizar esta investigación era de suma importancia, seleccionar proyectos de edificación a fin de programar su planeación en las herramientas computacionales, que sirven de ayuda en los procesos de administración de obras, por tal razón se seleccionó e identifico un proyecto de edificación, el ideal para el desarrollo de esta investigación hubiese tomado varios proyectos, pero el tiempo es una limitante lo cual no permite realizar el análisis suficiente para más proyectos de edificación.

### 8.1 ICONO 93

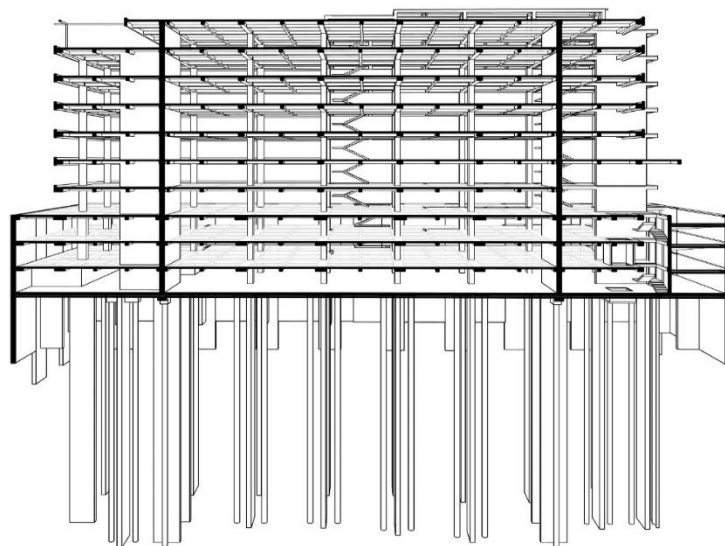
8.1.1 Descripción. Edificio para oficinas con tres (3) sótanos, siete (7) pisos y cubierta transitable, seis (6) pisos están dispuestos para oficinas y un (1) piso es de trato comercial. Estructura en concreto reforzado con cimentación sobre barretes y losa de sub-presión. Sistema constructivo Top-Down con perfiles metálicos embebidos en los barretes para el soporte temporal de las placas durante el proceso de excavación de sótanos. Proyecto de alcance certificación LEED (sigla de Leadership in Energy & Environmental Design) platinum, consta de un área total construida de 17.816m<sup>2</sup>

Proyecto diseñado y ejecutado por la constructora Terranum.

Director de diseño arquitectónico, arquitecto Mateo Arango Gómez.

Las directrices de la constructora Terranum brindaron información primordial como la nombrada anteriormente, para lograr una mejor argumentación y descripción de la investigación, que se desarrolló sobre el proyecto ICONO 93.

Figura 1. Diseño estructural/modelado BIM ICONO 93



Fuente: CNI ingenieros/portfolio/edificio-icno-93-2

8.1.1.1 Certificación LEED (sigla de Leadership in Energy & Environmental Design) es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council). Fue inicialmente implantado en el año 1993, utilizándose en varios países desde entonces. Consta de un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo. Se basa en la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela y la selección de materiales.<sup>38</sup>

La certificación, de uso voluntario, tiene como objetivo avanzar en la utilización de estrategias que permitan una mejora global en el impacto medioambiental de la industria de la construcción. Este sistema tiene por objetivo maximizar la eficiencia operativa y reducir al mínimo los impactos ambientales de un edificio. LEED para edificios existentes se ocupa de todo el edificio en términos de limpieza y mantenimiento, los programas de reciclaje, programas de mantenimiento exterior, sistemas y actualizaciones. Se puede aplicar tanto a los edificios existentes que buscan la certificación LEED por primera vez y a proyectos previamente certificados bajo LEED para nueva construcción.<sup>39</sup>

El edificio ICONO 93 cuenta con certificación LEED platinum ya que ha generado innovación en diversos aspectos ambientales sostenibles, por nombrar algunos de ellos tales como, la implementación de una planta de tratamiento de aguas lluvias para el uso eficiente de la misma en diversas actividades del edificio, así mismo incentivando a utilizar el recurso agua de la manera más eficiente, a través de la disminución del agua de riego y la utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo. Por otra parte, en el desarrollo de la construcción del edificio se implementó el uso de madera para diversas actividades propuestas en el desarrollo, debidamente certificado sobre la procedencia de este material, la cual debe cumplir con parámetros sostenibles ambientales y de protección de la naturaleza.

La calidad del Ambiente al Interior describe los parámetros necesarios para proporcionar un adecuado ambiente en los edificios, una adecuada ventilación, confort térmico y acústico, el control de contaminantes al ambiente y correctos niveles de iluminación con el

---

<sup>38</sup> U.S. Green Building Council. LEED®: Building Design + Construction[en línea]. Bogotá, [citado 16 marzo, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://bsgrupo.com/construccion/LEEDR-Building-Design-Construction-2538>>

<sup>39</sup> U.S. Green Building Council. LEED®: Op. cit.,

uso de luminarias tipo led, generaron que el edificio ICONO 93 se ubicara a la vanguardia de dichos beneficios.

El edificio también cumplió con los requerimientos mínimos del Standard ASHRAE 90.1-2007 para un uso eficiente de la energía que se utiliza en los nuevos proyectos, para esto se tuvo que demostrar un porcentaje de ahorro energético (que va desde el 12 % al 48 % o más) en comparación a un caso base que cumple con el estándar.

8.1.1.2 Sistema Top-Down (ascendente-descendente). Esta edificación fue ejecutada bajo este método constructivo, el cual consiste en construir inicialmente las paredes perimetrales y columnas de soporte de la estructura con muros pantalla o pilotes excavados, luego se excava hasta la cota inferior de la primera losa y se vacían las vigas y losa directamente sobre el terreno, repitiendo este proceso en cada nivel de sótanos, excavando y colando contra terreno, se completa así la estructura bajo la superficie (descendente) mientras la estructura superior (ascendente) puede comenzar a construirse en forma independiente apoyándose en la primera losa ya construida, a medida que avanza el proceso. Es decir, tanto la construcción por encima y debajo del nivel 0.00 van en paralelo reduciendo el tiempo de ejecución, cambiando así la ruta crítica del proyecto.<sup>40</sup>

Figura 2. Etapa constructiva ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum

---

<sup>40</sup> Blogspot. INNOVACION DE LA CONSTRUCCION, Guillen J [en línea]. [citado 24 marzo, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://jguillen07.blogspot.com.co/2015/11/construccion-top-down.html>



Figura 3. Etapa constructiva ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum

Figura 4. Etapa constructiva ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum



Figura 5. Etapa constructiva ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum

Figura 6. Etapa constructiva ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum



Figura 8. Etapa constructiva ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum

Figura 7. Etapa constructiva ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum



Figura 10. Etapa constructiva ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum

Figura 9. Fachada ICONO 93



Fuente: Constructora Terranum

8.1.2 Localización. Ciudad de Bogotá, ubicado sobre la calle 93ª # 13b -50, edificio ICONO 93.

Figura 11. Ubicación edificio ICONO 93



Fuente: Google Maps

## 9. EJECUCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN INCONO 93 EN CADA UNA DE LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES

Buscando desarrollar la planeación de una obra de edificación, mediante la ayuda de herramientas computacionales, se deben conocer y manejar adecuadamente cada una de estas herramientas, que buscan organizar de manera adecuada el desarrollo de la obra.

### 9.1 HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES GRATUITAS

En el proceso del desarrollo de un proyecto de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración del mismo, indispensables para determinar la viabilidad del proyecto.

Es bien sabido, que la utilización de licencias ilegales, es catalogada como un delito y que actualmente en muchos países, incluido Colombia, se ha tratado de legislar para que haya de parte de las autoridades mayor control al respecto.

Basado en estos argumentos y con la duda, ¿sí existen softwares gratuitos para la programación de proyectos de obras civiles, que tengan características iguales o mejores a las de Microsoft Project?, nace esta investigación enfocándose en Project Libre.

A medida, que se avanzaba en la búsqueda y recolección de información sobre las diferentes herramientas computacionales, se pudo observar, que un número significativo de estas, se promocionan como gratuitas en la internet, pero en realidad, son versiones con restricciones de uso, ya sea de tiempo o cantidad de proyectos; así como también se pudo evidenciar que existen software que se consiguen como gratuitos pero que en realidad viene con un “crack”<sup>41</sup> que es un parche cuya finalidad es la de modificar el comportamiento del software original y creado sin autorización del desarrollador del programa.

Así este proyecto se enfatice en la herramienta gratuita Project Libre, se realizó una búsqueda más a fondo para mostrar la cantidad de software gratuitos encontrados en la internet los cuales tienen los siguientes criterios:

- Gratuitos
- Sistema operativo Windows
- Soporte al usuario (asistencia)
- Manejo de idioma en español

A partir de los criterios para buscar herramientas computacionales, se realizó un listado de los softwares encontrados, donde se identifica, nombre del software,

---

<sup>41</sup> ALEGSA Diccionario de informática y tecnología [en línea]. Santa fe de Argentina: [citado 13 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/crack.php> >

prestaciones, lo cual indica las herramientas más relevantes, sistema operativo compatible, soporte, donde se puede encontrar información del software y asistencia, desarrollador, quien o quienes trabajan en el desarrollo del software, características generales del programa.

Tabla 1. Base de datos de software gratuitos utilizados en la programación de proyectos

<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
Action Method	Notas, enlaces, ficheros, bocetos, eventos, contraste con otros archivos entre otros relacionados al proyecto, servicio online y aplicación para móvil (iphone, android) y ipap		Multi idioma
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	www.actionmethod.com	Es idóneo para gestiona los proyectos grupales, aunque por supuesto también puedes usarlo para tus cosas personales	Behance
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
ClockingIT	Crear distintos tipos de tareas, prioridades, adjuntar archivos a las tareas, crear dependencia entre tareas, añadir etiquetas a las tareas, evaluar el proyecto y trabajar con el online de forma rápida y sencilla, dispone de foro y chat. Aplicación online		Español, ingles
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	www.clockingit.com	Podemos instalarlo tanto en local en Nuestro servidor utilizarlo online.	Free BSD
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
Collabtive	Lista de tareas pendientes, hitos, mensajería, calendarios, gestión de archivos, etiquetado, buscar, informes, exportador, importación a basecamp XML, multi-idioma de la interfaz		Multi-idioma
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	www.activecollab.com	Permite trabajar en colaboración con listas de tareas, hitos, archivos y realizar el seguimiento del	Ilija Studen

		tiempo de trabajo en una base de tarea por tarea.
--	--	---

<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
DeskAway	Gestión de tareas, hitos, estilo de gestión de documentos, lista de tareas, intercambios de archivos es un programa online		Español, inglés
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	www.deskaway.com	En su versión Gratuita solo deja trabajar máximo dos proyectos.	Synage Software Pvt. Ltd.
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
Doolphy	Planificación inteligente asistente, Parte de horas, Uso compartido de archivos, Diagrama de Gantt, Informes financieros y tiempo, Estadísticas de usuario, Tareas de informes, Plantillas de proyecto, Exportación a Excel.		Español, inglés y portugués.
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	www.doolphy.com	Gestor de proyecto online, con Aplicaciones para Smartphone y Tablet.	Doolphy
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
FreedCamp	Gestión de tareas, hitos, estilo de gestión de documentos, lista de tareas, intercambios de archivos, correo instantáneo.		Español e inglés
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	www.freedcamp.desk.com	Alternativa de uso a BaseCamp	FreedCamp

<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
Gantt-Project	Diagrama de Gantt para la programación de las tareas del proyecto, permite hacer la gestión de recursos mediante diagramas de carga de recursos, generar diagrama PERT, MS Project importación / exportación.		Español e inglés
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	www.ganttproject.biz	Permite visualizar el diagrama de Gantt y las actividades de forma individual o separada.	Equipo de Gantt-Project
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
Hardtree	Tiempo de seguimiento, Gestión de documentos, Facturación de gran alcance, costo, P / L Reports, Asignaciones de proyectos y derechos de acceso, exporta informes en formatos CSV, PDF Y XLS		Multi - idioma
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	www.hardtree.com www.tree.io	Hartree es una aplicación categoría Web based, hartree, fue renombrado como TREE io	Giteso Ltda
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
Gantter	Diagrama de Gantt, asignación de recursos (trabajo y materiales), gestión de tareas y estimación de tiempos, modificación de horarios laborables		Español e inglés
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	app.gantter.com	En él se pueden planificar proyectos sencillos, es una herramienta online	Volodymi mazepa

		pero hecho para funcionar como aplicación de escritorio independiente.	
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
OpenProj - ProjectLibre	Costo de valor acumulado, diagrama de Gantt, grafico PERT, estructura de descomposición de recurso, informe de uso de tareas.		Español e Ingles
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	<a href="http://www.sourceforge.net/projects/openproj">www.sourceforge.net/projects/openproj</a> .	Se ejecuta en la plataforma Java, lo que permite Ejecutarlo en una variedad de diferentes sistemas operativos, actualmente se ha mejorado la última versión y se llama Projectlibre	Serena Software
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
Zoho Projects	Creación de tareas, asignación de la propiedad, fijación de plazos e hitos de seguimiento, trabajar con diagramas de Gantt, calendarios, informes, compartir archivos de soporte estándar.		Español e ingles
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>
Windows 7	<a href="http://www.zoho.com">www.zoho.com</a>	ZOHOPROJECT permite gestionar sus proyectos desde SmartPhone.	ZOHO Corp.
<b>Nombre</b>	<b>Prestaciones</b>		<b>Idioma</b>
Jxproject	Diagrama de Gantt, asignación de recursos, permite trabajar en intervalos de tiempos en horas y minutos, estimación de tiempos, asignación de horarios, gestión de tareas		Multi - idioma
<b>S. O</b>	<b>Soporte</b>	<b>Características generales</b>	<b>Desarrollador</b>



Windows 7 Linux	www.jxproject.com	Tiene las herramientas necesarias en la programación, con un entorno similar al de Ms Project.	Ing. Peter Hawkins
--------------------	-------------------	--	--------------------

Fuente: Autores

En la tabla anterior simplemente se accedió hacer una pequeña investigación como se mencionó anteriormente, dando criterios de búsqueda específicos de software gratuitos existentes en la internet y asequibles a cualquier tipo de público; como ya es bien sabido en primera instancia y para todo el trabajo de grado la herramienta computacional gratuita con la cual se va trabajar es OpenProject-Libre.

### 9.1.1 Openproj project-libre

Desde su lanzamiento, ha sido una de las herramientas básicas en entornos educativos y entre todos aquellos que deseaban iniciarse en el conocimiento de las herramientas de gestión de proyectos, siendo la mejor alternativa al software propietario de referencia: MsProject.<sup>42</sup>

Es un software de administración de proyectos diseñado como sustituto de sobremesa completo para Microsoft Project, capaz de abrir archivos de proyecto nativos de dicho programa. OpenProj fue desarrollado por Projity en 2007. Se ejecuta en la plataforma Java, lo que permite ejecutarlo en una variedad de diferentes sistema operativos<sup>43</sup>

OpenProj dejó de estar en fase beta con el lanzamiento de la versión 1.0, el 10 de enero de 2008. A finales de 2008 Projity fue adquirida por Serena Software. OpenProject dejó de ser desarrollado por Serena a principios de 2009, pero desde entonces, podía seguir descargándose y ejecutándose con normalidad en las diferentes versiones de JAVA que iban apareciendo”.<sup>44</sup>

El panorama cambió cuando apareció la versión 7 de JAVA en octubre de 2012 En muchos equipos donde se ha actualizado a dicha versión, OpenProj ha dejado de funcionar correctamente. Si bien puede ejecutarse el programa, no pueden leerse determinados ficheros que incorporan algunas de las funciones más complejas. Afortunadamente, los mismos desarrolladores de OpenProj, desarrollaron en

<sup>42</sup> Blogging La Salle. (2010). *Blogging La Salle*, de <http://blogs.salleurl.edu/project-management/softwareproyectos/>

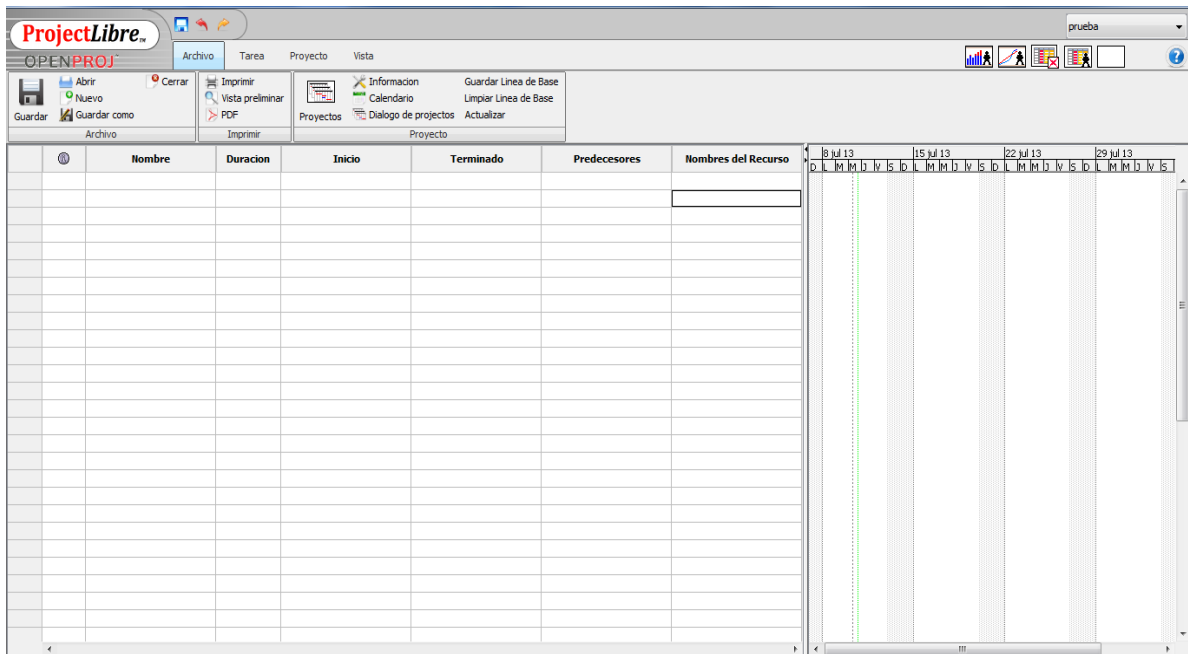
<sup>43</sup> Wikipedia. (14 de marzo de 2017). *Wikipedia La enciclopedia libre*, de <http://es.wikipedia.org/wiki/ProjectLibre>

<sup>44</sup> Blogging La Salle. (2010). *Blogging La Salle*, de <http://blogs.salleurl.edu/project-management/softwareproyectos/>

agosto de 2012 Project Libre, que es compatible tanto con el formato de los ficheros OpenProj, como con los ficheros de Ms Project <sup>45</sup>  
 La versión actual incluye:

- Costos de valor acumulado
- Diagrama de Gantt
- Gráfico PERT
- Estructura de descomposición del recurso gráfico (EDR)
- Informes de uso de tareas
- Diagrama de Estructura de descomposición del trabajo (EDT)

Figura 12. OpenProj - Project Libre



Fuente: Autores

A raíz de la utilización de este software, en esta investigación no se evidencia como tal el manejo que se debe tener para utilizar adecuadamente y provechosamente cada una de las herramientas que contiene el programa, por tal motivo se realiza una búsqueda de un manual, de OpenProj-Project Libre para que el usuario del software vaya más a fondo en la utilización de este programa y no se quede con dudas al momento de ejecutarlo. Este documento fue realizado por Jorge Leonardo Lemus y Jennifer Navas Muños en el año 2009, en la Universidad Nacional de Colombia Bogotá D.C. Para ver el manual y adquirir más conocimiento ir a la carpeta de anexos del CDRom, abrir la carpeta “Anexo B” (Manual-openproj.pdf).

<sup>45</sup> Blogging La Salle. (2010). *Blogging La Salle*, de <http://blogs.salleurl.edu/project-management/softwareproyectos/>

Este manual pretende mostrar las funcionalidades principales de OpenProj-Project Libre, con el fin de ser un apoyo en la ejecución de cualquier proyecto, además de servir como base para el conocimiento de OpenProj-Project Libre.

## 9.2 MICROSOFT PROJECT

Es una herramienta para la planeación y control de proyectos dotado de los elementos que facilitan crear y programar las tareas, administrar recursos, revisar costos y generar reportes para análisis y presentación, con todas las ventajas que caracterizan un agradable ambiente gráfico.

Además de las características de versiones anteriores que permiten un buen control de proyectos, las mejoras a partir de la versión 2002, facilitan aún más la administración, creación y transmisión de información de proyectos. La forma en que se despliega la información facilita la organización de tareas en un proyecto, la actualización de datos y la supervisión de su desarrollo general, pues permite desplegar la información de distintas maneras para revisar varios aspectos del proyecto al mismo tiempo. (Si el usuario es nuevo en el uso de MS Project se recomienda dejar en la pantalla la barra de ayudas para tareas, recursos y asignaciones).<sup>46</sup>

Se pueden comparar los calendarios del plan original con los reales para determinar qué cambios se requieren en el proyecto, considerando aspectos como la fecha de finalización esperada, el costo total o los recursos asignados. Microsoft Project facilita mediante el despliegue gráfico de las diversas duraciones e interrelaciones entre tareas, la estructuración de un proyecto, permitiendo además que las modificaciones al plan original sean fáciles de llevar a cabo y se puedan mostrar rápidamente.<sup>47</sup>

Microsoft Project maneja los proyectos con pase en cinco contenidos o tablas de información básica:

1. Información general del proyecto
2. Calendarios
3. Tareas
4. Recursos
5. Asignaciones que surgen cuando un recurso se asigna a una tarea.

La primera comprende los datos y parámetros generales de un proyecto; la de tareas tiene la información propia de cada tarea y es quizás la más importante de todas; la de recursos puede o no existir, dependiendo de los objetivos del proyecto y la de calendarios existe siempre, aún en forma implícita, cuando se asigna a las tareas y/o a los recursos.<sup>48</sup>

---

<sup>46</sup> TORO LOPEZ Francisco J. Proyectos planeación y control, Project-Excel, Bogotá D.C. marzo 2009. p. 24

<sup>47</sup> *Ibid.*, p. 24

<sup>48</sup> *Ibid.*, p. 37

Figura 13. Tablas de información de Project



Fuente: proyectos de planeación y control (Francisco J. Toro, Pag,24)

La siguiente es una lista resumida de los elementos más característicos de MS Project.

- Barra del menú principal.
- Barra de herramientas
- Barra de ayudas para tareas, recursos, asignaciones
- Barra de edición
- Opciones de formato (texto, fuentes, esquema, barras y estilos)
- Barra de estado
- Ventana ver
- Tabla y barra del diagrama de GANT
- Variables de tareas y recursos con presentación en forma tabular

### 9.3 COMPONENTES Y GENERALIDADES DE UN PROYECTO

9.3.1 Administración de un proyecto. Cuando se hace referencia a la planeación y administración de un proyecto u obra, se habla de la necesidad de estimar el tiempo que conlleva la ejecución de cada actividad propuesta (la ejecución del cronograma) y con ellos elaborar el presupuesto de obra con el fin de determinar cada una de las actividades técnicas del proyecto entre otras tareas que se proponen en la planeación<sup>49</sup>. En otros términos, se define que la administración y planeación de un proyecto hace referencia al proceso de análisis y seguimiento que nos permiten evaluar de manera continua el resultado de ejecución contra la planificación en términos de costos, riesgos, alcances y calidad.

Figura 14. Tabla administrativa de proyectos de Ing. Civil

<b>Funciones propias de un proyecto</b>	<b>Unidad administrativa</b>
Diseño Planeación y construcción Materiales y Servicios Control de Calidad Mantenimiento Seguridad Industrial	Área técnica
Financiera Contabilidad y análisis financiero fuentes de financiamiento. Presupuestos.	Área Financiera
Gestión Humana, capacitación, selección y contratación.	Área recursos humanos
Mercadeo, ventas, publicidad.	Área comercial

Fuente: UNAD

<sup>49</sup> HENAO SANCHEZ J. Manual de programación y control de programas de obra. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1997. p. 4

9.3.2 Presupuesto de obra. El presupuesto de obra es la estimación o predicción económica que hace referencia a la suma de las actividades o proyecto a ejecutar. Un proyecto u obra debe contar con un presupuesto el cual está basado en precios estimados que son analizados para cada actividad y proceso a realizar, es decir, el presupuesto de una obra es la suma total de los costos directos e indirectos del proyecto.<sup>50</sup>

Para determinar el presupuesto o costo de una obra civil es necesario realizar el cumplimiento de los siguientes pasos:

- Establecer los recursos y la cantidad necesaria de estos, para desarrollar cada una de las actividades del proyecto u obra.
- Arrojar el costo de cada actividad, realizando la sumatoria de los costos que pertenecen a los recursos.
- Elaborar el presupuesto de costos directos del proyecto sumando los costos de todas las actividades que hacen parte del proyecto.

### 9.3.3 Costos directos y costos indirectos

9.3.3.1 Costos directos. Cuando se hace referencia a los costos directo, se deduce que son aquellos recursos que hacen parte de las actividades y poseen una relación directa con la elaboración del bien o prestación del servicio. Motivo principal que impulsa el proyecto. Por ejemplo: costo de la mano de obra para realizar las actividades del proyecto; el costo de los materiales que consume el proyecto y que se vuelven parte del producto final; costo de los contratos de servicios externos contratados para realizar una parte del proyecto.<sup>51</sup>

9.3.3.2 Costos indirectos. Son todos aquellos que como su nombre lo indican es un costo, pero no son un porcentaje principal dentro de la planeación del proyecto, estos pueden ser los administrativos; como el pago del salario a los empleados los gastos de papelería, pruebas de laboratorio y algunos otros gastos que pueden denominarse gastos generales.<sup>52</sup>

---

<sup>50</sup> BOTERO, L. Análisis de rendimiento y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Medellín: Universidad EAFI, 2002

<sup>51</sup> EL OFICIAL, Modulo3- Análisis de costos, directos indirectos de una obra civil [en línea]. Ecuador: El oficial [citado 20 febrero, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.eloficial.ec/modulo-3-analisis-de-costos-costos-directos-e-indirectos-de-una-obra-civil/>

<sup>52</sup> Ibid.

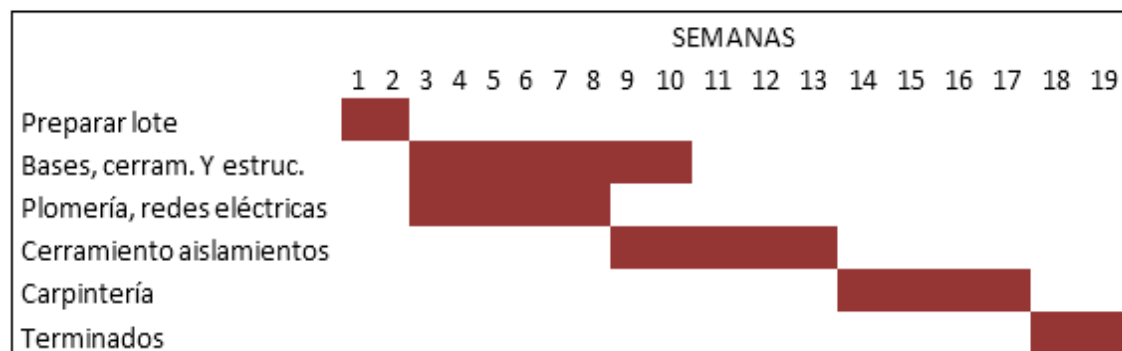
9.3.4 Planeación del proyecto. Mediante la planeación del proyecto se determina el curso de acción para que un proyecto cumpla sus etapas y satisfaga de manera acertada los objetivos de calidad, costos, tiempo y rendimiento técnico (objetivos, alcances). Para el desarrollo de la planeación es de vital importancia tener en cuenta la necesidad del cliente además de la planeación por etapas de los procesos a realizar como: la realización del cronograma de actividades, el plan de aseguramiento de calidad, gestión de compras y contratos, entre otros.<sup>53</sup>

9.3.4.1 Cronograma de obra civil. Un cronograma de obra civil es un gráfico en el cual se establecen actividades a realizar durante la ejecución de la obra estableciendo fechas de inicio y finalización además de las holguras de cada una de las mencionadas. El cronograma se realiza con el fin de lograr un debido proceso de la obra (evitar retrasos durante su ejecución) además de proporcionar el tiempo establecido para lo presupuestado.<sup>54</sup>

9.3.5 Metodologías empleadas para administrar proyectos. Cuando se agrupan varias tareas de un proyecto, las razones principales son generalmente de tipo presupuestal, operativo y/o funcional. Es muy común encontrar proyectos que agrupan tareas por áreas funcionales involucradas en las mismas.

Existen dos formas graficas de representar proyectos, ampliamente divulgadas y utilizadas; barras de Gantt y las redes de nodos PERT/CPM. La primera, es quizás la más popular por su fácil y sencillo manejo.<sup>55</sup>

Figura 15. Diagrama de Gantt aplicado a la construcción de un edificio



Fuente: Proyectos de planeación y control (Francisco J. Toro, Pag,14)

En la columna principal a la izquierda contiene los nombres de las tareas y las columnas a la derecha son periodos de tiempo (en este ejemplo

<sup>53</sup> BURBANO, Jorge. Presupuestos un enfoque moderno de planeación y control de recursos.3 ed. Bogotá: Editorial Mac Graw Hill, 2005 pag 57

<sup>54</sup> Ibid., pag 57

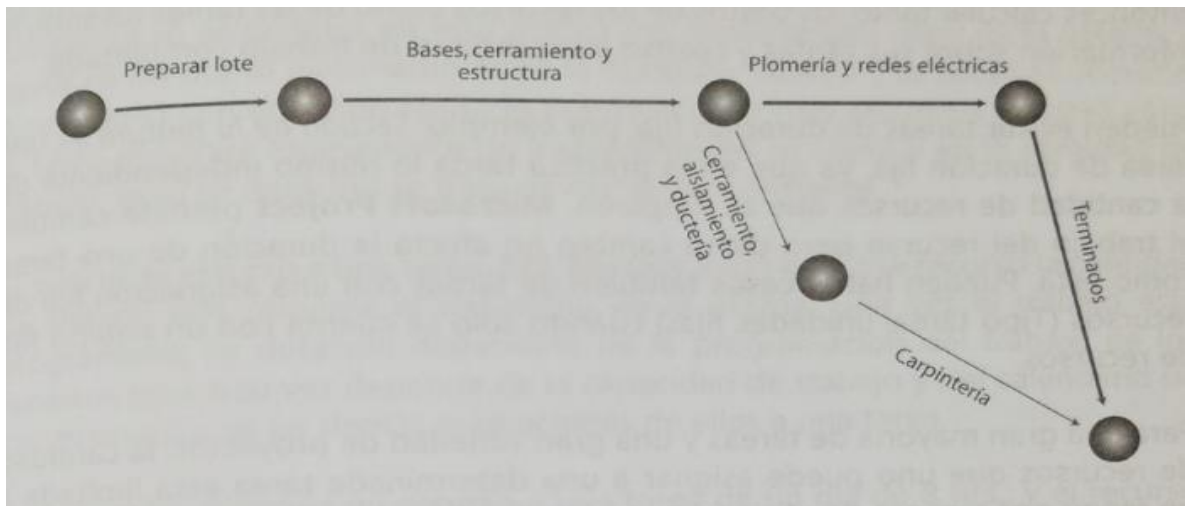
<sup>55</sup> TORO LOPEZ Francisco J. Proyectos planeación y control, Project-Excel, Bogotá D.C. marzo 2009. p. 15

semanas) que determinan en forma aproximada y por medio de una barra, las fechas de inicio, de terminación y la duración misma de las tareas; el ancho de la barra va de acuerdo con la duración de la respectiva tarea.

Otra técnica, quizás menos popular pero no menos importante es con base en redes de nodos llamada PERT/CPM (Program Evaluation & Review Technics y Critical Path Method) la cual suele presentarse como una sola pero que en la realidad es la combinación de dos propuestas lanzadas a principios de la década de los años cincuenta por dos investigadores estadounidenses. En esta técnica las tareas se representan por medio de flechas y los puntos o nodos de la red en donde terminan unas actividades y pueden iniciarse otras, se representan por medio de círculos.<sup>56</sup>

Su más notoria y reconocida contribución está en resaltar la importancia de unas tareas que por su relación con otras determinan una secuencia de las mismas cuya duración determina la duración total del proyecto por lo que es llamada, ruta crítica. La ruta crítica no contiene holguras de tiempo y las tareas que la conforman, se llaman críticas.

Figura 16. La ruta crítica en la construcción de un edificio



Fuente: Proyectos de planeación y control (Francisco J. Toro, Pag,15)

Existen dos alternativas cuando se establece la programación general de un proyecto, la primera consiste en establecer una fecha de inicio del proyecto y a partir de esta y de las relaciones de precedencia entre las tareas, proyectar la fecha estimada de terminación del mismo; la segunda, es la de fijar una fecha de terminación deseada (o muchas veces impuesta) del proyecto y en forma regresiva, de atrás hacia adelante llegar a la fecha en la que el proyecto debería empezar.<sup>57</sup>

<sup>56</sup> TORO LOPEZ Francisco J. Proyectos planeación y control, Project-Excel, Bogotá D.C. marzo 2009. p. 15

<sup>57</sup> *Ibid.*, p. 15



## **10. MODELO DE PROGRAMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS**

La programación de obras de forma general, se basa en la relación de actividades (alcances y objetivos), tiempo y recursos.

Hasta la década de los cincuenta, la programación solo contaba con el instrumento del gráfico de barras o de Gantt, para controlar el desarrollo de un proyecto. Fue necesaria la aparición del computador, y la entrada del hombre en la era del espacio, para que surgieran sistemas más eficientes de programación y control de proyectos, tal como ocurrió con el método CPM Y PERT

Se utilizó como modelo de programación la obra Icono 93. Teniendo la lista de actividades a realizar, se hizo la respectiva asignación de precedencias tales como, comienzo a comienzo, comienzo a fin, fin a fin, o fin a comienzo, las pertinentes restricciones en los tiempos de inicio o finalización de las tareas.

De acuerdo a la construcción y ejecución de la obra, se estableció el tiempo de duración de cada actividad.

### **10.1 ACTIVIDADES**

Los segmentos en los que un proyecto se divide para propósitos de planeación se llaman actividades. Una actividad es un paquete de trabajo que tiene un comienzo y término plenamente identificado y requiere de cierto tiempo para realizarse. Las actividades pueden representar segmentos relativamente grandes de un proyecto o pueden ser limitados a pequeños pasos. Por ejemplo, un muro de concreto reforzado puede ser una sola actividad, o puede ser dividida en armado de acero de refuerzo, cimbrado, colado y curado.

### **10.2 TIEMPOS Y RECURSOS**

Toda actividad consume como mínimo el recurso tiempo para su desarrollo, luego toda actividad va a tener una duración y un costo. Esta duración y el costo de la misma está ligada directamente al rendimiento de la mano de obra y la disposición que se tenga de los tipos de recurso a utilizar.

Un proyecto tiene un marco de tiempo determinado definido en la forma de un momento de inicio y otro de terminación. Ello induce a pensar que un proyecto es temporal lo que se observa cuando el equipo encargado del mismo es desbandado o reasignado a otros encargos cuando el proyecto termina.

Todo proyecto requiere de recursos de diversa naturaleza que, en la gran mayoría de los casos, están limitados y restringen en diversas formas su ejecución. La cantidad y calidad de los recursos tiene mucho que ver con los alcances de un

proyecto, porque el logro final de un objetivo implica el cumplimiento de algunos estándares de calidad.

Para la asignación de los tiempos de duración del proyecto, se estimó sobre las fases de trabajo ya realizadas y proyecto construido, se ajustó dicha utilización de recursos y precedencia de actividades, con el fin de poder evaluar mejor los criterios de utilización de recursos y sobreasignación de tiempos.

Para el cálculo del tiempo de las actividades del proyecto se utilizó como unidad de tiempo, día de 8 horas de trabajo.

### 10.3 PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO EN MICROSOFT PROJECT

Microsoft Project (o MSP) es un software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

MS Project se basa esencialmente en el triángulo de proyectos, Actividad, tiempo y recurso. Teniendo definido estos, se procedió a introducir los datos en dicho programa. Los pasos a seguir se muestran a continuación:

Como primer paso, se definió el tiempo de trabajo, el calendario y los horarios respectivos; para este proyecto se trabajó con ocho horas y media diarias de 7:00 am–12:00pm, de 1:00pm a 4:30pm de lunes a viernes y sábados de 7:00am–12:30pm para un total de 48 horas semanales; se fijaron las actividades y subactividades con sus respectivos tiempos de duración, señalando como fecha de inicio del proyecto el 1 de julio de 2016.

10.3.1 Inserción de actividades y tiempos. El resultado de esta fase fue la lista de actividades, el tiempo de duración de las mismas y el primer bosquejo del diagrama de Gantt (diagrama de barras) del proyecto.

Un diagrama de barras es una tabla comparativa entre las operaciones de construcción y el tiempo, y sirve como la principal línea guía para la ejecución del proyecto. Las tablas o programas de barras son herramientas bastante útiles, ideadas por Henry Gantt, que permiten establecer objetivamente un plan de avance. Este plan sirve para controlar la marcha de la obra. El diagrama de Gantt es un diagrama de tipo cartesiano; en el eje de las abscisas mide el tiempo, mientras que en el eje de las ordenadas se hace un listado de las actividades.

Para elaborar un programa de trabajo es necesario identificar y definir cada una de las actividades. La descripción del trabajo debe hacerse a un nivel de detalle adecuado, si la división es muy general puede faltar información para trabajar en forma debida, por el contrario, si es

demasiada, la información excedente obscurece los puntos importantes.<sup>58</sup>

10.3.2 Precedencias. Enlazar las actividades mediante sus precedencias, ya fuesen comienzo-comienzo, comienzo-fin, fin-comienzo o fin-fin. Esto dio como resultado de nuevo el diagrama de Gantt y el diagrama de red de una forma lógica secuencial. La lógica secuencial se refiere a la determinación del orden en el cual las actividades de la obra deben realizarse. El comienzo de algunas actividades dependerá de la terminación de otras, aunque muchas actividades son independientes y pueden proceder simultáneamente. La única consideración, en esta etapa, es establecer una imagen completa y precisa de las dependencias de cada actividad. Cada una debe ser precedida ya sea por el comienzo del proyecto o por la conclusión de una actividad previa. Consecuentemente, todas las actividades deben tener al menos una actividad que le siga, excepto la actividad que termina el proyecto.

10.3.3 Asignación de recursos. Se procedió a insertar los recursos necesarios para el proyecto; los recursos de un proyecto son el equipamiento y el personal del que se dispone para desarrollarlo. Una vez realizada la programación del proyecto, se debe asignar a cada una de las actividades los recursos necesarios para su desarrollo, y administrar estos recursos para que el progreso del proyecto sea lo más eficiente posible. Cuando se asignan recursos a las tareas se debe tener presente la siguiente ecuación que vincula la duración de una tarea con el esfuerzo o trabajo necesario para su realización y cantidad de recursos:

$$\text{Duración} = \frac{\text{Esfuerzo o trabajo requerido}}{\text{Recursos asignados a la tarea}}$$

La cantidad asignada de recursos a una tarea determina el esfuerzo o trabajo que tomará para desarrollar la misma; esto se denomina programación condicionada por el esfuerzo. En función de las asignaciones de los recursos, se deben entonces calcular tanto los costos de los recursos como de las tareas (usando información sobre sus tarifas y costos) y la cantidad de trabajo completado.

Pueden existir tareas de duración fija; por ejemplo, “secado de la pintura” es una tarea de duración fija, ya que en la práctica tarda lo mismo independientemente de la cantidad de recursos que se empleen. Microsoft Project permite cambiar el trabajo del recurso, pero dicho cambio no afecta a la duración de una tarea como esta. Puede haber

---

<sup>58</sup> Zepeda, G. M. (1997). Planeación para la edificación de una vivienda progresiva de interés social y manual de autoconstrucción. México D.F: Instituto Tecnológico de la construcción

casos también de tareas con una asignación fija de recursos (tipo tarea: unidades fijas) cuando solo se cuenta con un equipo fijo de recursos.<sup>59</sup>

Si se le asigna un recurso a una tarea, MS-Project asignará a ese recurso la cantidad de trabajo que requiera el desarrollo de la misma. Una vez el trabajo está programado, su duración dependerá de la programación del trabajo de los recursos que a su vez depende de la capacidad de trabajo, del calendario de los recursos y de las demás asignaciones de ellos a una tarea.

Por ejemplo, si se asigna un recurso una tarea de un día de 8 horas, y el recurso trabaja a tiempo completo (100%), el recurso será programado para trabajar en esa tarea durante el equivalente a una jornada completa, comenzando en el primer momento disponible no programado que coincida con alguna de las delimitaciones de tareas y el horario laborable del recurso.

- 10.3.3.1 Tarea: Es una labor a la que, con base en el trabajo que implica su realización, se le estima una duración determinada, tiene un nivel o jerarquía dependiendo de su momento de ejecución, puede ser condición para que otra tarea o tareas puedan ser ejecutadas a continuación o debe ser ejecutada después de que otras tareas han sido realizadas. Consume uno o varios recursos significativos y por ende tiene un responsable de su realización. La duración que se le asigna a una tarea es un estimativo y por lo mismo está sujeto a un margen de error. Este factor es la base de diversos análisis conducentes a determinar, por ejemplo, la probabilidad de que un proyecto finalice en una fecha determinada o dentro de un margen de tiempo establecido. Debe tenerse siempre presente que mientras más precisa sea la descripción de un proyecto y más se conozca del mismo, más precisos podrán ser sus estimativos<sup>60</sup>.

Para observar, la ejecución de la programación del proyecto ICONO 93, en la aplicación Microsoft Project, ver carpeta de anexos en el CDROM, "Anexo D" MS Project. ICONO 93

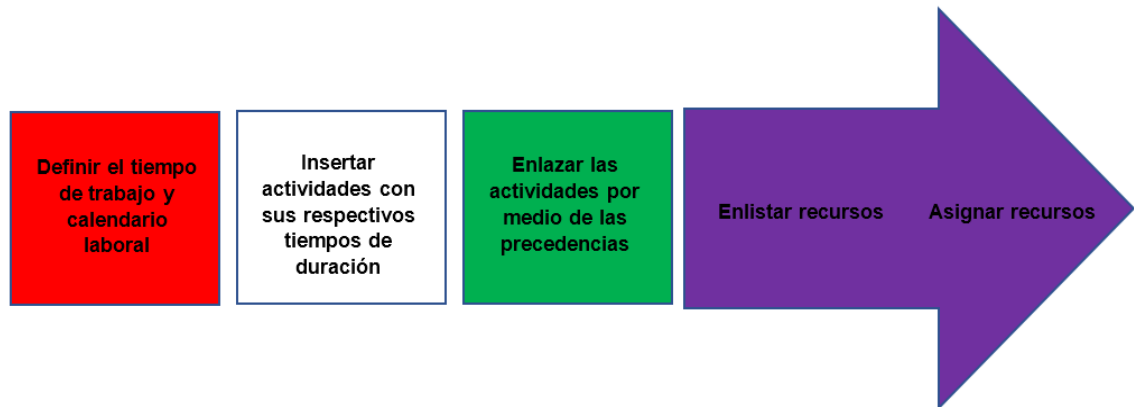
---

<sup>59</sup> TORO LOPEZ Francisco J. Proyectos planeación y control, Project-Excel, Bogotá D.C. marzo 2009. p. 16

<sup>60</sup> *Ibid.*, p. 10

10.3.4 Aplicación de project-libre al proyecto icono 93. Se ingresaron los datos de la planeación del proyecto seleccionado en la herramienta computacional gratuita, siguiendo una secuencia determinada (como en MS Project) para el proceso de inclusión de actividades.

Figura 17. Secuencia programación



Fuente: Los autores

Para trabajar con esta aplicación primero se procedió a la descarga e instalación de la siguiente manera:

- Descargar el programa de la página oficial citado en la tabla 1
- Ejecutar la descarga del programa como administrador
- Aceptar términos y condiciones
- Instalar (tarda algunos minutos)
- Finalizar
- Queda instalado y listo para usarse

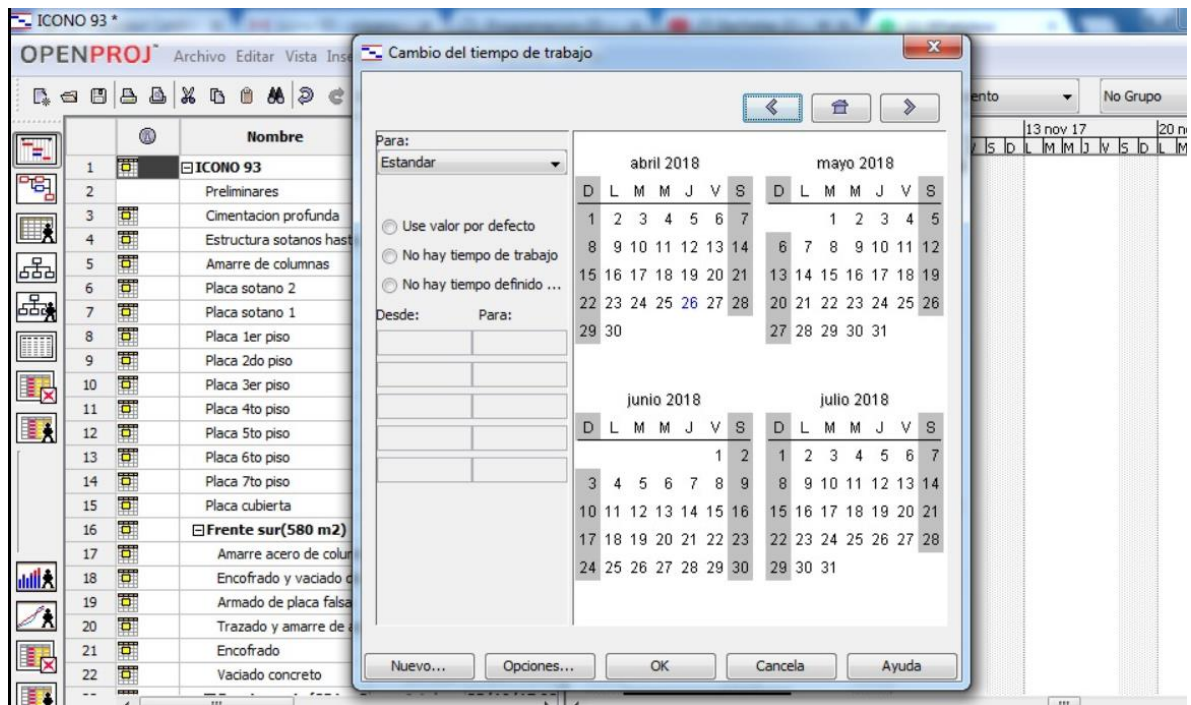
Paso siguiente proceder a digitalizar en el software.

- Al abrir el programa, aparecerá un asistente, el cual preguntará sobre lo que se desea hacer, ya sea abrir o crear un proyecto (en este caso, crear proyecto)
- El asistente pedirá información básica para el proyecto, la cual se debe llenar para continuar con la programación, como se especificó en la figura 6
- En primera instancia se adecua el calendario de acuerdo a los requerimientos del proyecto, dando clic en el menú proyecto, buscar el comando información y adecuar calendario, en este caso para este

trabajo, se adecuo de manera tal como se indicó al inicio de esta investigación, 6 días a la semana en total de 48 horas.

➤ Para Agregar las actividades (hay que estar ubicados en el comando Gantt de menú tarea) y empezar con la actividad que se tiene programada, para este caso, se empezó, con la tarea: “preliminares” seguido de la subtarea, “Localización y replanteo”, después de enlistar cada actividad, se le coloco la duración de la mismas.

Figura 18. Definición de tiempo de trabajo y calendario laboral

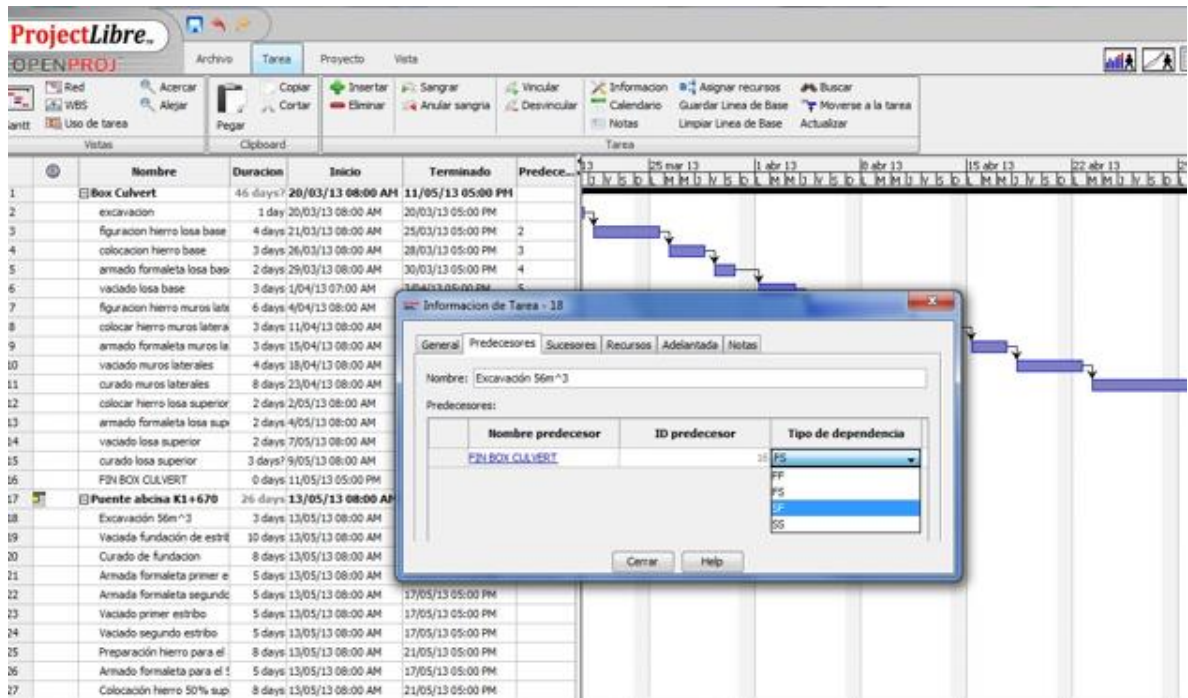


Fuente: Los autores

➤ Asignación de precedencias, esto se hace en el diagrama de Gantt, ubicado en el menú proyecto, comando Gantt, en la columna de predecesores.

Nota: la convención que utiliza este programa, para el tipo de precedencia es: SS, FF, SF y FS que son el equivalente a lo trabajado en Project como CC, FF, CF y FC respectivamente.

Figura 19. Enlace de actividades mediante precedencias

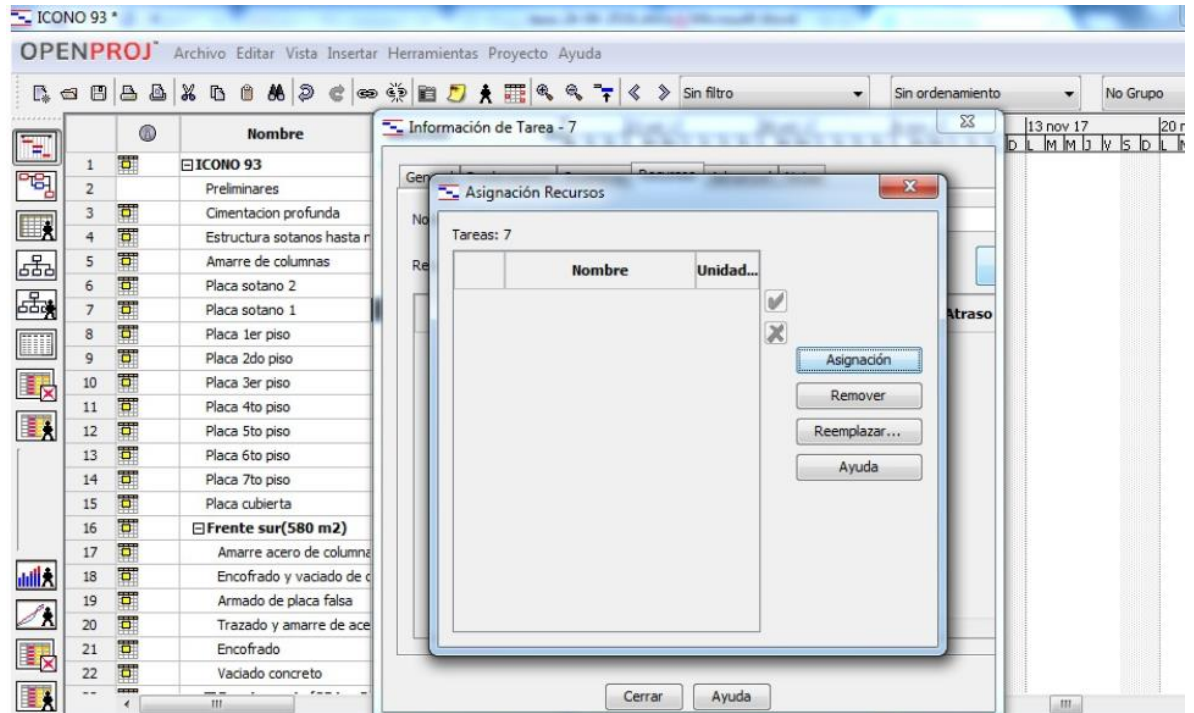


Fuente: Los autores

- Para enlistar los recursos utilizados en cada actividad del proyecto, se procedió a manejar el comando recursos del menú proyecto; luego se llenó de izquierda a derecha la tabla, indicando el valor del recurso, información del recurso tipo de recursos, entre otros.
- Para la asignación de recursos, se da doble clic en la actividad a la que se desea asignar los recursos y se despliega la tabla "información de tarea", se busca el menú recursos de tabla, información de tarea, se da clic en el botón de "asigna recursos" y aparecerá la tabla de asignar recursos donde están enlistados todos los recursos, selecciona el recurso perteneciente a la actividad y se asigna.

Para observar, la ejecución de la programación del proyecto ICONO 93, en la aplicación Open Proj-Project Libre, ver carpeta de anexos en el CDROM, "Anexo E" MS Project. ICONO 93

Figura 20. Asignación de recursos



Fuente: Los autores



## 11. EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

Para dar cumplimiento al objetivo tres, se realiza la evaluación de los criterios técnicos, especificados a continuación, donde se evidencia del modo el cual fue evaluada la herramienta computacional Open-proj Project Libre, de manera tal que los resultados obtenidos sean claros para el lector.

El objetivo de una investigación experimental es explicar la relación causa-efecto entre dos o más variables o fenómenos. El investigador modifica intencionalmente el estado de algunos de los sujetos de estudio, introduciendo y manipulando un tratamiento o una intervención (variable independiente o factor casual) que desea estudiar o evaluar.<sup>61</sup>

Para la evaluación MS Project VS Open-proj Project Libre se realizaron los siguientes pasos:

- Se escogieron las variables del Ms Project, que sirvieron de juez para esta evaluación.
- Las variables generales se clasificaron como: criterios técnicos y criterios generales
- En los criterios generales están el idioma, soporte y el sistema operativo.
- Los criterios técnicos se subdividen a su vez en actividades, recursos y tiempo, que son la base fundamental del Ms Project.
- Las actividades se dividieron en tres criterios que son: generalidades, precedencias e hitos.
- Los recursos se dividieron en: generalidades, recurso tipo trabajo, recurso tipo material y asignación de recursos.
- El tiempo se subdividió en generalidades

### 11.1 CRITERIOS A EVALUAR

Todos los proyectos equilibran un “triángulo” de tiempo, dinero y actividades, no puede cambiar uno de ellos sin que se vea afectado al menos uno de los otros. El trabajo del administrador del proyecto es hacer que no se derrumbe todo el triángulo.

Al triángulo de proyecto también se le conoce como el “triángulo de hierro” y, de manera menos poética, las “restricciones triples”. Sea cual sea la manera de llamarlo, equivale a lo mismo, no puede cambiar una actividad, el tiempo o el recurso de un proyecto sin que al menos uno de las otras dos partes se vea afectada. (Microsoft Corporation, 2016). Entendido lo anteriormente expuesto y tomando como fuente de información el servicio de soporte que brinda Microsoft Office para

---

<sup>61</sup> LERMA GONZALEZ Héctor Daniel. Metodología de la investigación: propuesta anteproyecto y proyecto Bogotá D.C. 2016 Quinta edición. p. 211

cada uno de sus productos y en este caso el soporte de Microsoft Project que se puede encontrar en <http://office.microsoft.com/> , así como la publicación “manual de office Project 2010” publicado por la especialidad de tecnología educativa de la universidad autónoma del estado de hidalgo se optó por seleccionar los criterios de evaluación.

Tabla 2. Matriz comparativa de criterios a evaluar

<b>MICROSOFT PROJECT</b>		
	<b>SOPORTE</b>	<b>SISTEMA OPERATIVO</b>
<b>MULTIIDIOMA</b>	En la internet, se puede encontrar variedad de tutoriales, ya sean escritos o videos que permiten al usuario de forma autodidacta aprender a manejar el software según su necesidad y nivel de complejidad. Oficialmente se puede encontrar información en <a href="http://office.microsoft.com/">http://office.microsoft.com/</a>	A medida que ha avanzado, las prestaciones de Windows, con sus diferentes versiones, Ms Project también lo ha hecho, tanto es así, que se puede utilizar en Windows 2000, Windows XP, Windows 7 y Windows 10.
<b>CRITERIOS TECNICOS</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	●Permite trabajar con sub- actividades y poder tener un mejor manejo	
	●Organiza la lista de actividades y sub- actividades en una estructura	
	●Permite trabajar actividades desde el diagrama de Gantt	
	●Permite asignar un valor en el que se define la prioridad de la tarea.	
	●Se pueden dividir las actividades en caso de necesitarse.	
	●Muestra tareas incompletas.	
	●Crea informes en formato xlsx tales como:	
	«Informe de costo presupuestado.	
	«Informe de disponibilidad de recursos.	
	«Informe de horas extras de valor acumulado.	
	«Informe previsto.	
	« <b>Informe</b> de flujo de caja.	
	«Informe de resumen de costo de los recursos.	
	«Informe de resumen de trabajo de los recursos.	
«Informe del trabajo presupuestado		

	«Informe del trabajo previsto.
	«Informe del trabajo restante de los recursos
	●Crea, e imprime informes básicos predefinidos de actividades
	●Compara 2 versiones de un proyecto y crea un informe
	●Establece líneas bases del proyecto
	●Recalcula el proyecto después de realizar un cambio.
	●Muestra actividades en diagrama de red.
	●Permite personalizar diagramas, informes y convenciones.
	«Informe de costo presupuestado
	«Informe de disponibilidad de recursos
	«Informe de horas extras de valor acumulado
	«Informe previsto
	«Informe de flujo de caja
	<b>PRECEDENCIAS</b>
	●En Ms Project se puede relacionar las actividades de acuerdo a sus usos
	●Permite trabajar con tiempos de iniciación temprana o tiempos tardíos
	●Las precedencias se pueden hacer ya sea mediante el numero ID de estas
	<b>HITOS</b>
	●Todas las tareas que tengan una duración cero se muestran
<b>RECURSOS</b>	<b>GENERALIDADES</b>
	●Cuenta con una hoja de recursos, en la cual se puede, agregar nuevos
	●Ms Project permite agregar recursos ya sean del tipo trabajo, o uso
	●Ms Project alerta cuando un recurso está sobre-asignado
	●Tiene la opción de redistribuir el recurso para resolver conflicto
	●Tiene la opción de redistribuir el proyecto completo, para resolver problemas
	●Permite visualizar las actividades que utilizan determinado recurso.
	<b>RECURSOS TIPO DE TRABAJO</b>
	●Se puede agregar información del recurso tal como:
	«Nombre.
	«E –mail
	« <b>Tipo</b> de reserva
« <b>Iniciales</b>	

	«Código
	«Etiqueta de material
	●Da la opción de dar a conocer un calendario diferente
	●Permite ingresar una tasa estándar del material
	●Permite ingresar un valor por uso de ser necesario.
	●Permitir asignar un valor por uso
	●Da la opción de ingresar notas del material, para especificaciones
	<b>ASIGNACION DE RECURSOS</b>
	●Permite asignar recursos a las actividades, desde varios comandos
	●Se pueden asignar recursos de otros proyectos
	●Muestra una hoja de uso de recursos, en la que se puede visualizar las actividades
	●Permite visualizar la organización de equipo, mediante un diagrama
	●Muestra grafico de recursos sobre-asignados.
<b>TIEMPO</b>	
	●Permite asignar el tiempo de las actividades, mediante fecha de inicio
	●Permite asignar calendario general para el proyecto.
	●Permite asignar calendario para cada recurso.
	●Calcula el tiempo de cada actividad y tiempo del proyecto.
	●Muestra tiempo de retraso en las actividades
	●Calcula la ruta crítica del proyecto
	●Muestra tareas retrasadas.
	●Permite trabajar con tiempos determinísticos y probabilísticos

Fuente: Los autores

## 11.2 PRIORIZACIÓN DE VARIABLES

Para la evaluación de las variables, se optó por adoptar el método del “Abaco de Regnier”, el cual es un método original y de consulta a expertos, concebido por el Doctor Francois Régnier, con el fin de interrogar a los expertos y tratar sus respuestas en tiempo real a partir de una escala de colores.

La lógica utilizada por el ábaco es de los tres colores del semáforo (verde, amarillo y rojo), se trata por lo tanto de una escala de decisión coloreada.<sup>62</sup>

Con base en lo anterior, la forma de evaluación adoptada consiste en clasificar cada criterio, según su condición, para esto se definió tres condiciones.




- Cumple
- Cumple en algo
- No cumple.

A estas condiciones, se les asignó una escala de colores, de acuerdo a la convención internacional del semáforo, el verde significa “cumple”, el amarillo “cumple en algo” y el rojo significa “no cumple”

Como complemento a la convención de colores, se definió una ponderación, la cual varía entre 10, 5 y 0 según: cumple, cumple en algo o no cumple, respectivamente.

Resumen del método de priorización de variables:

Tabla 3. Asignación escala de colores y puntaje

Cumple		10
Cumple en algo		5
No cumple		0

Fuente: Los autores

Teniendo definido los criterios de evaluación, se realizó una matriz de valoración teniendo como juez a MS Project por sobre Project Libre, donde se empezó a evaluar cada criterio, de acuerdo a la escala de colores definida.

Se calculó cuantos criterios cumplía la herramienta computacional y se aplicó la escala numérica, para hacer el análisis de forma cuantitativa.

Si el software llegase a cumplir con todos los criterios de evaluación, en la escala de colores se visualizaría toda la matriz en verde y en la escala numérica sumaría un total de 470 puntos, por otro lado, si la herramienta computacional cumplía en

---

<sup>62</sup> Mojica Sastoque, Francisco (1991). El abaco de Regnier. En La Prospectiva (21-33). Bogota: Legis Editores

algo, la sumatoria de puntos sería 235 pero si no cumplía en nada habría un total de 0 puntos.

### 11.3 ANALISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los criterios de evaluación antes mencionados, sobre la investigación experimental de la herramienta computacional gratuita seleccionada, respecto al Ms Project se obtuvo como resultado la siguiente información general y específica:

Tabla 4. Resultado de la evaluación.

Herramienta computacional	Escala de colores			Escala numérica
	Cumple	Cumple en algo	No cumple	Sumatoria
OpenProj – Project libre	36	3	8	375

Fuente: Los autores

En la figura anterior, se puede visualizar que, OpenProj – Project Libre, cumple con el 80% de los criterios que se evalúa respecto MS Project.

La herramienta computacional, en el grupo de actividades cumplió 15 de 18 ítems evaluados, en el grupo de recursos, cumplió con 13 de 21 ítems evaluados y por último en el grupo de tiempo, la herramienta computacional cumplió con todos los 8 ítems.

Figura 22. Resumen resultados de matriz comparativa

MULTIDIOMA	En la internet, se puede encontrar variedad de tutoriales, ya sean escritos o videos que permiten al usuario de forma autodidacta aprender a manejar el software según su necesidad y nivel de complejidad. Oficialmente se puede encontrar información en <a href="http://office.microsoft.com/">http://office.microsoft.com/</a>	MULTIDIOMA	En la internet, se puede encontrar variedad de tutoriales, ya sean escritos o videos que permiten al usuario de forma autodidacta aprender a manejar el software según su necesidad y nivel de complejidad. Oficialmente se puede encontrar información en <a href="http://www.project-">http://www.project-</a>	Open Proj también lo ha hecho, tanto es así, que se puede utilizar en Windows o Linux
		CUMPLE	CUMPLE EN ALGO	NO CUMPLE
<b>CRITERIOS TECNICOS</b>				
	Permite trabajar con sub-actividades y poder tener un mejor manejo	CUMPLE		
	Organiza la lista de actividades y sub-actividades en una estructura	CUMPLE		
	Permite trabajar actividades desde el diagrama de Gantt	CUMPLE		
	Permite asignar un valor en el que se define la prioridad de la tarea.	CUMPLE		
	Se pueden dividir las actividades en caso de necesitarse.	CUMPLE		
	Muestra tareas incompletas.	CUMPLE		
	Crea informes en formato xls; tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de costo presupuestado.</li> <li>Informe de disponibilidad de recursos.</li> <li>Informe de horas extras de valor acumulado.</li> <li>Informe previsto.</li> <li>Informe de flujo de caja.</li> <li>Informe de resumen de costo de los recursos.</li> <li>Informe de resumen de trabajo de los recursos.</li> <li>Informe del trabajo presupuestado</li> <li>Informe del trabajo previsto.</li> <li>Informe del trabajo restante de los recursos</li> </ul>			NO CUMPLE
	Crea, e imprime informes básicos predefinidos de actividades			
	Compara 2 versiones de un proyecto y crea un informe	CUMPLE		
	Establece líneas bases del proyecto			NO CUMPLE
	Recalcula el proyecto después de realizar un cambio.	CUMPLE		
	Muestra actividades en diagrama de red.	CUMPLE		
	Permite personalizar diagramas, informes y convenciones. <ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de costo presupuestado</li> <li>Informe de disponibilidad de recursos</li> <li>Informe de horas extras de valor acumulado</li> <li>Informe previsto</li> <li>Informe de flujo de caja</li> </ul>		CUMPLE EN ALGO	
	<b>PRECEDENCIAS</b>			
	En Ms Project se puede relacionar las actividades de acuerdo a sus usos	CUMPLE		
	Permite trabajar con tiempos de iniciación temprana o tiempos tardios	CUMPLE		
	Las precedencias se pueden hacer ya sea mediante el numero ID de estas	CUMPLE		
	<b>HITOS</b>			
	Todas las tareas que tengan una duración cero se muestran	CUMPLE		
	<b>GENERALIDADES</b>			
	Cuenta con una hoja de recursos, en la cual se puede, agregar nuevos	CUMPLE		
	Ms Project permite agregar recursos ya sean del tipo trabajo, o uso		CUMPLE EN ALGO	
	Ms Project alerta cuando un recurso está sobreasignado			NO CUMPLE
	Tiene la opción de redistribuir el recurso para resolver conflicto			NO CUMPLE
	Tiene la opción de redistribuir el proyecto completo, para resolver problemas			NO CUMPLE
	Permite visualizar las actividades que utilizan determinado recurso.			NO CUMPLE
	<b>RECURSOS TIPO DE TRABAJO</b>			
	Se puede agregar información del recurso tal como: <ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre.</li> <li>E-mail</li> <li>Tipo de reserva</li> <li>Iniciales</li> <li>Código</li> <li>Etiqueta de material</li> </ul>	CUMPLE		
	Da la opción de dar a conocer un calendario diferente			
	Permite ingresar una tasa estándar del material		CUMPLE EN ALGO	
	Permite ingresar un valor por uso de ser necesario.	CUMPLE		
	Permitir asignar un valor por uso	CUMPLE		
	Da la opción de ingresar notas del material, para especificaciones	CUMPLE		
	<b>ASIGNACION DE RECURSOS</b>			
	Permite asignar recursos a las actividades, desde varios comandos	CUMPLE		
	Se pueden asignar recursos de otros proyectos			NO CUMPLE
	Muestra una hoja de uso de recursos, en la que se puede visualizar las actividades	CUMPLE		
	Permite visualizar la organización de equipo, mediante un diagrama	CUMPLE		
	Muestra grafico de recursos sobreasignados.			NO CUMPLE
	<b>TIEMPO</b>			
	Permite asignar el tiempo de las actividades, mediante fecha de inicio	CUMPLE		
	Permite asignar calendario general para el proyecto.	CUMPLE		
	Permite asignar calendario para cada recurso.	CUMPLE		
	Calcula el tiempo de cada actividad y tiempo del proyecto.	CUMPLE		
	Muestra tiempo de retraso en las actividades	CUMPLE		
	Calcula la ruta crítica del proyecto	CUMPLE		
	Muestra tareas retrasadas.	CUMPLE		
	Permite trabajar con tiempos determinísticos y probabilísticos	CUMPLE		

Fuente: Los autores

Figura 21. Resumen resultados de matriz comparativa

	<b>HITOS</b>			
	Todas las tareas que tengan una duración cero se muestran	CUMPLE		
	<b>GENERALIDADES</b>			
	Cuenta con una hoja de recursos, en la cual se puede, agregar nuevos	CUMPLE		
	Ms Project permite agregar recursos ya sean del tipo trabajo, o uso		CUMPLE EN ALGO	
	Ms Project alerta cuando un recurso está sobreasignado			NO CUMPLE
	Tiene la opción de redistribuir el recurso para resolver conflicto			NO CUMPLE
	Tiene la opción de redistribuir el proyecto completo, para resolver problemas			NO CUMPLE
	Permite visualizar las actividades que utilizan determinado recurso.			NO CUMPLE
	<b>RECURSOS TIPO DE TRABAJO</b>			
	Se puede agregar información del recurso tal como: <ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre.</li> <li>E-mail</li> <li>Tipo de reserva</li> <li>Iniciales</li> <li>Código</li> <li>Etiqueta de material</li> </ul>	CUMPLE		
	Da la opción de dar a conocer un calendario diferente			
	Permite ingresar una tasa estándar del material		CUMPLE EN ALGO	
	Permite ingresar un valor por uso de ser necesario.	CUMPLE		
	Permitir asignar un valor por uso	CUMPLE		
	Da la opción de ingresar notas del material, para especificaciones	CUMPLE		
	<b>ASIGNACION DE RECURSOS</b>			
	Permite asignar recursos a las actividades, desde varios comandos	CUMPLE		
	Se pueden asignar recursos de otros proyectos			NO CUMPLE
	Muestra una hoja de uso de recursos, en la que se puede visualizar las actividades	CUMPLE		
	Permite visualizar la organización de equipo, mediante un diagrama	CUMPLE		
	Muestra grafico de recursos sobreasignados.			NO CUMPLE
	<b>TIEMPO</b>			
	Permite asignar el tiempo de las actividades, mediante fecha de inicio	CUMPLE		
	Permite asignar calendario general para el proyecto.	CUMPLE		
	Permite asignar calendario para cada recurso.	CUMPLE		
	Calcula el tiempo de cada actividad y tiempo del proyecto.	CUMPLE		
	Muestra tiempo de retraso en las actividades	CUMPLE		
	Calcula la ruta crítica del proyecto	CUMPLE		
	Muestra tareas retrasadas.	CUMPLE		
	Permite trabajar con tiempos determinísticos y probabilísticos	CUMPLE		

Fuente: Los autores

Para mayor entendimiento y visualización de los resultados de la matriz comparativa, ver carpeta de anexos en el CDROM "Anexo C" Matriz MS Project Vs Project Libre.

A continuación, se mostrará cuáles fueron los criterios que Project Libre cumplió en algo y no cumplió.

#### 11.3.1 Criterios que cumplió en algo

- Permite personalizar diagramas informes y convenciones: permite personalizar los informes, pero no, conforme a los gustos que el usuario desee, sino que se debe seleccionar, el tipo de informe y los datos que irán en éste, desde una lista de informes predefinida y a los cuales no se les puede cambiar el tipo de fuente, color o tamaño, a diferencia del Ms Project, el cual tiene esta opción.
- Permite asignar recursos ya sean del tipo trabajo, material, o costo, el OpenProj- Project Libre, solo tiene la opción de asignar recursos tipo: material o trabajo. No permite asignar recursos tipo costo
- Permite ingresar una tasa estándar por unidad de tiempo (hora, día), pero limitadamente.

#### 11.3.2 Criterios que no cumplió

Crea informes en formato xlsx tales como:

- Informe de costo presupuestado.
- Informe de disponibilidad de recursos.
- Informe de horas extras de valor acumulado.
- Informe previsto.
- Informe de flujo de caja.
- Informe de resumen de costo de los recursos.
- Informe de resumen de trabajo de los recursos.
- Informe del trabajo presupuestado.
- Informe del trabajo previsto.
- Informe del trabajo restante de los recursos.

Ningún informe de este tipo, se puede crear con el OpenProj –Project Libre, además que las características de dichos informes en el Ms Project, son muy buenos, ya que al estar en formato xlsx muestra gráficos y tabulaciones, que hacen más entendible, el proyecto.

- Compara 2 versiones de un proyecto y crea un informe de comparación para mostrar las diferencias de los mismos: la herramienta computacional OpenProj- Project Libre, arroja informes y estadísticas solo de un proyecto, a diferencia del Ms Project, que permite comparar dos proyectos y arroja un informe, donde se analiza la ruta crítica,



tiempos, recursos y costos

- Alerta cuando un recurso está sobre-asignado: OpenProj-Project Libre, no cuenta con esta herramienta esencial para la programación de proyectos, ya que la misma, permite al usuario, estar al tanto si un recurso tipo trabajo, está siendo utilizado más de una vez en la misma actividad y al en el mismo intervalo de tiempo.
- En Ms Project se visualiza el diagrama de Gantt las sub-actividades con un icono de color rojo y en la hoja de recursos el nombre del recurso resaltado de color rojo, acompañado con una señal de alerta, color amarillo, pero en el OpenProj- Project Libre, no ocurría nada, ni el diagrama de Gantt, ni en la hoja de recursos.
- Tiene la opción de redistribuir el proyecto completo, para resolver conflicto de recursos o de sobre-asignación al retrasar o dividir actividades; OpenProj-Project Libre, no cuenta con esta opción, que permite elegir de un cuadro de dialogo, las acciones que más convenga, y que realizan una distribución del todo el proyecto, ya sea mediante la variación de tiempos o actividades
- Muestra gráfico de recursos, sobre-asignados: OpenProj-Project Libre, tampoco cuenta con dicha opción, a diferencia del Ms Project, que muestra un gráfico de barras, donde señala que recursos están sobre-asignados y en qué actividad se presenta la sobre-asignación.
- Se pueden asignar recursos de otros proyectos mediante un grupo de recursos: OpenProj-Project Libre, no permite realizar esta opción; contrario al Ms Project, ya que, mediante esta, se puede compartir recursos a varios proyectos desde una sola lista de recursos y además identifica conflictos si hay sobre-asignación de los mismos.

## 12. CONCLUSIONES

- Existen un número significativo de herramientas computacionales gratuitas que se pueden descargar de la internet, diseñadas para la programación de proyectos; la herramienta seleccionada para esta comparación, fue el OpenProj – Project libre y aunque comparado con el Microsoft Project su desempeño fue más del que se esperaba, este software se puede utilizar en el ámbito académico, ya que cuenta con las herramientas esenciales de programación y control de una obra; también se puede utilizar en proyectos de obras civiles con una complejidad relativamente baja, teniendo presente que hasta su última versión, no cuenta con alerta de sobreasignación y que la ruta crítica puede tener cambios significativos sino se tiene cuidado al asignar de forma correcta el tiempo de trabajo y el tipo de calendario a utilizar.
  
- Mediante la evaluación de la herramienta computacional gratuita utilizada en la programación de proyectos de obras civiles, que tuvo como juez a Microsoft Project, se pudo establecer que aunque existe la herramienta computacional gratuita para la programación de proyectos, la cual tiene características de diseño, adaptadas a distintos tipos de usuario, no existe hasta el momento, una que cumpla con las mismas o más prestaciones que el Microsoft Project, el cual además de tener bien definido la estructura técnica de la programación de proyectos, ha tenido en cada versión, desde 1984 hasta 2016 una interfaz que se adapta a los usuarios y a sus necesidades, con miras a que la gestión de proyectos se haga en el menor tiempo y con la mayor exactitud posible; es por tal motivo que el costo de su licencia sea relativamente elevado y que para proyectos de gran relevancia y complejidad, se hace necesaria la inversión en este programa.

### 13.RECOMENDACIONES

- Los software para la programación de proyectos, se pueden convertir en una herramienta esencial para las personas que estudian o se dedican a esta rama la administración de proyectos, en especial administración de obras civiles, debido a que le ahorran al usuario tiempo, y permiten visualizar de una manera más ordenada la programación o llevar el control de los proyectos, pero es importante señalar, que la última palabra, en las decisiones que se toman respecto a las actividades, tiempos y recursos, son responsabilidad única y exclusiva del profesional encargado para tal fin.
- Organizar el calendario de trabajo de acuerdo a la zona donde se vaya a realizar el proyecto, debido a que, el software tiene calendarios predeterminados, donde se toman algunos días como festivos no laborables y que pueden hacer que varíen los resultados de la programación.
- Descargar las herramientas computacionales, única y exclusivamente del sitio web oficial, ya que existes en la internet muchos sitios donde se puede realizar la misma, pero los softwares pueden contener virus y/o no funcionar correctamente.
- Con base en esta investigación y a raíz de que el sector de la administración de proyectos, es un tema supremamente extenso, se deja planteado para que los estudiantes de ingeniería civil con miras a elaborar su trabajo de grado, partan de esta investigación para complementar dicha rama de la ingeniería civil; también se deja planteado para que estudiantes de ingeniería de sistemas y de software adopten esta investigación como futuro proyecto de grado realizando mejoras en los softwares aquí mencionados, pues como se ha indicado en todo el documento, los softwares son una herramienta primordial y que facilita todos los procesos dependiendo del sector en que se utilicen.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUDELO, N.A. Manual de gestión de proyectos [en línea]. Bogotá: La Empresa 20 agosto, 2011. p1-p20

ANAHEMI. Project Conference 2014. 10 Golden Rules for working with MS Project [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 Agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://channel9.msdn.com/Events/Project/2014/PC234>>

BACA URBINA, Gabriel. Evaluación de Proyectos. México: Mc Graw Hill, 2001.

BOTERO, L. Análisis de rendimiento y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Medellín: Universidad EAFI, 2002.

Brownlee, J. (2005) Interim Report, Survey of Cost Performance of Building Work under the GDLA Agreement and Conditions of Contract for the Society of Chartered Surveyors, Society of Chartered Surveyors, Dublin, on-line [citado marzo 2018]. Disponible en internet <URL <http://www.akc.ie/documents/GDLA%20Survey%20Interim.pdf>>

CERVANTES, P. Planeación y control de obra Bogotá: Blog José Antonio Saiz –20 agosto, 2017. P1

ECURED. Microsoft Project (MSP) [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 8 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.ecured.cu/Microsoft\\_Project](https://www.ecured.cu/Microsoft_Project)>

ESENCIALBLOG TBS BARCELONA. Open Project / Project Libre: una alternativa muy fiable a Microsoft Project [en línea]. Barcelona: La Empresa [citado 8 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.esencialblog.es/es/open-project-project-libre-una-alternativa-muy-fiable-a-microsoft-project/>>

EYZAGUIRRE A. CARLOS. Costos y Presupuestos para edificaciones, editorial MACRO Lima Perú. Marzo 2009

GARCÍA NARANJO, Manuel. Planificación y Control de Proyectos de Construcción Bogotá: Slideshare. Marzo 2009 p1

HENAO, J.C. Manual de programación y control de programas de obra. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1997.

HUERTAS, E. Microsoft Project (MNS Project) Vs Open Project [en línea]. Bogotá: Prezi [citado 13 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://prezi.com/m3iq8-m6cshs/microsoft-project-mns-projectvs-openproject/>>

LERMA GONZALEZ Héctor Daniel. Metodología de la investigación: propuesta anteproyecto y proyecto Bogotá D.C. 2016 Quinta edición

MARINI, Eva. 20 softwares gratuitos para la Gestión de Proyectos [en línea]. Bogotá: LSBESBCN [citado 20 agosto, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.masterinprojectmanagement.net/20-software-gratuitos-para-la-gestion-de-proyectos/>>

MENDEZ, Mauricio. Presentación MS Project [en línea]. Bogotá: SlideShare 10 septiembre, 2010. p1-p10, p25-p50

MOJICA SASTOQUE, F. La prospectiva. Bogotá: Legis, 1991.

RIAY, Y.H. Evaluación técnica de software gratuitos empleados en la programación y control de proyectos de obra civil. Pamplona: Santander, 2013.

ROBBINS, S. Fundamentos de Administración. México: Pearson, 2002.

SALAZAR, C.S. Administracion de empresas constructoras. Mexico: Limusa, 1994.

SANTOS, Jorge. Trayectoria critica. Bogotá: Bhandar, 1997.

STONER, J.A. Administración. 6 ed. Naucalpan de Juárez: Pearson, 2005.

TORRES, L.E. Presupuesto y control de obras [en línea]. Bogotá: Blogspot [citado 24 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://sistemacopres.blogspot.com.co/2013/06/planificacion-y-programacion-de-obra.html>>

TORO LOPEZ Francisco J. Proyectos planeación y control, Project-Excel, Bogotá D.C. Marzo 2009

UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA. El presupuesto [en línea]. Ciudad Real: La Universidad [citado 24 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.google.com.co/search?q=UNIVERSIDAD+DE+CASTILLA+LA+MANCHA&oq=UNIVERSIDAD+DE+CASTILLA+LA+MANCHA&aqs=chrome..69i57.549j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>

URBINA, G. Evaluación de Proyectos. México: Mc Graw Hill, 2001.

YEPES, M. D. Fundamentos de administración para ingenieros. Medellín: Indusellos. 2002.

ZEPEDA, G. Planeación para la edificación de una vivienda progresiva de interés social y manual de autoconstrucción. México: Instituto Tecnológico de la Construcción, 1197.

## **15. ANEXOS**

En el CDROM Adjunto a este documento, se encuentra la carpeta de anexos de este trabajo de grado, la cual contiene las siguientes carpetas.

Tabla 5 Lista de Anexos

NOMBRE DE LA CARPETA	CONTENIDO		Fuente	
Anexo A	Cronograma detallado Icono 93		Constructora Terranum	
Anexo B	Manual-openproj		Universidad Nacional de Colombia, autores: Jorge Leonardo Lemus Jenniffer Navas Muños	
Anexo C	MATRIZ MS project Vs Project libre		Autores	
Anexo D	MS Project. ICONO 93 (programación en MS Project)		Autores	
Anexo E	Project Libre. ICONO 93 (programación en Project-Libre)		Autores	
Anexo F	Documentos de anexos icono 93		Constructora Terranum	
	Apantallamiento	Modelo PDF		Plano A101 Plano A102 Plano A103 Plano A104 Plano A105
	EETT SIPRA Icono 93			
	Certificación LEED CORE & SHELL	24.10.16 Anexo LEED Contratista General Calle 93 V1		
	Construcción de sistema de seguridad y control	Técnicas		BOD Especificaciones  Fichas técnicas Planos Revit
	Estudio de suelos	9A Informe		Diagrama de empujes Diagrama de empujes Diagrama de empujes Localización de sondeos sondeos de Ensayos laboratorio Cálculos Proceso constructivo Barretes

		Estudio de suelos
	Proceso constructivo	Diagrama de empujes
	Diagrama de empujes	Proceso constructivo
RCI	Técnicas	BOD Especificaciones  Fichas técnicas Planos Revit
Red de gas		Memorias Planos Revit
Red Hidráulica	Técnicas	BOD Disponibilidad Especificaciones  Memorias Planos Revit
Red Sanitaria		Especificaciones Memorias Planos Revit
Redes Eléctricas		Cantidades de obra
Sistema de ventilación	COMM	Catálogos Especificaciones Especificaciones de  Mechanical Schedule Memorias Revit
Ventanearía	Técnicas	Especificaciones