



**BUAP**

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**Facultad de Ingeniería**

**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN ESTUDIOS DE POSGRADO**

**“Formularios digitales para el control de obras de construcción con indicadores de sobre costo”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN INGENIERÍA OPCIÓN  
TERMINAL EN CONSTRUCCIÓN**

**P R E S E N T A:**

**ING. JOSÉ MARTIN REYES MOGUEL**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**M.A. GENARO ROBERTO LÓPEZ AGUILAR**

**CODIRECTOR:**

**DR. MARCO ANTONIO CRUZ GÓMEZ**

Puebla, Pue.

Agosto 2021

# Oficio de autorización del tema de tesis emitido por la Dirección de Ingeniería



**Oficio No. SIEP/1168/2021**

**C. José Martín Reyes Moguel**

Matrícula 219470121

Pasante de la Maestría en Ingeniería  
con opción terminal en Construcción  
Facultad de Ingeniería, BUAP.

Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Angel Cecilio Guerrero Zamora, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema titulado: **Formularios digitales para el control de obras de construcción con indicadores de sobrecosto**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Construcción, asignándose como Director al M.A. Genaro Roberto López Aguilar y Codirector al Dr. Marco Antonio Cruz Gómez.

Sin otro particular de momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Zaragoza, junio 11 de 2021

**M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora**  
Director



c.c.p. M. A. Genaro Roberto López Aguilar y Dr. Marco Antonio Cruz Gómez, Director y Codirector del Tema de Tesis

c.c.p. Archivo

AEPS/sco\*


**M.I. Ángel Cecilio Guerrero Zamora**  
**Director de la Facultad de Ingeniería BUAP**  
**Presente.**

Los que suscriben, Mtro. Genaro Roberto López Aguilar y Dr. Marco Antonio Cruz Gómez, en calidad de Director y Co-Director de la presente Tesis titulada: "Formularios digitales para el control de obras de construcción con indicadores de Sobrecosto", para obtener el Grado de Ingeniería con Opción Terminal en Construcción, que presenta el Ing. José Martín Reyes Moguel; no tenemos inconveniente en autorizar la impresión de la Tesis citada, al cumplir con las revisiones necesarias para su terminación.

Lo que hacemos de su conocimiento para los efectos académicos a que haya lugar, y sin más por el momento, nos despedimos de Usted.

Atentamente

H. Puebla de Zaragoza, a 31 de agosto de 2021

  
**M.A. Genaro Roberto Lopez Aguilar**  
Director de Tesis

ATENTAMENTE  
  
Dr. Cruz Gómez Marco Antonio  
Académico Facultad de Ingeniería  
Núm. de Trabajador 10630/512  
mangroz@live.com  
Cel. 22 21 43 66 74  
**Dr. Marco Antonio Cruz Gómez**  
Co-Director de Tesis

c.c.p. Interesado

## **Dedicatorias**

A mi esposa Ana Gabriela por su apoyo incondicional y ser mi compañera de vida.

A mis hijos Abisai, Eduardo e Isabel por darme la fuerza para seguir adelante.

A mi madre (Q.E.D.) por su incansable lucha para guiarme cada día de su vida con mucho amor.

A mi padre por inculcarme valores que me han hecho ser mejor persona.

A mis hermanos Roberto Carlos, Francisco y Omar por ser parte de mi vida y estar conmigo cuando los necesito.

## **Agradecimientos**

A la Benemérita Universidad Autónoma por formarme en sus aulas, con la Licenciatura y el posgrado.

A la Facultad de Ingeniería donde me forme como Ingeniero Civil y posgrado en Construcción.

A mi asesor M. A. Genaro Roberto López Aguilar, por su dirección y apoyo con sus conocimientos para concluir esta tesis.

A todos los profesores de la Facultad de Ingeniería que me apoyaron durante mi estancia con sus conocimientos en clases, seminarios y asesorías.

## Contenido

RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xiii
a) Planteamiento del problema .....	xiv
b) Justificación .....	xv
c) Objetivos de la investigación.....	xvi
d) Preguntas de investigación.....	xvii
e) Hipótesis .....	xvii
f) Variables.....	xvii
g) Diseño metodológico .....	xviii
h) Alcances y limitaciones.....	xix
CAPITULO I LA IMPORTANCIA DEL CONTROL DE OBRA.....	1
I.1 Definición de control de obra .....	2
I.2 Relación entre tiempo, coste y calidad.....	2
I.2.1 Actuación en el triángulo (coste, tiempo y calidad).....	3
I.3 Indicadores clave en el control de obra.....	6
I.3.1 Control de avance.....	7
I.3.2 Control de rendimientos.....	7
I.3.3 Control de costos.....	7
I.3.4 Control de calidad.....	8
I.4 Identificación de problemas .....	8
I.5 Sobrecosto de obra.....	9
I.5.1 Posibles causas de sobrecosto .....	9
I.6 Herramientas de planeación, seguimiento y control de obra .....	10

I.6.1 Diagrama de barras .....	10
I.6.2 Curvas de Producción Acumulada “s” .....	11
I.6.3 Método de la ruta crítica, CPM (Critical Path Method) .....	12
I.6.4 Diagrama de PERT .....	14
I.6.5 Last Planner.....	15
I.7 Sistemas de control.....	17
I.7.1 Sistemas ERP .....	17
I.7.2 Tipos de ERP.....	18
I.7.3 Descripción de los ERP más utilizados en México .....	21
I.8 Deficiencias en el uso de sistemas de control .....	23
I.9 Formularios para el control de obra .....	24
I.9.1 Formulario Estándar .....	24
I.9.2 Formulario Grafico .....	24
I.9.3 Formulario de texto .....	24
I.9.4 Formularios abiertos .....	25
I.9.5 Ventajas de Utilizar Formularios .....	25
I.9.6 Desventajas de Utilizar Formularios .....	25
<b>CAPITULO II ESTRUCTURA PARA EL DISEÑO DE FORMULARIOS DIGITALES</b> .....	<b>27</b>
II.1 Detección de unidades de análisis.....	27
II.2 Requerimientos del analista.....	27
II.3 Clasificación de la Información .....	28
II.3.1 Balance de la información.....	28
II.3.2 Criterios de clasificación .....	28
II.4 Generación de Base de datos (BD) .....	30

II.4.1 Base de datos como un componente de los sistemas de información (SI).	30
II.4.2 Sistema de Gestión de Base de datos.....	31
II.4.3 Arquitectura de BD a tres niveles.....	33
II.4.5 Proceso de diseño de una base de datos.....	34
II.5 Determinación del tipo de formulario.....	36
II.5.1 Consideraciones para la elaboración de un formulario.....	36
II.6 Partes del Formulario.....	36
II.6.1 Diseño de un nuevo formulario.....	37
CAPÍTULO III LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA FORMULARIOS.....	39
III.1 Definición de lenguaje de programación.....	39
III.1.1 Para qué sirven los lenguajes de programación.....	40
III.2 Tipos de lenguaje de programación.....	40
III.3 Lenguajes de programación más conocidos.....	42
III.4 Softwares de programación.....	43
III.5 Lenguaje de programación Visual Basic.....	44
III.6 Programación en Visual Basic (VBA) para Excel.....	45
CAPÍTULO IV ETAPAS DE LA ADMINISTRACIÓN DE OBRA.....	47
IV.1 Planeación.....	47
IV.2 Programación de Obra.....	48
IV.3 Presupuestación de Obra.....	50
IV.4 Ejecución de Obra.....	51
IV.5 Control de Obra.....	52
CAPITULO V FORMULARIOS DE GESTIÓN DE OBRA DE CONSTRUCCIÓN..	54
V.1 Gestión de obra de construcción.....	54



V.1.1 Administración .....	55
V.1.2 Recursos Humanos .....	56
V.1.3 Finanzas .....	56
V.1.4 Ventas .....	57
V.1.5 Compras .....	57
V.1.6 Producción .....	57
V.2 Proceso operativo: presupuesto de obra .....	58
V.3 Propuesta de formulario presupuesto de obra.....	61
V.4 Procedimiento operativos para la elaboración y tramite de actualización de sobre costo. ....	63
V. 5 Posibles causas de sobrecosto .....	64
V.5.1 Gestión de compras .....	64
V.5.2 Gestión de Maquinaria o equipo.....	66
V.5.3 Contratación de personal de servicios.....	68
V.5.5 Análisis de Reducción en conceptos de obra .....	72
V.5.6 Identificación de riesgos de sobrecosto.....	74
V.5.7 Ajustes de programación de obra.....	76
V.6 Operatividad general del sistema .....	78
V.7 Propuesta de toma de decisiones.....	80
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES .....	84
Anexos .....	88

## RESUMEN

En la ejecución de una obra de construcción, se trata de prever factores que puedan generar sobrecostos, los cuales se presentan durante la ejecución de los trabajos como un gasto extraordinario o situación no prevista, que impacta en la utilidad proyectada, en el presupuesto y en el programa de construcción.

Se considera que es muy importante contar con notificaciones digitales, que indiquen que se están generando sobrecostos en el proyecto que se realiza. Pero un software especializado como un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) genérico y especializado en construcción, representa una fuerte inversión para una pequeña empresa.

El objetivo del presente trabajo es diseñar una propuesta de formularios digitales para detectar indicadores de sobrecosto en una obra de construcción utilizando la hoja de cálculo y su lenguaje de programación integrado, para poder ser consultado hasta en un dispositivo móvil.

La pregunta que se genera es la siguiente: ¿Cómo pueden los formularios digitales ser una propuesta de solución para detectar indicadores de sobrecosto en una obra de construcción?

Para llevar a cabo esta investigación se recurre a la investigación documental en donde se analiza la información sobre los temas a tratar, así como la investigación descriptiva para examinar las características y la descripción detallada del objeto de estudio. El instrumento de acopio de datos es por medio de la observación y de la experiencia del autor y del director de tesis.

Se diseña una propuesta gráfica de siete formularios digitales con los conceptos, características, datos e información que debe llevar, así como los resultados que proyectarán. Los formularios diseñados se refieren a las áreas más representativas de la obra de construcción y se considera que la información generada servirá para tomar mejores decisiones.

Se llega a la conclusión de que, aunque se cuente con una excelente programación, una buena dirección del proyecto, la planeación sea la adecuada, las compras se realicen en tiempo, la cuantificación sea “exacta”, hay causas que no se pueden controlar o evitar sobrecostos en la obra.

Este trabajo busca además fomentar la cultura de la administración en obra, utilizando estrategias prácticas para el control de obra, que al final del día proporcionen una visión general del comportamiento del presupuesto y la oportuna toma de decisiones.

## **ABSTRACT**

In the execution of a construction work, it is a matter of anticipating factors that may generate cost overruns, which appear during the execution of the works as an extraordinary expense or unforeseen situation, which impacts the projected profit, the budget and the construction schedule.

It is considered that it is very important to have digital notifications, which indicate that cost overruns are being generated in the project being carried out. But specialized software such as a generic ERP (Enterprise Resource Planning) system specialized in construction represents a strong investment for a small business.

The objective of this work is to design a proposal for digital forms to detect cost overrun indicators in a construction site using the spreadsheet and its integrated programming language, to be able to be consulted even on a mobile device.

The question that arises is the following: How can digital forms be a solution proposal to detect cost overruns on a construction site?

To carry out this research, documentary research is used, where the information on the topics to be discussed is analyzed, as well as descriptive research to examine

the characteristics and detailed description of the object of study. The data collection instrument is through observation and the experience of the author and the thesis supervisor.

A graphical proposal of seven digital forms is designed with the concepts, characteristics, data and information that it must carry, as well as the results that they will project. The forms designed refer to the most representative areas of the construction site and it is considered that the information generated will serve to make better decisions.

It is concluded that, although there is an excellent programming, a good project direction, the planning is adequate, the purchases are made on time, the quantification is "exact", there are causes that cannot be controlled or avoid cost overruns on site.

This work also seeks to promote the culture of administration on site, using practical strategies for site control, which at the end of the day provide an overview of the behavior of the budget and timely decision-making.

# INTRODUCCIÓN

Dentro del amplio campo de la administración de obra, en el cual muchos profesionistas se han visto inmersos, resulta una tarea además de multifacética un reto diferente para cada proyecto debido a la complejidad y magnitud de cada uno de ellos.

Además del seguimiento puntual al proyecto, así como del plan de control de calidad de obra, el control de los recursos humanos y materiales propios del costo directo de obra resultan difícil de administrar ya que se requiere de la colaboración y comunicación de diferentes áreas; presupuesto de obra, gestión de compras, maquinaria y equipo, almacén, nóminas y volúmenes de obra por mencionar algunos son de los rubros más importantes ya que perder el control de uno de ellos implica muchas veces un sobre costo en el presupuesto final.

Lo ideal sería poder identificar puntualmente el comportamiento del presupuesto, ya que ello implicaría toma de decisiones en tiempo y si se requiere hasta el replanteamiento del programa de obra con la intención de aminorar el impacto negativo.

De ahí la necesidad de diseñar formularios digitales con indicadores de sobre costo como una herramienta dinámica, eficiente y que nos proporcione datos inmediatos y relevantes que puedan ser de utilidad para la toma de decisiones. Siendo Hoja de cálculo Excel el software ideal ya que es una herramienta de dominio profesional, compatible con varios sistemas operativos y que además nos permite almacenar, analizar y procesar tantos campos como se requiera, que en comparación a los sistemas de control de obra estos implican un costo tanto para su implementación como para la puesta en marcha, además de una mayor inversión en capacitación.

A partir de la creación de estos formularios digitales en Hoja de cálculo se podrá tener acceso al historial de las bases de datos y generación de reportes de obra, que son muy requeridos entre los directivos para tener un diagnóstico general del comportamiento de la misma.

## **a) Planteamiento del problema**

La administración de obras de construcción es una tarea muy compleja y un promedio muy alto de empresas no cuenta con un software especializado como un sistema de planeación de recursos empresariales ERP y específicamente de construcción para vincular la información al tiempo que se va generando durante el proceso de la obra, los ingenieros o arquitectos encargados, solo se apoyan en general en hojas de cálculo como Excel, y en bitácoras apuntes que se van trasapelando conforme pasa el tiempo.

Los presupuestos y programas de obra de una construcción, se ven afectados por los factores de sobre costo que ocasionan el incumplimiento de los mismos en tiempo y forma, si bien se sabe que los hay, no se tienen herramientas digitales con las cuales se pueden ir previsualizando y atendiendo al momento de detectarlos.

Como experiencia profesional se plantea el caso de la situación: en una obra se usó un sistema ERP el cual no se pudo aprovechar debido a que no se tenía servicio de internet, se trató de trabajar con banda ancha, pero consumía muchos datos y era costoso, no se actualizaba la información que se iba capturando, esto hacía que se fueran retrasando los reportes de volúmenes de obra, inventarios de almacén, realización de estimaciones de obra para pago, que no se podían hacer en tiempo.

Un problema importante de este sistema ERP, es que los volúmenes iniciales que se cargaron no fueron los reales al de la ejecución de obra, por lo que tuvo variaciones, incrementando los volúmenes finales, material y mano de obra que derivaron a sobre costos.

Lo anterior no indica que los sistemas ERP sean deficientes, sino que son necesarios recursos técnicos, materiales y de capacitación para que puedan ser eficientes. Y que, para un emprendedor o profesional independiente de la construcción, resulta complicado contar con los requerimientos y recursos necesarios, que le permitan realizar su trabajo de una manera eficaz.

## **b) Justificación**

Esta investigación propone el uso de formularios digitales para el control de obras de construcción con indicadores de sobrecosto, como una herramienta practica y de fácil acceso, en comparación con software especializado por el que se pagan licencias muy costosas, membresías anuales, capacitaciones especializadas y en su caso en obras donde se carece de internet, por lo que su implementación no es posible, reduciéndose a solo un programa de cómputo sin actualizaciones.

Los formularios digitales para el control de obras de construcción con indicadores de sobrecosto son herramientas que se pueden implementar en cualquier proyecto de construcción y que se pueden hacer tantos formularios como sean necesarios para cada actividad que se necesite controlar en base al programa de obra y al presupuesto, y que al contar con varios formularios se crea una plataforma con base de datos disponible en todo tiempo para toma de decisiones.

La intención principal es que, mediante la realización de formularios digitales con la información actualizada para el control de obras de construcción con indicadores de sobrecosto, se puedan comparar tantos como sean necesarios en las actividades a realizar y puedan ser usados en cualquier tipo de obra.

Formularios digitales que concentren información como: datos generales de la obra, volúmenes de mano de obra, cantidades de materiales del almacén de obra, pagos de estimaciones y destajos, los cuales muestren si hay algún desvió que pudiera incrementar el costo de la obra.

Formularios que presenten reportes de avance de obra, de volúmenes ejecutados, de volúmenes de obra pagados, de inventarios de almacén (stock), formularios de indirectos entre otros.

Y otros formularios de consulta para los residentes de obra como: dosificación de concretos, dosificación de morteros, traslapes de acero, tablas de dimensiones y calibres de acero estructural etc.,

Se realizarán en una hoja de cálculo como Excel, sin un costo adicional de estas herramientas por el uso de este programa, será de fácil manejo por el usuario, porque se hará mediante formularios de captura y donde se irá paso por paso, en la carga de la información y que se hará por partida.

Para la administración de los formularios digitales y el control de obras de construcción con indicadores de sobre costo, lo trabajarán el administrador de obra y/o el superintendente de obra, y se compartirán con la residencia de obra solo los necesarios para las actividades a realizar. Mientras que el administrador tendrá el acceso a toda la información para la toma de decisiones, otra característica que hace atractivo el uso de formularios digitales, es que en obras que se encuentran lejos de conexiones de internet y señales de datos, se pueda trabajar sin internet y solo para la actualización de los datos en la nube es donde requiere de una conexión de internet, es en la nube donde estará toda la información para cuando sea requerida y se pueda consultar en cualquier lugar.

### **c) Objetivos de la investigación**

#### **1. Objetivo General.**

Diseñar una propuesta de formularios digitales para detectar indicadores de sobre costo en una obra de construcción utilizando la hoja de cálculo y su lenguaje de programación de objetos.

#### **2. Objetivos Específicos.**

- Conocer la importancia del control de obra en una construcción.
- Investigar y determinar la estructura para el diseño de formularios digitales.



- Identificar el lenguaje de programación para el diseño de los formularios digitales.
- Explicar las etapas del proceso administrativo en una obra de construcción
- Proponer formularios digitales para los procesos operativos

#### **d) Preguntas de investigación**

¿Cuál es la importancia que tiene el control de obra en un proyecto de construcción?

¿Cómo debe ser la estructura para el diseño de formularios digitales?

¿Qué lenguaje de programación es el más adecuado para el diseño de formularios digitales?

¿Cómo afectan los indicadores de sobrecosto a las etapas del proceso administrativo?

¿Cómo pueden los formularios digitales ser una propuesta de solución para detectar indicadores de sobrecosto en una obra de construcción?

#### **e) Hipótesis**

Los formularios digitales diseñados en la hoja de cálculo y su lenguaje de programación de objetos pueden ser una herramienta de apoyo para actualizar, detectar y controlar indicadores de sobrecosto en una obra de construcción, con propuestas alternativas de toma de decisiones.

#### **f) Variables**

- a. Variable: independiente: Formularios digitales diseñados en la hoja de cálculo.
- b. Variable dependiente: Indicadores de sobrecosto en una obra de construcción.

## **g) Diseño metodológico**

El diseño de una investigación y de la metodología a seguir, consiste en elegir las técnicas adecuadas de acuerdo a la meta previamente establecida.

Estas técnicas permitirán recabar la información y realizar el análisis que brinden los parámetros necesarios para cumplir con los objetivos planteados en el presente desarrollo.

Los dos métodos de investigación a utilizar:

1. La investigación documental consistirá en análisis de información escrita sobre los temas a tratar, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio.

Las principales fuentes documentos que se consultarán son: Documentos escritos: libros, páginas en internet, revistas, páginas web, entre otros.

2. Investigación descriptiva.

Una de las principales funciones de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar características fundamentales del objeto de estudio que son los sobrecostos en una construcción de obra y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de este objeto.

El procedimiento a seguir que se utilizará para el acopio de datos e información que permita conocer las condiciones actuales del tema de investigación planteada en el presente documento y obtener conclusiones objetivas se realizará por medio de observaciones de campo y el registro de experiencias del autor y del director de tesis.

Es una investigación práctica porque pretende dar una propuesta de solución a un problema de la vida real, el método es inductivo, pues parte de lo particular a lo general, explicando los sobrecostos y el control de obra hasta las etapas del proceso administrativo.

## **h) Alcances y limitaciones**

Alcances: Esta investigación pretende sentar las bases teóricas y metodológicas para la propuesta del desarrollo de los formularios digitales con indicadores de sobrecosto en hoja de cálculo y su explicación de cómo podría ser su funcionamiento, en una obra de construcción.

Limitaciones: Será una propuesta gráfica de los formularios digitales, los cuales no serán posible desarrollar por cuestión de tiempo, y es necesario un periodo considerable de aproximadamente un año para realizar dicho proceso.

# **CAPITULO I LA IMPORTANCIA DEL CONTROL DE OBRA**

Lograr un equilibrio entre tiempo, costo y calidad en una obra es el ideal de cualquier constructor y para ello es importante identificar problemas en los puntos clave del control de obra tarea que no siempre se logra hacer oportunamente, pudiendo caer fácilmente en reprogramaciones de actividades, incremento de volúmenes de obra, problemas con la adquisición y suministro de materiales y por ende sobrecostos. En la actualidad existen diversas herramientas digitales como los sistemas de control que se dan a la tarea de ayudar a los profesionales en el control de obra desde la planificación, gestión, control hasta su administración, sin embargo, por su complejidad y costo no está al alcance de cualquier organización.

El presente capítulo tiene por objeto destacar la importancia del control de obra, así mismo hacer mención de una de las variables quizá de las más importantes, “Costo” ya que la buena administración de los recursos al final del proyecto se traduce en una mayor utilidad o una reducción en tiempo en la ejecución de los trabajos.

Si bien la planeación y coordinación de los recursos humanos y materiales es importante, no darle seguimiento periódico al comportamiento de estos costos es un error muy frecuente, ya que sin un control, es muy fácil caer en sobrecostos, sin embargo, uno de los principales problemas a los que se enfrentan las pequeñas y medianas empresas es la falta de cultura administrativa, siendo en obra donde se pueden visualizar los consumos reales de materiales, mano de obra y herramienta, cuidando no sobrepasar el presupuesto asignado así como el tiempo a través de la coordinación y revisión periódica de avance según lo proyectado, ejecutado y estimado.

Por ello es importante contar con profesionales en las áreas correspondientes que cuenten con conocimiento y una estrategia o metodología para la administración de obra sin perder de vista las metas establecidas.

En el transcurso de la obra se puede pensar que se lleva una buena administración, pero a medida que va avanzando la obra se suele enfocarse más en la ejecución de los trabajos dejando de lado el control de obra (control de gastos, avances de obra, mano de obra etc....) sin pensar en que es un elemento principal en la toma de decisiones para el uso, adquisición y contratación de los recursos en obra.

Como estrategia la organización y ordenamiento de diferentes datos vitales para el control de obra nos puede permitir detectar cambios en el presupuesto, así como las actividades no consideradas entre otros problemas.

### **I.1 Definición de control de obra**

Es de gran importancia entender la contención de estos elementos “Tiempo, Coste y Calidad”, ya que de ello dependerá la eficiencia en la ejecución de un proyecto de construcción sea cual sea su dimensión, repercutiendo a mayor escala en los proyectos más grandes, (Fernández, 2019).

Para ello se requiere medir el avance de obra, registrarlo y compararlo constantemente con lo estimado en la programación del proyecto. Siendo este proceso continuo que permite al encargado de obra prever posibles problemas, como el incremento en el costo y periodo de término, darse el caso de requerir una reprogramación para tratar de minimizar el atraso en la obra, así como los costos extras que pudieran generarse por estos desfases.

Para lograr la administración de tiempo y coste de un proyecto se utilizan las diversas metodologías de control de obra que se mencionan más adelante.

### **I.2 Relación entre tiempo, coste y calidad**

A medida que la ejecución del proyecto se va desarrollando se debe realizar un seguimiento, el control del progreso es una labor esencial que debe llevarse a cabo, ello permite ubicar el punto de corte de estos tres factores.

- Coste: Es un limitador de la capacidad para la ejecución de un proyecto. Si no se contara con uno que restrinja la capacidad de gasto, la facilidad para sacar adelante un proyecto sería enorme. Desgraciadamente, cumplir el presupuesto, a lo largo del desarrollo del proyecto, condiciona en multitud de ámbitos
- Tiempo: Factor requerido para plantear un proyecto con un plazo de ejecución definido. La fecha de término de un proyecto puede significar el cumplimiento de la planificación.
- Calidad: Es lo que definirá el producto ofertado, este será medido al término de la obra reflejando la buena o mala planeación y control, alejarse del nivel de calidad supondrá obtener un resultado final no deseado y, por tanto, el proyecto sería un fracaso.

### I.2.1 Actuación en el triángulo (coste, tiempo y calidad)

Su representación gráfica es el que hace referencia a la guía para valorar si la ejecución del proyecto lleva el rumbo adecuado.

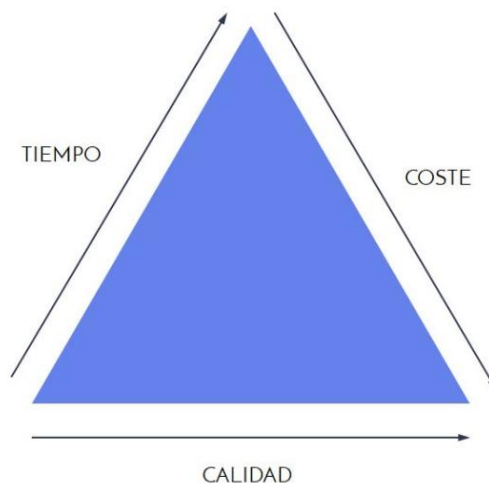


Figura I.1.(Representación coste, tiempo y calidad). (Fernández, 2019)

En un proyecto se establecen un plazo máximo de ejecución, un nivel de coste que no se puede superar y un estándar mínimo de calidad a alcanzar. Trazando líneas perpendiculares en cada eje de las variables según esos límites se crea un área hacia la que debes enfocar el proyecto. Cualquier resultado de este, debe estar situado dentro de esa área es un resultado aceptable. (Figura I.2)

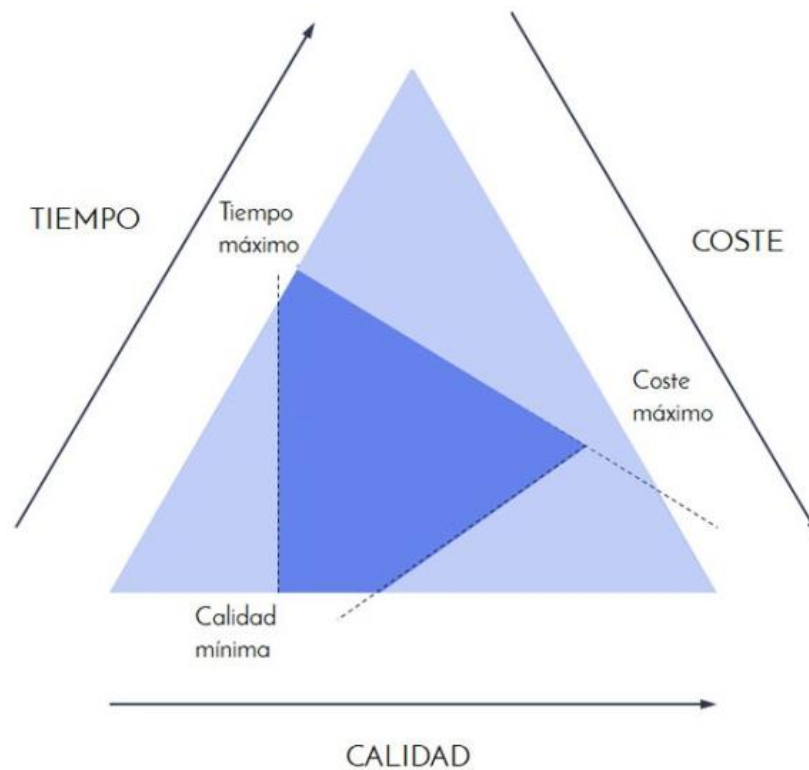


Figura I.2.(Área de resultados aceptables). (Fernández, 2019)

Simulando una situación en el punto X. En ese estado es esencial establecer medidas correctivas que le devuelvan a la zona sombreada. El proceso de trabajo consiste en analizar las tres variables y determinar cómo actuar sobre ellas:

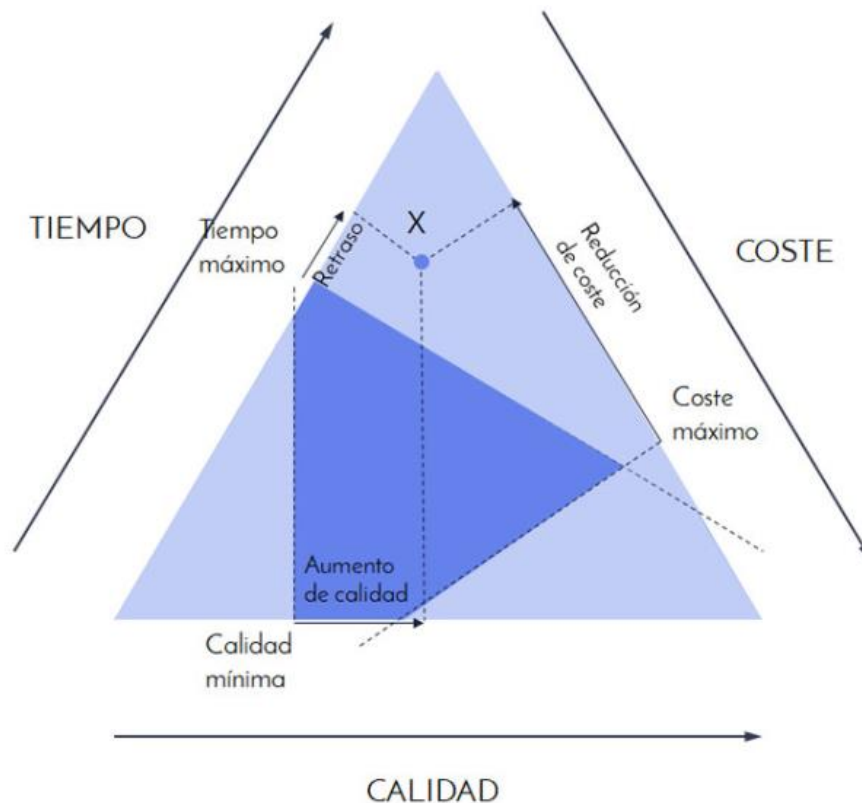


Figura I.3.(Seguimiento de tiempo, coste y calidad). (Fernández, 2019)

Coste: La situación refleja un costo por debajo del estimado en el presupuesto.

Tiempo: El punto muestra que hay un retraso sobre la planificación del proyecto.

Calidad: La calidad actual está algo por encima de la definición de alcance del proyecto.

En este caso se requiere un plan de acción correctiva que reduzca el tiempo de ejecución de determinadas tareas. Considerando el estado del proyecto, se dispone de un margen de costo que permite actuar sobre él. Por ejemplo, aumentando el equipo de trabajo para acelerar esas tareas.

Al aplicar dichas acciones, la representación gráfica de estos valores debería desplazarse desde el punto X. Tal y como es este ejemplo, habría un movimiento vertical y hacia abajo. Siendo el responsable del proyecto quien se asegure que ese



desplazamiento haga que el nuevo punto de convergencia de las tres variables (Y) se sitúe en la zona sombreada.

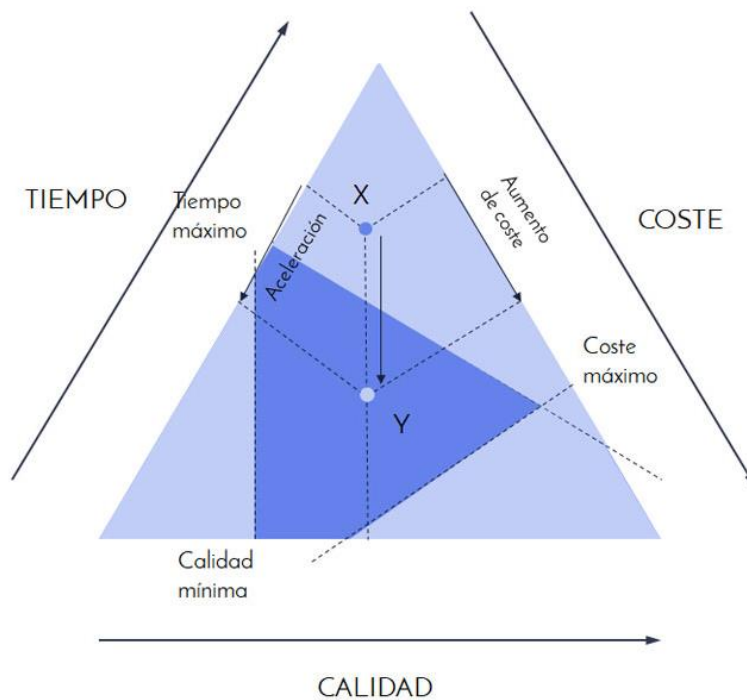


Figura I.4.(Aplicación de acciones correctivas). (Fernández, 2019)

En este ejemplo, para facilitar la comprensión, se ha reducido el tiempo a través de un aumento del gasto. Sin embargo, el proceso puede implicar a los tres factores. De manera que, con una combinación de aumento del gasto y reducción de la calidad se consiga adecuar el plazo de ejecución a lo deseado.

### I.3 Indicadores clave en el control de obra

Parte fundamental de un método o sistema de control es la definición de lo que se va a medir, se puede entender a la medición como la acción de asignar un valor numérico a una entidad estudiada. La medición involucra el tipo de dato que se van a recolectar, estos datos pueden ser cuantitativos y cualitativos. Para la medición del avance de un proyecto, se esperaría que los datos sean comparaciones con

respecto a un valor asignado, por lo tanto, los indicadores de avances serán en su mayoría de tipo cualitativos, es decir, de tipo atributo.

La forma de asignarle un valor numérico a un atributo es mediante conteos o proporciones. Para este caso se usan los indicadores clave para describir el desempeño en cada una de las etapas que consta un proyecto.

### **I.3.1 Control de avance**

Es indispensable tener un programa de trabajo para saber cuándo, con qué y cómo se ejecutarán las actividades, es también importante, durante la construcción, saber si se está realizando de acuerdo a lo programado. Para ello es necesario establecer un sistema de control que mantenga informado al personal a cargo, periódicamente, del avance efectuado en cada una de las actividades a fin de que cualquier atraso o deficiencia en alguna de ellas pueda ser corregido a tiempo, ya sea aumentando el número de trabajadores, cambiando el equipo o corrigiendo en esa parte el programa de trabajo, y cumplir con los plazos de entrega. Si estas correcciones no se hacen a tiempo es muy probable que no pueda continuarse con el programa de trabajo inicial y deba estudiarse uno nuevo, cuya aplicación significará ciertamente trastornos y mayor costo de las obras.

### **I.3.2 Control de rendimientos**

Hablar de productividad en construcción, es hablar del rendimiento en sus procesos; recursos materiales; equipos; cuadrillas de trabajo; información y energía. Estos recursos deben estar definidos y supervisados para lograr hacer un uso eficiente y eficaz, bajo políticas claras de ejecución, calidad y seguridad. Deben, además, estar soportados por procedimientos formales y explícitos de planeación y control, ya que su incidencia se refleja finalmente en los costos y tiempos que demandan los procesos.

### **I.3.3 Control de costos**

Cuando se va a iniciar un proyecto el objetivo principal es estimar de manera anticipada los costos del mismo, es decir se debe cuantificar una aproximación de los recursos financieros para realizar el proyecto, una vez determinados los costos

se determina la línea base del costo o presupuesto final que debe ser lo más acertado posible.

#### **I.3.4 Control de calidad**

Definiéndose como la verificación técnica (tanto de los materiales como de la ejecución) de que la obra cuenta con las características específicas técnicas necesarias para evitar futuras fallas, malos métodos y deficientes prácticas constructivas, y asegurar así, que el usuario final va a recibir un producto de calidad, cuidando del cumplimiento de las especificaciones del proyecto de ejecución de obra, así como la normativa de aplicación.

Siendo la adecuada supervisión la clave de éxito para este proceso, por lo que el personal encomendado a cada actividad debe estar capacitado, así como poseer capacidad de análisis y responsabilidad para intervenir cuando así convenga.

#### **I.4 Identificación de problemas**

Los problemas que pueden desencadenar la falta de control en una obra de construcción son innumerables, por lo que se vuelve imprescindible saber detectarlos y corregirlos a tiempo ya que pueden afectar en gran medida al presupuesto, los plazos de ejecución e incluso, el resultado final de la obra.

A continuación, se enuncian algunos de estos problemas.

- No atender los desfases de actividades en el programa de obra: Cuando se inicia un proyecto de construcción se cuenta con un programa de obra, que no siempre es posible respetar cuando hay variaciones en la ejecución de algunas actividades provocando un desfase actividades subsecuentes, sin replantear el ajuste de tiempo para no afectar la fecha de término propuesta.
- Descontrol en la volumetría de conceptos ejecutados: Cuando esto ocurre, no se analiza el porqué del incremento en la volumetría del concepto y simplemente se sigue ejecutando sin mirar al volumen final alcanzado.
- Pensar que control de obra es un software: El software se convierte en una gran herramienta de apoyo cuando se alimenta de información puntual,

relevante y sobre todo real, sin embargo, si desde la gerencia de construcción no se lleva un control y no se cuenta con la información periódicamente es difícil que cualquier herramienta digital sea de mayor utilidad.

- No involucrar al equipo de trabajo en el control de obra: Al momento de efectuar el proyecto, se requiere que todo el personal se comprometa a cumplir con la información puntual y real para la implementación de reportes claros que permitan el seguimiento de las acciones y sus resultados

## **I.5 Sobrecosto de obra**

Es definido como un incremento de costo o sobrepasar el presupuesto original, es un excedente inesperado que impacta sobre una cantidad presupuestada debido a una mala estimación del costo real durante el proceso de análisis del presupuesto.

Aunado por la falta de control en obra, así como la subestimación en costo, tiempo y calidad. Durante la ejecución de obra se puede generar un sobrecosto debido a factores que no son medibles y si no es medible no es controlable y que lamentablemente es detectado al término de la obra haciendo de esta práctica algo muy común.

### **I.5.1 Posibles causas de sobrecosto**

Se proyecta una planificación del proyecto, pero no se realiza un seguimiento que permita detectar rápidamente posibles incidencias, haciendo probable que se produzcan los temidos retrasos:

- Compras y contratación de servicios: La mala gestión de compras y contratación de servicios es un problema que afectan directamente a los retrasos en la fase de ejecución de un proyecto. Si no se tienen en cuenta los tiempos de fabricación y suministro de los diferentes materiales el retraso en la construcción está asegurado. Dentro de la contratación y gestión de pedidos lo ideal es monitorizar evitando así los tiempos muertos por retrasos en los suministros.

- Falta de análisis en el proyecto: Cuanto más segmentada esté la información de un proyecto y más elementos se estén monitorizando, más información se obtendrá sobre la situación real del proyecto. Esto propicia que la gerencia esté en condiciones de tomar siempre las mejores decisiones en función de los intereses de la obra, teniendo en cuenta los recursos con los que se cuenta.
- Usos y costumbres del personal de la zona en donde se realizará la obra: Llega a generar un sobrecosto si no se prevén ciertos días que pudieran afectar la asistencia de la mano de obra, un cambio inesperado en el proyecto por la decisión del dueño de la construcción, materiales no considerados que pueden ser vitales para el avance estimado, el clima ya que se pueden tener climas extremos (muy fríos o muy calientes) por mencionar los más comunes.

## **I.6 Herramientas de planeación, seguimiento y control de obra**

Existen diversas herramientas de técnicas de programación de obra, algunas muy sencillas en su elaboración y fáciles de interpretar, sin embargo tienen ciertas limitaciones.

### **I.6.1 Diagrama de barras**

Desarrollado por Henry Laurence Gantt a inicios del siglo XX, el diagrama se muestra en un gráfico de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en secuencias de tiempo concretas.

De esta manera el diagrama de barras funciona como un modelo de planeación y de control al mismo tiempo. La longitud de la barra tiene por lo tanto dos diferentes significados, una es la duración estimada de la actividad, y por otro lado el progreso real de cada actividad.



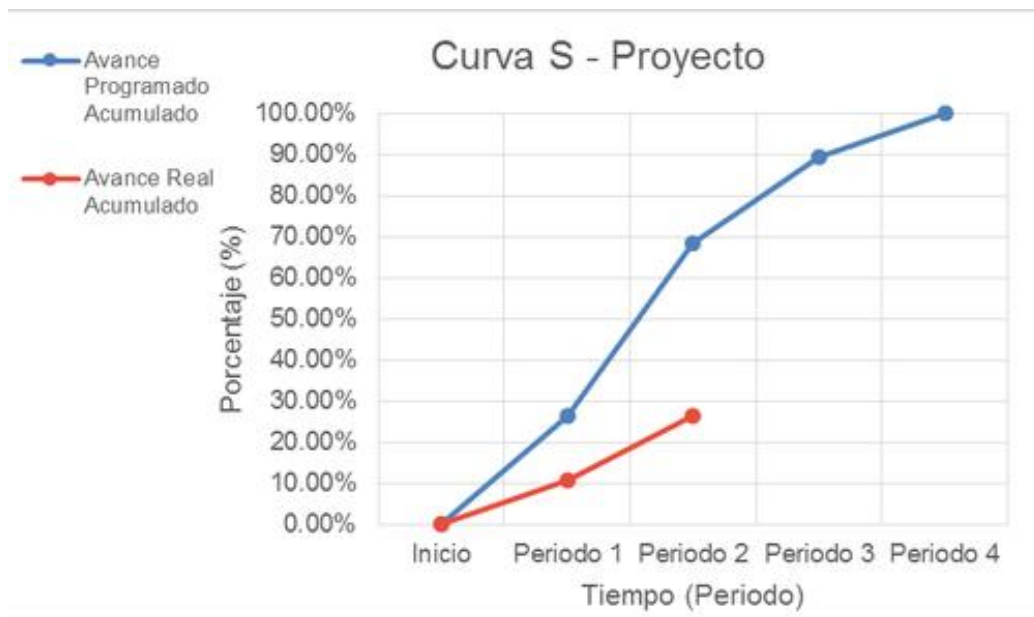


Figura I.6.(Esquematación de una curva "s"). (Poma et al, 2016)

### I.6.3 Método de la ruta crítica, CPM (Critical Path Method)

El método de la ruta crítica (CPM) es un algoritmo matemático que sirve para programar una serie de actividades en un proyecto. El objetivo principal es determinar la duración de un proyecto, donde cada una de las actividades del mismo tiene una duración estimada. La duración de las actividades que forman la ruta crítica determina la duración del proyecto entero y las diferencias con las otras rutas que no sean la crítica se denominan tiempos de holgura. Un proyecto puede tener más de una ruta crítica.

El método de la ruta crítica usa tiempos ciertos o estimados y consiste prácticamente en:

- Identificar todas las actividades que involucra el proyecto.
- Establecer relaciones entre las actividades. Decidir cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después.
- Construir una red o diagrama conectando las diferentes actividades a sus relaciones de precedencia.
- Definir costos y tiempo estimado para cada actividad.

- Identificar la ruta crítica y las holguras de las actividades que componen el proyecto.
- Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto.

Existen dos tipos de redes dentro del método de la ruta crítica:

- Diagrama de flechas: Consisten en elaborar una red o diagrama en la que se muestra todas las actividades pertenecientes a la elaboración de un proyecto, muestra una secuencia lógica en la que se debe realizar dicho proyecto y se especifica la interdependencia entre una actividad y otra. Las actividades se representan mediante flechas y las uniones entre una actividad y otra se representa mediante Nodos.
- Redes de precedencia: Las actividades se representan en los nodos y las flechas sirven únicamente para conectar actividades, así como especificar el tipo de relación entre una y otro. En esta podemos establecer relaciones especiales entre todas las actividades.

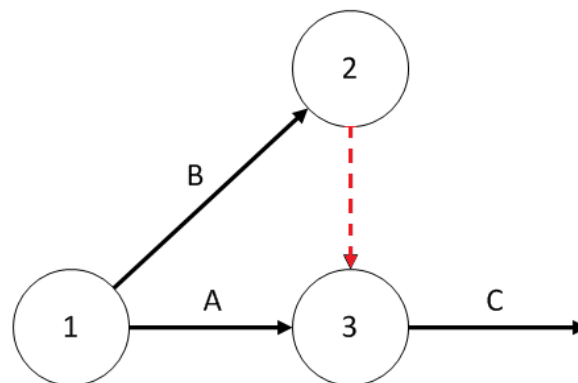


Figura I.7.(Diagrama de actividades con redes). (Poma et al, 2016)

En este ejemplo la actividad C para su inicio requiere que finalicen A y B. Las actividades A y B inician al mismo tiempo.



Tanto el diagrama de flechas como las redes de precedencia nos sirven para determinar la ruta crítica de un proyecto. Dado que los dos tipos de redes se calculan de manera diferente, las redes de precedencia merecen una mención especial.

#### I.6.4 Diagrama de PERT

PERT es la sigla en inglés de técnica de evaluación y revisión de programas. Un diagrama de PERT es una herramienta de gestión de proyectos que se emplea para analizar cada tarea necesaria para completar un proyecto

Los diagramas PERT ofrecen una clara comprensión gráfica de los requisitos de tiempo de un proyecto y las interdependencias entre las tareas, y permiten tomar decisiones informadas sobre la secuencia de tareas, las fechas límite y más. Usar este mapa integral de tareas y fechas límite facilita que se pueda completar el proyecto en menos tiempo, con menos desperdicio y confusión, con lo que se obtienen mejores resultados.

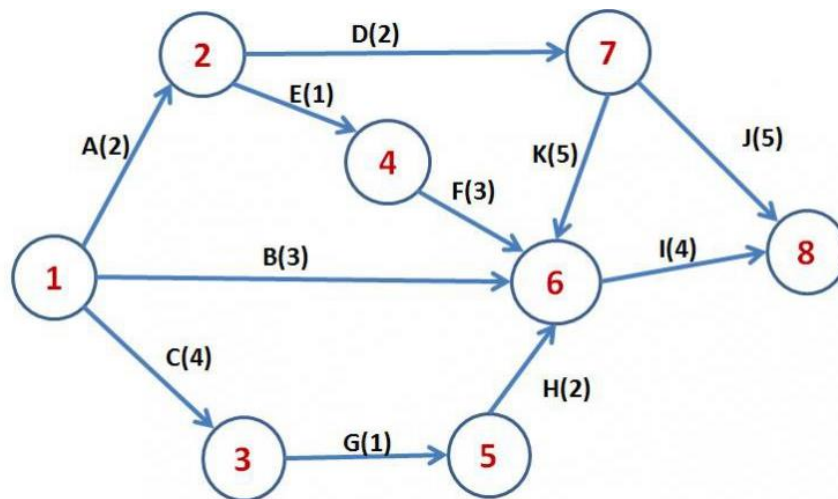


Figura I.8.(Red Pert). (Poma et al, 2016)

Representado como un conjunto de puntos (nodos) conectados por flechas. En este grafo, las flechas representan las tareas del proyecto, mientras que los nodos, circulares o rectangulares, representan momentos del mismo.

### **I.6.5 Last Planner**

Se define como una herramienta de planificación de obra que modifica el proceso de programación y control reduciendo la incertidumbre y la variabilidad implementando la filosofía.

El sistema se encuentra está organizado en cinco etapas:

#### **PLANEACIÓN MAESTRA**

El trabajo de planificación maestra se centra en la identificación de los hitos principales que ayudan a medir el ritmo al que avanzará el proyecto para que tenga éxito. Normalmente, los hitos son las fechas de finalización de cada una de las fases principales del proyecto y las fechas para liberar la compra de los principales elementos de construcción de largo plazo.

#### **PLANEACIÓN DE FASES**

La planeación de fases para un proyecto depende del tamaño y la complejidad del trabajo, con hitos iniciales y finales para las fases identificadas durante la planificación maestra. Desarrollándose un acuerdo entre los últimos planeadores sobre cómo se completará todo el trabajo entre esos dos hitos, siendo una oportunidad importante para que el equipo determine la forma de acelerar el trabajo para que progrese a un ritmo constante con una variación reducida.

#### **PLANEACIÓN DE MAKE READY**

En esta etapa el último planeador se centra en garantizar que se pueda hacer el trabajo. Es la planificación preparada a través de la cual los últimos planeadores miran hacia adelante para evaluar si existen restricciones para las próximas tareas identificadas durante la planificación de la fase.

Se utiliza un plan de búsqueda anticipada para ayudar al equipo a centrarse en las tareas que deben prepararse para que si se cumplan en la debida fecha.

## PLANEACIÓN SEMANAL

Se centrará en lo que hará cada planificador pasado para cumplir las promesas hechas durante la planificación de la fase. Esto se logra a través de la preparación de un plan de trabajo semanal del proyecto, en el que cada último planeador identifica las tareas que sus equipos realizarán cada día de la semana siguiente. La confiabilidad es extremadamente importante en el desarrollo de estos planes colaborativos.

## APRENDIZAJES

El último planeador proporciona dos oportunidades específicas para el aprendizaje. Uno es a través de la reunión de coordinación diaria. En esta breve reunión, los últimos planificadores confirman si sus equipos lograron el trabajo planificado ese día y, si no se cumplieron, hacen los ajustes necesarios para permanecer en el plan para la semana.

De forma simplificada se muestra en la Figura I.9 la conformación de las diferentes etapas.

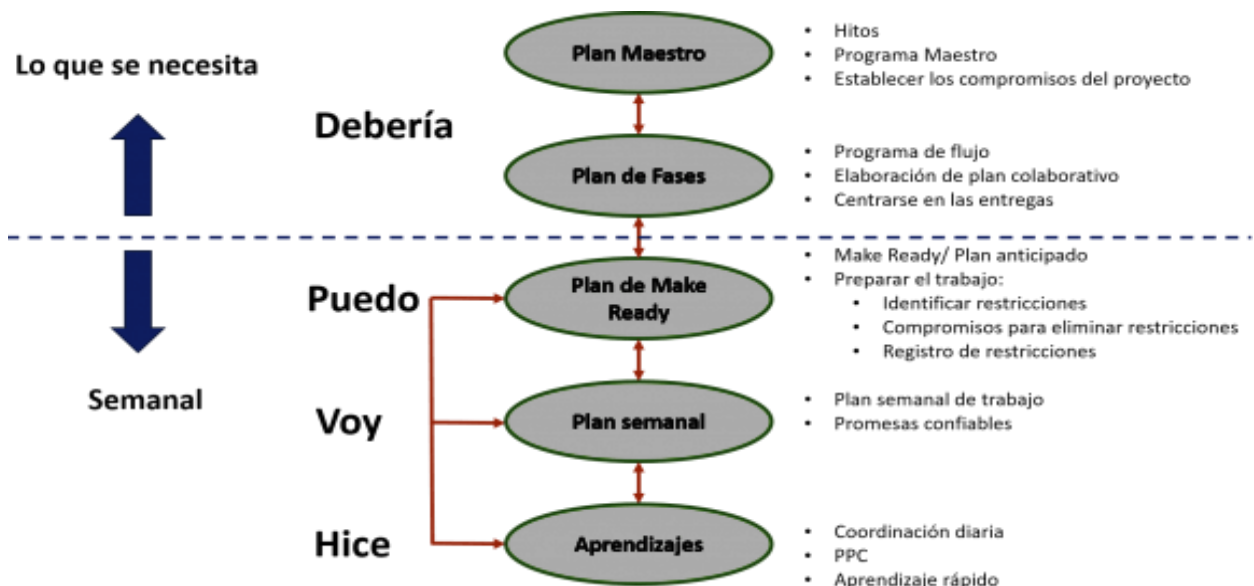


Figura I.9.(Diagrama Last Planner System) (Besser Lean Construction Monterrey, 2019)

## Beneficios del uso de las Last Planner

- Fomenta la comunicación y el trabajo en equipo
- La planificación es el resultado de la participación todos los colaboradores.
- Cumplimiento de los plazos de ejecución.
- Compromiso y búsqueda de mejora continua de los procesos.
- Desarrollo y cumplimiento de un plan logístico previo.
- Aporta agilidad en la respuesta ante posibles imprevistos.
- Mayor control y tranquilidad sobre lo ejecutado.
- Acuerdos y designación de responsabilidades entre los encargados

## I.7 Sistemas de control

### I.7.1 Sistemas ERP

Se llama ERP a los sistemas de empresariales que administran aspectos de producción, distribución y otros en una compañía.

ERP por sus siglas en inglés, "Enterprise Resource Planning", o bien, "Planeamiento de Empresariales". Esta práctica tiene que ver con el gerenciamiento de los distintos recursos, negocios, aspectos y cuestiones productivas, distributivas de bienes y servicios en una empresa.

El software ERP tiene por objeto automatizar los procesos de una empresa en su totalidad, desde la estimación de la gestión de proyectos hasta la contabilidad ocupándose principalmente de la producción, logística, venta, distribución entregas, facturación, entre otras cosas. Para esto pueden emplearse distintos softwares que facilitan la organización de datos, la comunicación con los distintos interlocutores, el registro de operaciones y la elaboración de informes. **fuentes**

#### Atribuciones de un ERP

- Ser integral (administrar todos los sectores de una empresa)

- Ser modular (dividir sus sectores según los diferentes departamentos de la empresa)
- Ser adaptable (es decir, amoldarse a las particularidades de cada institución).

### **I.7.2 Tipos de ERP**

Para la aplicación en empresas constructoras se encuentran los siguientes:

#### **a) Cómputo y presupuesto**

En esta parte el ERP nos ayuda a presupuestar obras, calcular costos y desarrollar ofertas con mayor precisión. Las funciones incluyen cálculos lineales, cálculos volumétricos, gestión de costos, y la generación del presupuesto. Si bien cómputo y presupuesto son aplicaciones separadas, ambas están integradas.

El caso de software ERP para la construcción de obras de infraestructura como caminos, autopistas, puentes, puertos, túneles, represas y proyectos similares son necesarias capacidades especiales, tales como: Cómputo 3D, Base de datos de costos, Combustibles y lubricantes.

#### **b) Administración de licitaciones y concursos de precios**

Como parte del software ERP para construcción, este módulo agiliza los procesos de presentación de ofertas, contratación, compras y gestión de contratos. Las funciones incluyen bases de datos de proveedores y subcontratistas, invitación automatizada para participar de un concurso de precios, herramientas de comparación de ofertas.

#### **c) Programación de proyectos**

Permite que los administradores de proyectos programen de manera eficiente la asignación de personas, recursos y tareas. Las funciones del software ERP para construcción incluyen la gestión mediante el camino crítico, diagramas de Gantt, programación de los subcontratistas, programación de tareas, uso de materiales y

la programación de recursos necesarios para llevar a cabo cada tarea y cada etapa de la obra.

**d) Gestión de Proyectos**

Brinda soporte a los líderes de proyecto y las partes relacionadas en la gestión eficaz de los proyectos. Las funciones del software ERP para construcción incluyen la elaboración de Precios Unitarios, presupuestos, seguimiento de costos, gestión de documentos, programación y colaboración.

**e) Programa de Gestión de cartera**

Ayuda a los propietarios, comitentes, administradores y constructores a coordinar los proyectos. Brinda herramientas para la aplicación de estándares de control y de construcción a quienes manejan una cartera de obras. Las funciones del software ERP incluyen la gestión de proyectos, seguimiento de presupuestos, seguimiento de la cartera, control de documentos, planeamiento.

**f) Contabilidad y finanzas**

La contabilidad para esta industria es muy particular. Se necesita seguir detalladamente los costos de tareas, manejar sistemas complejos de pago de salarios, administrar equipamiento (máquinas y herramientas), subcontratar servicios y otras actividades. Casi toda la contabilidad gira alrededor del costo laboral. Esta particularidad la hace diferente de los sistemas contables genéricos. Las funciones incluyen costo laboral, contabilidad general, compras, cuentas por pagar, cuentas por cobrar, nómina, y el seguimiento de los seguros.

**g) Compras**

Luego de la planificación del proyecto, y durante su ejecución, será necesario abastecer a la obra de materiales, herramientas y servicios. El módulo de compras

permite planear las mismas evitando urgencias o compras no previstas que encarecen la gestión de obra y disminuyen la rentabilidad. Esta función, muchas veces, se encuentra integrada con las de cómputo y presupuesto y programación del proyecto.

#### **h) Administración**

Como en cualquier otro sistema de gestión, el software ERP para construcción. Comprende las funciones administrativas, Entre tales funciones se encuentran: tesorería, bancos, facturación, cuentas por cobrar, cuentas por pagar.

Para grandes obras se agregan capacidades como:

- Gestión de flotas: se mueven muchos vehículos tanto para transportar persona como herramientas, equipos y sus repuestos.
- Gestión de materiales: en obras complejas, el manejo eficiente de materiales puede hacer la diferencia en el costo. Es necesario contar con un seguimiento minucioso de los materiales requeridos para cada tarea, incluyendo los que fueron ordenados, los recibidos, los que se encuentran en tránsito y los tiempos de llegada a pie de obra.
- Administración multi empresa: algunas de las compañías que intervienen en la obra están relacionadas con organizaciones que poseen múltiples subsidiarias. Por eso son necesarias en el software, capacidades de consolidación. Además, debería poder manejar transacciones inter compañía, que son las que se hacen entre las entidades relacionadas.
- Administración de inventario: en este tipo de obras, el seguimiento de inventario (herramientas, piezas, equipos) se realiza en múltiples localizaciones: sitio de trabajo, depósito, plantas. Más aún, se precisa conocer qué es lo que está ordenado, qué se está usando en la obra y qué es lo que está asignado a determinada tarea.

## **i) Almacén**

Administra movimientos de recursos, ingresos y salidas de: materiales, servicios, activos, repuestos, materiales en tránsito.

### **I.7.3 Descripción de los ERP más utilizados en México**

Nombre del ERP: **ENKONTROL**

Principal objetivo: Control integral de proyectos de construcción

a. Administración: Automatiza los procesos administrativos y contables tales como control de pagos, conciliaciones bancarias, flujos de efectivo, administración de cartera, contabilidad y estados financieros estándar y personalizados por el usuario.

b. Construcción: Controlar los proyectos desde la generación de presupuestos y programación de obra hasta el control de compras, almacenes, estimaciones, contratos y maquinaria.

c. Comercialización: Abarca todo el proceso comercial de una empresa promotora, incluye la administración y seguimiento de prospectos, clientes, entrega de vivienda y servicio postventa.

d. Gestión Inmobiliaria: Inventario de inmuebles en renta, llevar el control de todas las negociaciones en contratos, administración de listas de precio, control de inventario de lotes, emisión de documentos oficiales y generación de pólizas contables, simplificando la operación del área de la administración.

e. Dirección: Monitoreo permanente del margen mediante indicadores del comportamiento de la proforma y la ejecución real del proyecto, así como corridas financieras proyectadas.

Tiempo en el mercado: 34 años



Nombre del ERP: **OPUS**

Principal objetivo: Control integral de proyectos de construcción

- a. Presupuesto programable: Integración de presupuestos con análisis de precios unitarios, programación de obra y suministros.
- b. Planeación y control integral: Presupuesto de ejecución basado en el presupuesto del cliente o la licitación.
- c. Administración de Compras: Proceso completo de adquisiciones y contratación de servicios
- d. Dependencias: Concursos electrónicos: desde el armado hasta la comparativa de propuestas para dependencias o empresas licitantes.
- e. Cuantificación BIM: Modelo en 2D y 3D en Revit, mientras se cuantifica.
- f. CAD Pro: Permite obtener las cantidades de obra de una hoja de presupuesto.

Tiempo en el mercado: 30 años

Nombre del ERP: **NEODATA**

Principal objetivo: Control integral de proyectos de construcción

- a. Precios Unitarios: Presupuestos paramétricos, intelimat, matrices, insumos y mercadeo de materiales.
  - a.1. Generadores Integrados (cuantificación directa en AutoCAD y Revit)
  - a.2. Reportes modificables en Excel
- b. ERP Construcciones

b.1 Control de compras y contratación de servicios almacén, bancos, cuentas por pagar, cuentas por cobrar, contabilidad electrónica y más.

b.2. Reportes de Obra administrativos y técnicos

c. Comercialización de Viviendas: Control de trámites y venta de: casas, departamentos y terrenos.

c.1 Control de clientes y prospectos

c.2 Contratos y cobranza

c.3 Control de trámites de clientes vs avance de la construcción de la casa

d. Precios Unitarios Nube: Presupuestos Maestros disponibles para consulta

e. Licitaciones

e.1 Ciclo completo de una Licitación

Tiempo en el mercado: 20 años

## **I.8 Deficiencias en el uso de sistemas de control**

Podemos definir más apropiadamente como limitantes a los problemas que pudieran surgir durante su implementación operativa.

- Los costes generales del sistema, que por lo general no están al alcance de todas las empresas y negocios.
- Los costes posteriores a la implementación del sistema, los cuales reciben el nombre de costes ocultos y tienen que ver con el proceso de adaptación del mismo a las necesidades de las empresas. cuanto más personalizado sea un sistema ERP, mayores serán los costes para su operación.

- La preparación para su puesta en funcionamiento es otra de las desventajas, pues este proceso no suele ser rápido, sino que, por el contrario, requiere de tiempo y adaptación de la infraestructura.
- La capacitación, ya que para operar estos sistemas es indispensable que el personal de todas las áreas involucradas sepa utilizar todas las herramientas para darle un uso más eficiente.

## **I.9 Formularios para el control de obra**

Los formularios son documentos impresos o electrónicos con objetos digitales, los cuales incorporan campos donde se introducen datos con información de diferente tipo para ser organizados dependiendo la categoría que se necesite. Son considerados herramientas importantes de trabajo que agiliza y sistematiza los procedimientos administrativos dentro de una empresa de cualquier tipo, ya que cualquier empresa requiere de la información inmediata del estatus general de sus proyectos.

### **I.9.1 Formulario Estándar**

Estos formularios tienen características propias de una tabla y son diseñados de acuerdo a las necesidades y criterios propios de quien los van a utilizar, pueden presentar distintas combinaciones de campos, celdas de diferentes tamaños, tantas filas y columnas como se requieran.

### **I.9.2 Formulario Grafico**

Este formulario reúne la información que desea ser mostrada con objetos digitales, para crear es de tipo de informe se utilizan datos específicos que se deben introducir de forma sencilla en filas y columnas denominadas X y Y respectivamente, pues la información que nos proporciona se interpreta de forma virtual a través del grafico que se desee.

### **I.9.3 Formulario de texto**

Estos formularios se emplean principalmente para conocer opiniones o interactuar virtualmente con internautas, con llenado de comentarios u opiniones, que permite

el flujo de información, por lo general se encuentran al final de páginas contentivas de blog.

#### **I.9.4 Formularios abiertos**

Este tipo de formularios incluye un sin número de combinaciones de categorías de datos, sin limitación alguna para la combinación de filas y columnas. Si se requiere utilizar estructuras vinculadas para limitar los derechos de acceso de los usuarios.

#### **I.9.5 Ventajas de Utilizar Formularios**

La evolución constante de las tecnologías ha impactado en gran medida a operaciones que antes se hacían de forma manual hoy se hacen de forma digital modernizando estos procesos

El uso de los formularios digitales tiene mucha ventaja al implementarlos ya que nos ayudan a agilizar los procesos, mejorar la recolección y análisis de la información y sobre todo, reducción de costos. Es de suma importancia la recopilación de datos ya que la información procesada permitirá mejor toma de decisiones.

Por muchos años los formularios han sido utilizados para recabar información de diferente tipo, las ventajas más significativas es el ahorro de tiempo y dinero, al desaparecer los costos de impresión, distribución y almacenamiento.

#### **I.9.6 Desventajas de Utilizar Formularios**

Las desventajas de utilizar formularios digitales en la administración de obras de construcción se pueden presentar cuando se van desarrollando los formularios para cubrir diferentes necesidades, que solo se dependa de una persona la cual tenga toda la información disponible. Pudiendo ocasionar dependencia para el flujo de información a otros niveles.

Estas herramientas son de mucha ayuda, como todo software y se deben utilizar por personal capacitado y con experiencia en el área para que se entienda y aplique la información correctamente.

## **CONCLUSIÓN**

Si bien los sistemas de control son herramientas muy completas, su implementación requiere de una inversión importante además de capacitación profesional y su implementación y funcionamiento no es inmediato.

## **CAPITULO II ESTRUCTURA PARA EL DISEÑO DE FORMULARIOS DIGITALES**

El objetivo principal de la tesis es generar formularios digitales, por lo que es importante seleccionar cuidadosamente la información que se ingresara en las bases de datos, esta tiene que ser clara, tener una estructura ordenada para ser más fácil su clasificación y etiquetado. En esta etapa se describe la estructura utilizada, partiendo del control presupuestal de obra, como unidad de análisis, derivando en la propuesta de selección de diseño de un formulario para la recopilación, análisis y desarrollo de la información

### **II.1 Detección de unidades de análisis**

Las unidades de análisis son componentes o elementos en las que recae la obtención de la información, son identificadas mediante la observación de las necesidades o problemas de la organización para posteriormente clasificarse según el criterio empleado.

Esta tesis expresa desde el Capítulo I, su interés por el control presupuestal en las obras de construcción, de ahí que la información será en función del catálogo de presupuesto base y el catálogo real ejecutado, al tener la información de comparación se habilitaran indicadores que muestren si en algún momento llegara haber un desfase con respecto al presupuesto base y con ello dar seguimiento oportuno.

### **II.2 Requerimientos del analista**

Es de suma importancia la comunicación entre analista y usuario, ya que de ello depende que el producto cumpla con las necesidades requeridas.

Para la definición del tipo de formulario se requiere conocer:

- Estructura de la organización: tiene por función principal establecer autoridad, jerarquía, cadena de mando, organigramas, funciones y departamentos.
- Sistema administrativo: serie de procedimientos que tiene como finalidad el cumplimiento de los objetivos de una organización

## **II.3 Clasificación de la Información**

La información es el activo más importante para cualquier organización, por lo que clasificar la información garantiza una eficaz gestión de su seguridad con criterios de confidencialidad, disponibilidad e integridad.

Dicha información organizada y clasificada es importante para la conformación de una base de datos eficiente, (Ricardo, 2004).

### **II.3.1 Balance de la información**

Es el proceso de clasificación de la información física y digital con la que cuenta la organización, ésta se divide de acuerdo a parámetros como son: procedencia de los datos, periodos de ejecución o implementación, importes, responsables etc...

Tener clasificada la información nos ayuda a optimizar procesos de selección de datos para la alimentación de nuestra base de datos.

### **II.3.2 Criterios de clasificación**

Existen innumerables criterios para clasificar la información, por lo que no existe una norma que nos indique como organizarla, ya que cada organización determina las pautas que mejor se adapten a sus circunstancias o métodos de operación.

De acuerdo a la unidad de análisis utilizada en este documento se clasifica la información con base al estándar ISO/IEC 27001 que indica que cada organización debe establecer los criterios que mejor se adapten a sus circunstancias particulares.

Por lo tanto, se deberán establecer inequívocamente los criterios de clasificación para que se tomen en cuenta por todos los responsables afectados. Además, deberán estar alineados con las medidas de seguridad que se llevarán a cabo para proteger la información. A modo de ejemplo, una forma de clasificar la información es en base a la confidencialidad de la misma, claves de acceso, claves de conceptos, identificadores de partidas y el impacto para la empresa en caso de pérdida o robo:

- Información confidencial: Aplica a toda información de gran relevancia para el futuro de la empresa como los proyectos futuros que se llevarán a cabo.
- Información restringida: Accesible únicamente para determinado personal de la organización y sin la cual no pueden desempeñar su trabajo.
- Información de uso interno: Accesible para todo el personal de la empresa exclusivamente.
- Información de dominio público: Información de dominio público como la publicada en la página web.

### **Etiquetado de la información**

Este procedimiento consiste en asignar una etiqueta según los criterios de selección establecidos en la organización, permite saber la clase y tipo de datos con los que se trabaja.

### **Selección de la información**

Una vez clasificada y etiquetada, se debe seleccionar entre la información útil e irrelevante para tener certeza que se trabaja con datos precisos y actualizados para llegar al objetivo deseado.



## II.4 Generación de Base de datos (BD)

Se llama bases de datos o banco de datos al conjunto de información pertenecientes a un mismo contexto y almacenados estructuradamente para su posterior recuperación, análisis o transmisión.

### II.4.1 Base de datos como un componente de los sistemas de información (SI).

Desglosando en detalle los componentes de un SI nos encontramos con cinco grandes componentes:

- **El contenido**, es decir, los datos con su correspondiente descripción, almacenados en un soporte de ordenador (por ejemplo, en unos grandes almacenes se tendrían los datos de clientes, ventas, productos, etc.).
- **Equipo físico** (hardware) formado por la unidad central de proceso y los equipos periféricos (discos, terminales, impresoras, redes, ...).
- **Equipo lógico** (software) compuesto por los programas, documentación, lenguajes de programación, etc. que debe gestionar los datos (creación, consulta, recuperación y mantenimiento) así como controlar las comunicaciones y dar soporte a tratamientos específicos (por ejemplo, gestión de personal, facturación, etc.).
- **El Administrador**, encargado de asegurar la calidad de los datos almacenados, de permitir su uso correcto y permanente. El administrador o administradores debe controlar la disponibilidad, la confidencialidad y la integridad de los datos. La disponibilidad se refiere a que los datos deben estar accesibles en todo momento, que, ante cualquier tipo de catástrofe o fallo, se tengan los mecanismos adecuados de recuperación para que el sistema siga funcionando; la confidencialidad se encarga de no develar datos a usuarios no autorizados y la integridad asegura que los datos no se falseen, es decir, que sean correctos, válidos y precisos.

- **Un conjunto de usuarios** formado por las personas que acceden al sistema de información y que pueden ser de dos tipos:
  - informáticos (analistas y programadores encargados de desarrollar las aplicaciones, bases de datos, etc.) y
  - los usuarios finales con pocos conocimientos de informática que requieren consultas y actualizar los datos mediante interfaces adecuados a sus características.

#### II.4.2 Sistema de Gestión de Base de datos

Un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) es un conjunto coordinado de programas, procedimientos, lenguajes, herramientas, etc., que suministra, tanto a los usuarios no informáticos como a los analistas, programadores o administradores de una BD, los medios necesarios para describir y manipular los datos integrados en la BD, manteniendo su integridad, confidencialidad y disponibilidad.

Se denomina Sistema de Bases de Datos a la unión de una BD, un SGBD más las aplicaciones que acceden a la BD.

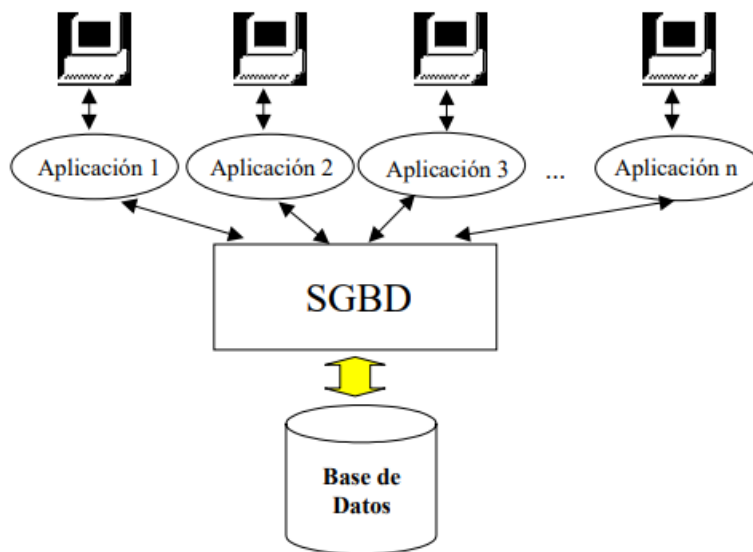


Figura.II.1. (Sistema de base de datos) (Ricardo, 2004)

Para poder dar soporte a estos usuarios el SGBD debe proporcionar una serie de funciones que se describen a continuación:

- **Función de definición:** permite a los diseñadores de la BD describir los elementos de datos, su estructura y las relaciones que existen entre ellos; el SGBD proporciona un lenguaje para la definición las tablas, los atributos que la componen, las restricciones semánticas, así como las características de tipo físico o almacenamiento.
- **Función de manipulación:** permite a los usuarios de la BD añadir, suprimir o modificar los datos de la misma siempre y cuando se respeten los aspectos de seguridad que haya establecido el administrador de la BD. Base de Datos SGBD Aplicación 1 Aplicación 2 Aplicación 3 ...
- **Función de control:** esta función integra las interfaces que requieren los distintos tipos de usuarios para comunicarse con la BD así como las herramientas necesarias para el administrador para establecer los mecanismos de seguridad y mantenimiento de la BD. Para que el SGBD pueda llevar a cabo estas funciones se necesita un lenguaje que permita especificar lo que cada tipo de usuario necesita en su comunicación con la BD. En las BD relacionales se emplea el estándar de SQL (Standard Query Language).
- **Contenido objetivo:** perteneciente a un mismo contexto, ordenada de modo sistemático para su posterior recuperación y/o transmisión.
- **Fácil alimentación de base de datos:** Se debe tener la facilidad de introducir los datos a la base de datos para mayor utilidad.

### **Características de una base de datos.**

- Segmenta información reduciendo los datos redundantes
- Proporcionar información uniendo tablas según los requerimientos
- Garantiza la precisión y claridad de la información

Tener un correcto diseño de nuestra base de datos es de suma importancia para tener acceso a la información actualizada y precisa, bien diseñada ayuda a llegar al

objetivo de trabajar con base de datos que satisfaga las necesidades de la organización y se refleje el cambio de su implementación o uso en un formulario. Para ello se tendrá que filtrar la información necesaria en un formato que contiene una matriz de filas y columnas.

Las filas que son denominadas registros y cada columna como un campo; definiendo un registro como una forma lógica y coherente de combinar información y un campo de característica cuantitativa o cualitativa del registro.

#### **II.4.3 Arquitectura de BD a tres niveles**

En una BD se identifican tres capas de estructuración según tres niveles de abstracción. Así, se distingue un nivel externo, un nivel lógico y un nivel físico.

- El nivel externo se corresponde con la visión de la BD que cada usuario tiene en particular. Esto significa que no todos los usuarios necesitan conocer la BD completa, sino que únicamente necesitan una vista parcial de ella (la que le permita llevar a cabo su trabajo).
- El nivel lógico se corresponde con la visión total de la empresa; esta vista global se interpone entre el nivel externo y el nivel físico siendo independiente tanto del equipo como de cada usuario en particular.
- El nivel físico se corresponde con la vista del soporte físico informático en cuanto a que se refiere a la forma en que se organizan los datos en el almacenamiento físico.



Figura.II.2. (Base de datos a tres niveles) (Maldonado, 2015)

#### II.4.4 Conexión y distribución

En una arquitectura se reflejan aspectos como la conexión en red, el paralelismo y la distribución:

- Red: permite que algunas tareas se ejecuten en un sistema servidor y que otras se ejecuten en los clientes (son lo que se denominan sistemas de BD cliente-servidor).
- Paralelismo: acelerar la ejecución de tareas (transacciones, etc.) de acuerdo al sistema informático subyacente (sistemas de BD paralelos).
- Distribución: Datos situados donde se han generado o donde son más necesarios pero accesibles desde todos los sitios (sistemas de BD distribuidos).

#### II.4.5 Proceso de diseño de una base de datos

Las bases de datos son un conjunto de tablas con información de datos que pertenecen a un mismo tipo, almacenados ordenadamente para cuando se requiera ser usada.

- Propósito de la base de datos: Esto permite orientar al área de la organización de la cual será la herramienta principal para la operación y ayude a alcanzar el objetivo.
- Recopilación de los tipos de información que contendrá la base de datos  
La recopilación de información es muy importante para entender y analizar una idea específica. Es de gran utilidad e indispensable para tomar buenas decisiones e identificar los problemas que puede experimentar una organización e implementar las soluciones correctas.
- Dividir los elementos de la información en temas: Es importante dividir la información en temas de acuerdo al área que se utilizara: Contable, administrativa, técnica, consulta etc...
- Convertir los elementos de información en un campo: Esto permite plasmar las propiedades cuantitativas o cualitativas, como unidad de medida, importes, cantidades, nombres, volúmenes etc.
- Determinar claves para identificar un registro o campo: Se refiere a asignar claves de registro para identificar una información única para ese registro o campo.
- Configuración de las relaciones entre las tablas según sea necesario:  
Debido a la cantidad de información es importante que solo se muestre la información del mismo tipo, para no trabajar con datos parecidos.
- Realizar ajustes en el diseño analizando los errores: Esta parte es la verificación del contenido de la información para evitar duplicaciones o información incompleta.
- Depuración de la información: Como cualquier información después de cierto tiempo se debe ir actualizando y solo se utiliza los datos de un periodo más reciente, ya que los datos antiguos solo sirven como estadística.

## **II.5 Determinación del tipo de formulario**

Se determina el tipo de formulario de acuerdo a los objetivos que pretende cumplir

- Según su uso: breves, eventuales, pilotos y definitivos
- Según su diseño: lineales, recuadros o columnas
- Según su finalidad: de posición o estadísticos

### **II.5.1 Consideraciones para la elaboración de un formulario**

Para el diseño de un formulario eficiente se considera la evaluación y determinación de las necesidades del usuario, así como la existencia de alguno otro que comparta los mismos intereses, pues en la etapa del desarrollo pueden fusionarse y complementarse.

La presentación del formulario será sencilla y flexible para el ingreso de datos, así mismo garantiza el fácil uso de la información registrada en la base de datos.

- Distribución ordenada y lógica de los espacios para llenado, de lectura, títulos y orden conceptual.
- Considerar destacar los datos más relevantes, como los resultados o indicadores.

## **II.6 Partes del Formulario**

- Extremo superior o cabeza: esta parte se utiliza para colocar los datos iniciales del formulario, en ellos se determina el contenido del formulario.
- Cuerpo del formato: esta parte contiene el conjunto de registros y campos que se interactúan y relacionan, distribuyéndose siempre siguiendo una relación lógica.
- Extremo inferior o pie: este apartado contiene los datos finales o resultados.

## II.6.1 Diseño de un nuevo formulario

Etapa de Prediseño:

Despendiendo del propósito del formulario se tomarán los datos que se incluirán en los campos, dimensionando el espacio que estos ocuparan, desde esta fase ya se tendrá la perspectiva del tamaño y contenido general del formulario.

Etapa de Diseño:

En esta etapa se capturan y ordenan los datos ingresados cuidando la secuencia y la lógica, ya que en ello radica que el usuario pueda interpretar rápidamente el formulario por lo que es más fácil si se inicia con los datos primarios e indispensables.

Ya que tenemos capturados los datos se puede diseñar la plantilla, esta será ajustada y personalizada de acuerdo a las necesidades del usuario en ella se puede definir la estructura de los datos, apariencia y comportamiento del formulario.

Una plantilla puede definir aspectos como los mencionados a continuación

- Controles y etiquetas
- Establecimiento de códigos o ID (identificador digital)
- Definir campos variables y constantes
- Configuración de privacidad en algunos campos
- Almacenamiento de datos en archivos compartidos
- Fuentes colores y elementos de diseño
- Candados en la manipulación de la base de datos
- Configuración de indicadores preventivos, recordatorios, y de alerta.
- Tipos de reportes o resúmenes del comportamiento de la información



Etapa de Post - diseño:

Una vez diseñada la plantilla del formulario se ingresan datos para comprobar que este funcione y así asegurarse de que el resultado sea el esperado y decidir cuando esté listo para ponerlo a disposición del usuario.

## **CONCLUSIÓN**

Ya que los formularios digitales pueden contener tantos campos de información como se requiera, la generación de la base de datos se convierte en una etapa primordial para el diseño de estas herramientas, ya que en ella se concentra la información que se considera relevante y esta debe estar previamente analizada, ordenada, clasificada y etiquetada de acuerdo a las necesidades del usuario, de lo contrario se podría desviar la atención de la problemática real del comportamiento del presupuesto.

# **CAPÍTULO III LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA FORMULARIOS**

Durante este capítulo se hablará de los lenguajes de programación para la propuesta de realización de los formularios digitales para la administración de obras de construcción, los cuales permiten el trabajo conjunto y coordinado, a través de un conjunto a fin y finito de instrucciones posibles, que imitan la lógica de los lenguajes humanos o naturales, no debiéndose confundir, con los distintos tipos de lenguaje informático.

Estos últimos representan una categoría mucho más amplia, en donde están contenidos los lenguajes de programación de muy alto nivel dentro de las mismas aplicaciones y muchos otros protocolos informáticos, como el HTML de las páginas web.

## **III.1 Definición de lenguaje de programación**

Un lenguaje de programación es un programa destinado a la construcción de otros programas informáticos con un lenguaje formal que, mediante una serie de instrucciones, le permite a un programador escribir los procesos lógicos y algoritmos, que serán ejecutados por un sistema informático u ordenador, permitiendo su comportamiento físico, lógico y su comunicación con el usuario.

Está compuesto por símbolos y reglas sintácticas y semánticas expresadas en instrucciones y relaciones lógicas con las cuales se construye el código fuente de una aplicación o parte de software determinado.

Mediante este lenguaje se comunican el programador y la máquina, permitiendo especificar, de forma precisa, aspectos como:

- ¿Cuáles datos debe operar un software específico?
- ¿Cómo deben ser almacenados o transmitidos esos datos?

- Las acciones que debe tomar el software dependiendo de las circunstancias variables.

### **III.1.1 Para qué sirven los lenguajes de programación**

Un lenguaje de programación sirve para automatizar procesos. Sin embargo, cada uno tiene un alcance y forma de comunicación diferente.

El lenguaje de bajo nivel permite la comunicación interna de la máquina, cada instrucción tiene su código único de operación.

Y el lenguaje de alto nivel facilita la captación de instrucciones que el programador le da a la máquina, mientras que éste introduce datos en el idioma conocido la máquina lo va absorbiendo en lenguaje de máquinas mediante traductores o compiladores, permitiendo así:

- Reducir el tiempo de programación;
- Entender más fácilmente la tarea a realizar;
- Permitir al programador desvincularse del funcionamiento interno de la máquina, entre otros.

El lenguaje de bajo nivel es cercano a los idiomas de las máquinas, mientras que el lenguaje de alto nivel está más cerca del entendimiento e idioma humano.

### **III.2 Tipos de lenguaje de programación**

- Lenguajes de bajo nivel.

Son lenguajes de programación binario, diseñados para un hardware específico y no pueden migrar o exportarse a otros computadores. Sacan el mayor provecho posible al sistema para el que fueron diseñados, pero no aplican para ningún otro.

- Lenguajes de nivel medio.

Generalmente no siempre es aceptado llamarlos así, son lenguajes de programación que se ubican en un punto medio, pues permite operaciones de alto

nivel y a la vez la gestión local de la arquitectura del sistema, permitiendo utilizarse localmente y de forma universal.

- Lenguajes de alto nivel.

Estos lenguajes de programación aspiran a ser un lenguaje más universal, por lo que pueden emplearse indistintamente de la arquitectura del hardware, en diversos tipos de sistemas. Los hay de propósito general y de propósito específico.

Otra forma de clasificación:

- Lenguajes imperativos.

Menos flexibles, dada la secuencialidad en que construyen sus instrucciones, estos lenguajes programan mediante órdenes condicionales y un bloque de comandos al que retornan una vez llevada a cabo la función.

- Lenguajes funcionales.

También llamados procedimentales, estos lenguajes programan mediante funciones que son invocadas conforme a la entrada recibida, que a su vez son resultado de otras funciones.

- Lenguaje máquina

Es el más primitivo de los lenguajes y es una colección de dígitos binarios o bits (0 y 1) que la computadora lee e interpreta y son los únicos idiomas que las computadoras entienden.

- Lenguaje ensamblador

El lenguaje ensamblador es el primer intento de sustitución del lenguaje de máquina por uno más cercano al utilizado por los humanos.

Un programa escrito en este lenguaje es almacenado como texto (tal como programas de alto nivel) y consiste en una serie de instrucciones que corresponden al flujo de órdenes ejecutables por un microprocesador. Sin embargo, dichas

máquinas no comprenden el lenguaje ensamblador, por lo que se debe convertir a lenguaje máquina mediante un programa llamado Ensamblador.

Este genera códigos compactos, rápidos y eficientes creados por el programador que tiene el control total de la máquina.

### **III.3 Lenguajes de programación más conocidos**

Estos son algunos lenguajes de programación más conocidos:

**BASIC.** Su nombre proviene de las siglas de Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code (Código simbólico de instrucciones de propósito general para principiantes), y es una familia de lenguajes imperativos de alto nivel, aparecidos por primera vez en 1964. Su versión más actual es Visual Basic.NET.

**COBOL.** Su nombre es un acrónimo para Common Business-Oriented Language (Lenguaje común orientado a los negocios) y se trata de un lenguaje de programación universal creado en 1959, orientado principalmente a la informática de gestión empresarial.

**FORTRAN.** Su nombre proviene de The IBM Mathematical Formula Translating System (El sistema de traducción de fórmulas matemáticas de IBM), y es un lenguaje de programación de alto nivel, propósito general y de tipo imperativo, diseñado para aplicaciones científicas y de ingeniería.

**JAVA.** Un lenguaje de programación de propósito general, orientado a objetos, se resume en las siglas WORA: Written Once, Run Anywhere. Escrito una vez, funciona en cualquier parte. La idea era diseñar un lenguaje universal empleando sintaxis derivada de los lenguajes C y C++, pero empleando menos utilidades de bajo nivel que cualquiera de ambos.

Sin el lenguaje de programación, programar sería imposible, debido a que no existirían reglas (tanto semánticas como sintácticas), expresiones (como la estructura y el significado de todos los elementos que los componen) ni una forma establecida sobre cómo deben "hablar" el programador y la máquina.

Además, algunas de las funciones que le permiten a un programador crear este lenguaje son: crear una web y hacerla funcionar o desarrollar aplicaciones para los sistemas operativos, entre muchas otras.

### **III.4 Softwares de programación**

Un Software de programación es el conjunto de herramientas, las cuales permiten al programador, escribir códigos, crear, depurar, mantener y empaquetar los proyectos. Algunos de los diferentes programas por los que pasara el proyecto para gestionarlo son:

- Editores de código o texto

Al escribir los códigos se autocompletan marcando los errores sintácticos y la refactorización.

- Compiladores

Éstos traducen el código ingresado a lenguaje de máquina generando un código binario ejecutable.

- Depuradores

Sirven para optimizar el tiempo de desarrollo mediante el monitoreo de la ejecución de un programa, el seguimiento a los valores de ciertas variables, las referencias a objetos en memoria y, por ende, nos ayuda a corregir errores.

- Enlazadores

Este programa toma objetos generados en los primeros pasos del proceso de compilación y los recursos necesarios de la biblioteca, quita aquellos procesos y datos que no necesita, y enlaza el código con dicha biblioteca para así aumentar su tamaño y extensión.

- Interpretadores o traductores

El traductor (o intérprete) carga el código ingresado y traduce las instrucciones para que el programa pueda ser ejecutado.

- IDE

El IDE (Integrated Development Environment) o Entorno de Desarrollo Integrado, es una aplicación informática que proporciona una serie de servicios que facilitan la programación de software, tales como:

- funciones de autocompletado;
- un editor de código fuente;
- gestión de conexiones a bases de datos;
- integración con sistemas de control de versiones;
- simuladores de dispositivos;
- un depurador para agilizar el proceso de desarrollo de software, entre otros.

### **III.5 Lenguaje de programación Visual Basic**

Visual Basic (VB) es un lenguaje de programación dirigido por eventos, desarrollado por Alan Cooper para Microsoft. Este lenguaje de programación es un dialecto de BASIC, con importantes agregados. En 2001 Microsoft propuso abandonar el desarrollo basado en la API Win32 y pasar a un framework o marco común de librerías, independiente de la versión del sistema operativo .NET Framework, a través de Visual Basic .NET (y otros lenguajes como C Sharp (C#) de fácil transición de código entre ellos.

Aunque Visual Basic es de propósito general, también provee facilidades para el desarrollo de aplicaciones de bases de datos usando Data Access Objects, Remote Data Objects o ActiveX Data Objects. Contiene un entorno de desarrollo integrado o IDE que integra editor de textos para edición del código fuente, un depurador, un compilador (y enlazador) y un editor de interfaces gráficas o GUI.

### **III.6 Programación en Visual Basic (VBA) para Excel**

Microsoft Excel es un software para el manejo de hojas electrónicas agrupadas en libros para cálculos de casi de cualquier índole. Entre muchas otras aplicaciones, es utilizado en el tratamiento estadístico de datos, así como para la presentación gráfica de los mismos.

La hoja electrónica Excel integrado con Visual Basic Aplicaciones es ampliamente conocida, en forma generalizada, por profesionales y estudiantes en proceso de formación, pero hay una gran cantidad de usuarios que no conocen a profundidad su gran potencial y adaptabilidad a los diferentes campos del conocimiento.

Es por ello que esta tesis se centra en el uso de este lenguaje de programación, para realizar los formularios a utilizar, sin tener algún límite para estos y de acuerdo a las necesidades de la organización, su fácil acceso y al no tener un costo por operar en este lenguaje, lo hace versátil y de gran ayuda para implementarlo en cualquier tipo de obra de construcción.

Para científicos e ingenieros, el Excel constituye una herramienta computacional muy poderosa. También tiene gran utilidad para ser utilizado en la enseñanza de las ciencias y la Ingeniería, particularmente, en la enseñanza de los métodos numéricos. Pese a que existen en el mercado programas computacionales muy sofisticados, tales como MATLAB, MATHEMATICA, etc., no están tan disponibles como Excel, que usualmente forma parte del paquete básico de software instalado en las computadoras que funcionan bajo el sistema Windows de Microsoft.

Algunas actividades de programación con macros escritos en VBA (una adaptación de Visual Basic para todo el Office de Microsoft), definidos desde una hoja electrónica de Excel. Salvo pequeñas diferencias para versiones en inglés, el material puede ser desarrollado en cualquier versión.

El Editor de Visual Basic contiene todas las herramientas de programación necesarias para escribir código en Visual Basic y crear soluciones personalizadas, este Editor, es una ventana independiente de Microsoft Excel, pero tiene el mismo



aspecto que cualquier otra ventana de una aplicación Microsoft Office, y funciona igual para todas estas aplicaciones. Cuando se cierre la aplicación, consecuentemente también se cerrará la ventana del Editor de Visual Basic asociada.

## CONCLUSION

Para el propósito de esta tesis es importante la utilización de un lenguaje de programación de alto nivel ya que son más accesibles y entendibles para la mayoría de programadores, de manera que el programador se concentrara en resolver la tarea o los problemas y no en un lenguaje que la maquina demanda. Siendo Visual Basic para Excel el lenguaje más flexible y sencillo para la realización de los formularios digitales ya que nos permitirá diseñarlos conforme a las necesidades y personalización de cada usuario.

# **CAPÍTULO IV ETAPAS DE LA ADMINISTRACIÓN DE OBRA**

Cada obra es diferente, aunque sean del mismo tipo, por lo que es importante tener en cuenta que se necesitan herramientas que ayuden con el control y la administración, para optimizar los recursos con los que se cuente.

Al ser los formularios digitales herramientas flexibles y moldeables a nuestras necesidades, se puede controlar el proyecto desde la etapa de recepción, ejecución hasta su término, hacer una comparativa y detectar incrementos en el presupuesto, o desfase de tiempos por medio de indicadores.

Los formularios digitales deben ser de fácil configuración, de forma que sea entendible y cualquiera con permiso, pueda capturar información o consultar.

## **IV.1 Planeación**

La construcción es un negocio dinámico e incansable, para los cuales es requerida una buena administración (planeación, organización, dirección y control) así como el oportuno seguimiento de los costos presupuestados (costo probable y aproximado real).

El propósito en la etapa de planeación de algún proyecto a ejecutar es la de reducir la incertidumbre con respecto al futuro y al ambiente, debemos de realizar formularios que contengan información de fuentes de suministros de materiales, lugares cercanos a la obra de abastecimiento de combustibles, fuente de energía eléctrica con que se cuenta para el consumo, proveedores de internet para la oficina de campo, lugar donde se realizara compras de papelería, consumibles, rentas de espacios para bodegas y campamentos, esto para tener base de datos con información, analizada y correlacionada que considera los recursos disponibles y adopta la alternativa de opción optima y se presenten comparaciones de costos y alcances de cada producto para elegir el más viable al proyecto, como se muestra en la figura. IV.1.

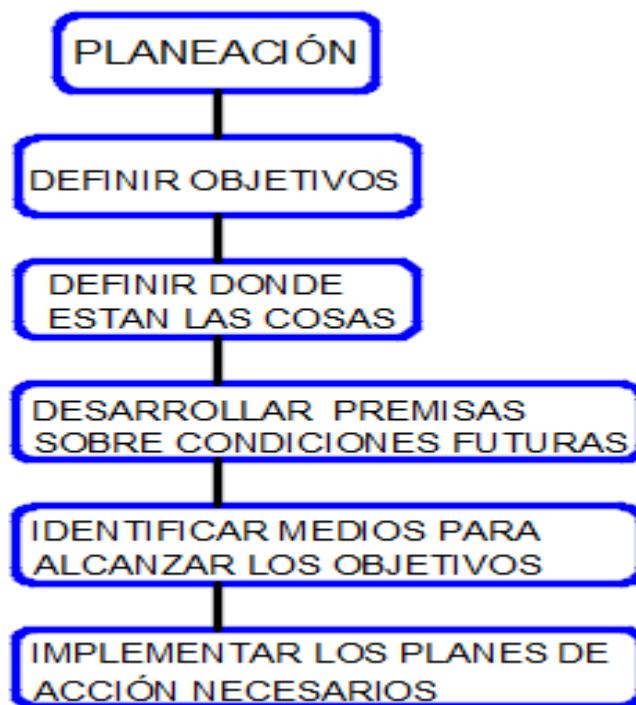


Figura. IV.1 (Etapas de procesos de planeación). Apuntes de administración de empresas constructoras UNAM

## IV.2 Programación de Obra

Existen diferentes métodos de programar los tiempos de ejecución de una obra a realizar, el cual se selecciona de acuerdo a la experiencia y a los resultados obtenidos del responsable de la obra, que generalmente es un profesional con años trabajando en ejecución de obras.

Se cuenta con muchas herramientas de planeación y control de obra, de los cuales solo se habla en esta tesis de cuatro más utilizados en la programación de tiempos ya mencionados previamente, los cuales nos ayudan a calcular los tiempos de ejecución de los trabajos.

En esta etapa del proyecto, se requiere hacer formularios que ayuden a identificar algún desfase en tiempo de la actividades o volúmenes proyectados de acuerdo al tiempo programado, los formularios que se requieren realizar en este proceso deben

contener los datos previamente capturados de la cuantificación de volúmenes y tiempos, para poder compararlo con los procesos realizados.

El formulario contendrá y reflejara mediante indicadores cuantificados, si la programación es satisfactoria o se requiera una reprogramación de tiempos y actividades. Esto da un panorama real para atender el desfase con otra estrategia o en su caso ir vigilando puntualmente la ejecución de los trabajos como se describe en la siguiente figura.

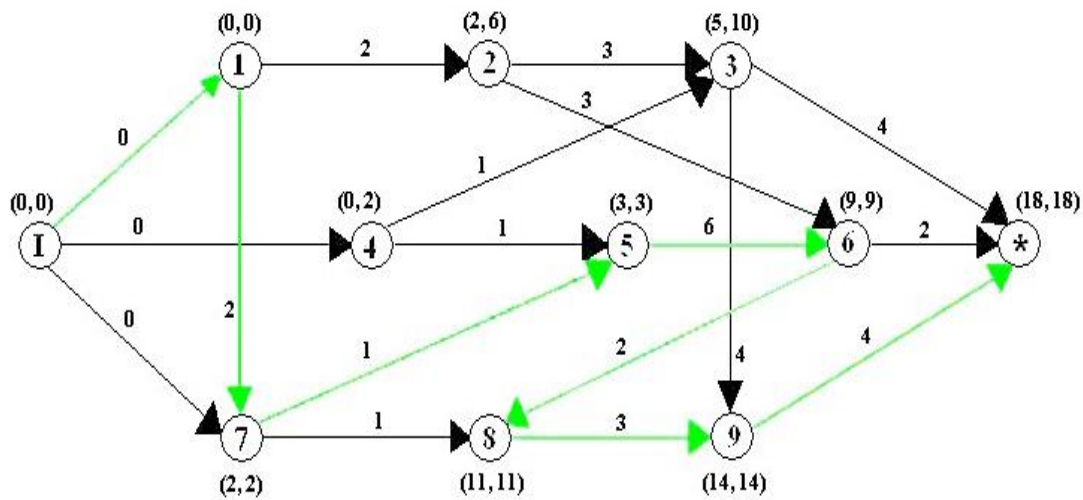


Figura. IV.2 (Ejemplo de Diagrama de Ruta Crítica) (Torres, 2013)

Estos formularios se ocuparán desde el inicio de los trabajos y se irán actualizando periódicamente, de acuerdo a las necesidades que tenga la administración de la obra (diario, semanal, quincenal o mensualmente). Se deberán programar, para que la información que contengan se grafique, mediante una gráfica que muestre la curva de avance. La cual incluirá datos generales del proyecto, código del proyecto, fecha inicial del proyecto, fecha final del proyecto, valor del trabajo planificado y valor del trabajo planificado acumulado. Los datos presentados de manera gráfica son más entendibles en el momento en que se requieran consultar a nivel gerencial. Esto permitirá que el responsable de la obra pueda visualizar el avance de obra, las actividades, tiempos y mediante la coordinación con su equipo de trabajo, atender de presentarse algún cambio en el periodo o volumen de obra y confirmar que la programación de tiempos y actividades son las correctas.

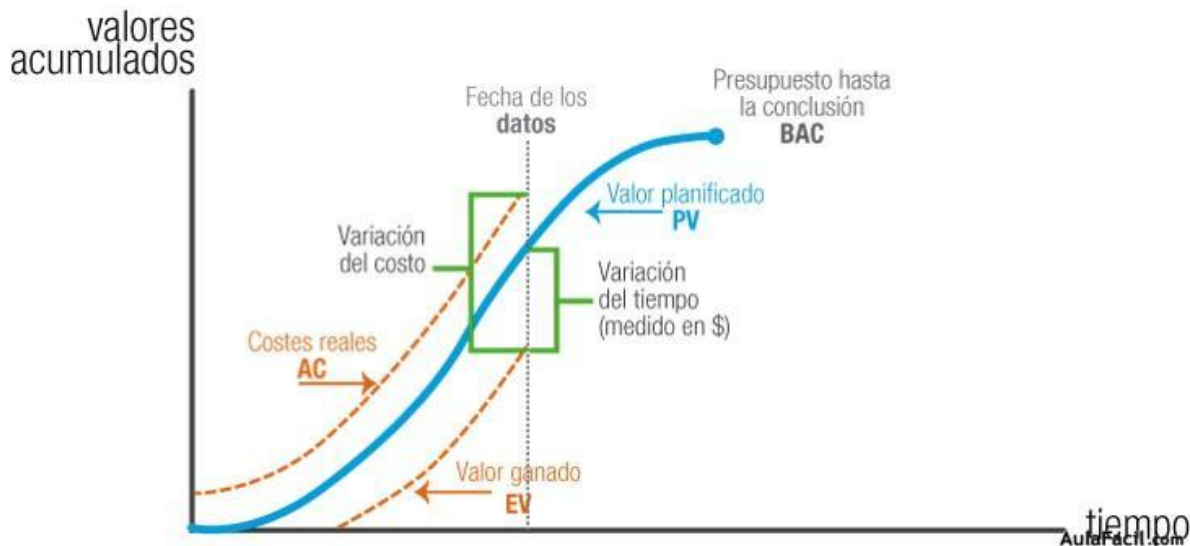


Figura. IV.3 (Grafica de curva "S" con variación de tiempo - costo (Real, 2020)

### IV.3 Presupuestación de Obra

En esta etapa del proceso se deben tener identificados los conceptos objeto de control de obra, con sus volúmenes y precios unitarios que en conjunto nos dará un monto total el cual será punto de partida y nos proporciona un rango de control económico.

Es importante realizar los formularios por partidas y subpartidas, los cuales serán diseñados y adecuados para contener cada uno de los conceptos totales por ejecutar la obra, las cantidades de cada actividad de obra, el precio de cada concepto, así como el periodo de ejecución de cada actividad.

En la programación se debe de realizar indicadores que alerte cuando se presente algún desfase en volumen o en tiempo, con su respectivo cuadro de observaciones, para hacer las anotaciones necesarias y documentar lo observado. Esto permite que el responsable del proyecto visualice más a detalle el presupuesto durante el proceso de ejecución de obra, como se muestra en la tabla IV.1 para ello ya la información debe estar clasificada y etiquetada con algún código.

<b>Claves de partidas</b>	
01	Preliminares
02	Demolición
03	Excavación
04	Cimentación
05	Estructura
06	Albañilería
10	Instalaciones eléctricas
11	Instalaciones hidráulicas
12	Instalaciones sanitarias
13	Instalaciones de gas
14	Instalaciones especiales
20	Acabados
21	Carpintería
22	Herrería
23	Aluminio y cristal
24	Cerrajería
25	Limpieza
40	Suministros
70	Trámites y gestiones

Tabla. IV.1 (Partidas del presupuesto) (Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, UNAM)  
<http://www.ptolomeo.unam.mx/>, s.f.

Cada formulario que se diseñe como herramienta de un proyecto, deberá contener toda la información relevante, carga de datos necesarios para lo que se está realizando, así como la interacción con otros formularios para tener una mejor visualización de información presentada que se desee consultar.

#### **IV.4 Ejecución de Obra**

Para un buen funcionamiento de esta herramienta es importante la base de datos ordenada ya que será el punto de partida para el control y seguimiento de la ejecución de obra a través de la alimentación y actualización periódica.

La interacción entre formularios permitirá que se tenga a la mano información del comportamiento de la obra como: monitorear que la explosión de insumos sea la proyectada; si se presenta algún aumento en materiales se detecte cual es la causa

y se atienda; cuando se requiera personal por destajo o administración se pueda controlar con el formulario; qué proyecte y verifique solo el tiempo necesario para ese personal; el insumo histórico de combustibles para tener un mejor control.

Los formularios que se empleen para el control de ejecución de obra se correlacionaran con el programa de obra inicial mostrando los desfases en cuanto la duración e importes de las actividades.

#### **IV.5 Control de Obra**

En el proceso de programación de obra, se deben diseñar los formularios que ayuden a llevar el control del avance programado contra el avance real ejecutado de las actividades, la herramienta más usada es el diagrama de barras.

El diseño del formulario se comparará con el formulario de presupuestación, el cual contiene la información de tiempos de ejecución de inicio y final de la obra, conceptos de obra, precios unitarios, cantidades de obra y el formulario de explosión de insumos para documentar periódicamente los avances de los trabajos, suministro de materiales y tiempos de ejecución de actividades. Todo lo anterior se debe programar para mostrar gráficamente si se presenta algún desfase en importes, volumen de materiales, cantidades de obra o desfases en tiempo. Con esto se atenderá de manera oportuna algún cambio imprevisto quedando documentado en el formulario.

El formulario de presupuestación de la obra está ligado al formulario de programación de obra, ya que estos contienen los tiempos, las cantidades de obra y todas las actividades que se realizaran del proyecto. En esta etapa se deben de relacionar formularios de control de personal por administración, formularios de inventarios de almacén, de suministro de programación de materiales etc.

Durante la ejecución de los trabajos se deben de realizar los formularios que sean necesarios para llevar el control lo apegado al presupuesto inicial, para controlar el

porcentaje de indirectos proyectados y controlar los avances de las actividades de obra. Documentando los retrasos o desfases en el programa de obra, imprevistos (por clima, costumbres del lugar etc..) atendiendo los contratiempos de manera oportuna.

Es importante que el responsable en obra actualice la base de datos con la información real de campo.

Es elemental tener un formulario el cual vaya controlando las estimaciones de cobro de obra para que se dé prioridad al cobro de los trabajos, para tener la solvencia necesaria durante el transcurso de la obra y esto no genere atrasos. Programar formularios para cada subcontrato si es que hubiera, para llevar el control de pagos y avances.

En general las herramientas de formularios digitales ayudaran a tener un mejor control y administración de cualquier proyecto donde se implementen, ya que su programación incluirá de manera gráfica la información, haciendo que sea fácil el uso de estas herramientas, así como facilitar los reportes generales

## CONCLUSION

Con el uso de los formularios digitales se pretende tener un control desde inicio del presupuesto contratado, minimizar el impacto negativo al no detectar en tiempo problemas relacionados a la variación de materiales, unidades de obra, tiempo de ejecución e importes, pudiendo llevarse el control sobre una o varias obras simultaneas.



# **CAPITULO V FORMULARIOS DE GESTIÓN DE OBRA DE CONSTRUCCIÓN**

En este capítulo se presentan las propuestas de formularios con objetos realizados en hoja de cálculo Excel en Visual Basic Aplicaciones, que desarrollan la planeación, coordinación, supervisión y control de una programación de proyecto de construcción que se mencionan en gestión de obra para el control de las principales contingencias de sobrecostos de los elementos que participan, como: Recursos humanos, materiales, maquinaria y equipo, duración, cantidades en conceptos e importes.

## **V.1 Gestión de obra de construcción**

La gestión de obra es un recurso de control de la obra, sirve para minimizar los agentes responsables de la construcción y centralizar la toma de decisiones. Está probado que previene incidentes y soluciona los problemas antes de que aparezcan. Todo esto hace que el proceso de obra se desarrolle sin sorpresas y dentro de un precio y tiempo definido.

Un sistema de gestión de obra de construcción, está formado por todos los sistemas que intervienen en un proceso de construcción, esto incluye los departamentos de la empresa y los procesos operativos que se deben realizar para llevar a cabo una obra de Construcción, así como el medio contextual en donde se construye la obra y la toma de decisiones que se generará a partir de los reportes obtenidos de estos procesos operativos.

La siguiente imagen que muestra un sistema de gestión de obra de construcción con todos los elementos requeridos y posteriormente la descripción de los departamentos de una empresa dedicada a la construcción.

### Sistema de gestión de obra de construcción

Departamentos		Procesos operativos	Periodos								
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7		
C o n t a b i l i d a d	Sistemas ERP	Administración	Gerencia, Planeación							T o m a d e d e c i s i o n e s	
		Recursos Humanos	Contratos, Nomina								
	Finanzas	Inversiones, Bancos, Retorno de inversión, auditoria Interna: inversionistas y Externa: SHCP									
	Ventas	Promotora inmobiliaria, Clientes, Preventa, ventas, tendencias, hipotecaria									
	Compras	Aquisiciones, Proveedores, Inventarios									
	Producción	Planos de fraccionamiento		[Barra]							
		Proyecto arquitectónico		[Barra]							
		No. Generadores		[Barra]							
		Cubicación de proyecto		[Barra]							
		Costos		[Barra]							
Precios unitarios		[Barra]									
Presupuesto de obra		[Barra]									
Programación de obra		[Barra]									
Construcción		[Barra]									
Estimaciones de obra		[Barra]									
Mantenimiento de obra		[Barra]									
Garantía de obra		[Barra]									
Calidad		[Barra]									

Figura. V.1 (Etapas de proceso operativo de Presupuesto de obra), Fuente: Elaboración propia

#### V.1.1 Administración

La administración en la construcción es una metodología racional de llevar a cabo las funciones que se aplica en la dirección de cada proceso de los proyectos, que abarcan procedimientos técnicos organizados desde inicio (ideas o planes) hasta la construcción, incluye la planeación, programación, ejecución, dirección y control de proyectos.

La principal misión de la administración de proyectos es asegurar que las obras de construcción se entreguen en tiempo y costo definidos desde inicio, asignar e integrar los recursos necesarios para resolver los objetivos predefinidos, para mantener de forma permanente y continua las tareas del proyecto.

Una manera de desarrollar la administración es dividir las tareas administrativas en subprocesos relacionados entre sí, asignando diferentes tareas a personas distintas las cuales forman departamentos con una misión específica.

- La planeación precisando el objetivo establecido, con apoyo de normas, técnicas, procesos y estrategias para desarrollar los trabajos, programación que es asignar tiempos a cada actividad a ejecutarse en la obra.
- La ejecución que empieza con la realización de lo planeado con recursos financieros hasta la aceptación de los trabajos.
- El control que se simplifica en conocer el estado de cada cosa verificando los resultados de la ejecución en comparación con lo planeado, aquí teniendo los indicadores de sobrecosto es donde debemos realizar un ajuste correctivo para continuar con lo programado o en su caso hacer un reajuste de planes.

### **V.1.2 Recursos Humanos**

En cualquier empresa es importante contar con personal calificado y eficiente para los propósitos requeridos. En las obras de construcción no es la excepción y es de suma importancia que el personal contratado este capacitado para las actividades a realizar durante la ejecución. Es importante que el encargado de los recursos humanos tenga claridad en las acciones y cuente con los conocimientos de las necesidades de la fuerza de trabajo que se requiere en cada etapa del proyecto, de lo contrario, tener mano de obra no calificada para la actividad requerida, tendrá un impacto en tiempos de ejecución y la calidad en los trabajos, que derivan en sobrecosto.

### **V.1.3 Finanzas**

En todo proyecto, siempre se deben tener opciones de cómo obtener recursos financieros, y administrar de forma correcta esos recursos para lograr los objetivos propuestos, así como la comprobación oficial, previendo todos los riesgos que se pudieran presentar.

Para ello es necesario contar con el programa de obra, ya que simultáneamente se realizará una proyección de gastos y adquisiciones para saber en las etapas donde se necesitarán más recursos y por otra parte hacer una programación de recuperación financiera, para conocer los tiempos en los que la empresa se recapitalizará.

Teniendo claro los tiempos de ingresos y egresos, se pueden tomar decisiones importantes en suministros y pagos que se deban realizar durante todo el proceso de ejecución de los trabajos.

#### **V.1.4 Ventas**

Comprende todas las actividades necesarias para cumplir con un cliente o empresa de un producto o servicio a cambio de dinero.

En coordinación con la construcción de la obra, se realiza el avance de trabajos terminados para proceder con el cobro al cliente (realización de estimaciones de obra), estas son de vital importancia en toda la duración de la obra, ya que de eso dependerá contar con los recursos necesarios, y no caer en sobre plazos que generan sobrecostos.

#### **V.1.5 Compras**

Teniendo presente la programación de ingresos se puede prever las etapas de compras y tener mejor control en las adquisiciones de materiales, mejor negociación con proveedores para obtener ahorros, descuentos y créditos en los insumos de la obra, en contra parte si no se tiene claro la proyección de pago de los clientes, ni cantidades de obra, se cae en las compras precipitadas, donde generalmente se adquieren materiales más caros y en ocasiones si se trata de materiales de importación, nos encontramos con mayores tiempos de entrega, lo que genera retrasos en tiempo y sobrecostos.

#### **V.1.6 Producción**

En esta etapa de producción es esencial poner mucha atención e identificar las causas que generan sobrecosto al presupuesto inicial, ya que todas ellas de no ser atendidas en cuanto son detectadas, van generando mayores atrasos en tiempos de ejecución o aumentos en los volúmenes de obra.

Si en la producción se nos presentan atrasos en los suministros de materiales, esto deriva en atrasos de actividades, se generan tiempos muertos en mano de obra y desfase en el programa de obra. Igualmente, no contar con la mano de obra calificada para las actividades a realizar genera que los rendimientos sean menores y los tiempos de ejecución sean mayores.

## **V.2 Proceso operativo: presupuesto de obra**

Ya teniendo aprobada la obra por contratación y el presupuesto para la construcción, se debe de analizar nuevamente el proyecto en obra, concepto por concepto antes de iniciar la ejecución de los trabajos con el levantamiento real en sitio y reanálisis del proyecto, de todas las partidas y generar nuevamente en obra un catálogo real de actividades y volúmenes, para determinar las tareas.

En esta primera parte después de analizar y generar previamente el presupuesto de obra, se generan los primeros indicadores de sobre costo.

- Cambio de proyecto (sí se presenta) que deriva en un sobre costo y reajuste de la programación de obra (crear el calendario del proyecto).
- Identificar conceptos donde se pueda reducir costos, plasmar un incremento en % estimado en costo para todas las actividades que presente el indicador de sobre costo y genera informes que permita visualizar las partidas con mayor incremento de sobre costo para analizar y optar por la solución más favorable, con la asignación de recursos e identificación de riesgos.
- Ya teniendo identificados los sobre costos iniciales y teniendo la información para toma de decisiones se pueden prevenir riesgos y se procede a dirigir a las áreas correspondientes (compras, residencia de obra, nominas, control de obra etc.) para prever una estrategia con la cual minimizar los sobre costos.
- Se debe monitorear las tareas, los recursos y riesgos, los cuales no se van a evitar al 100% pero el impacto de ellos será menor.

El siguiente diagrama de flujo presenta el proceso operativo del Presupuesto de Obra con la descripción de dicho proceso:

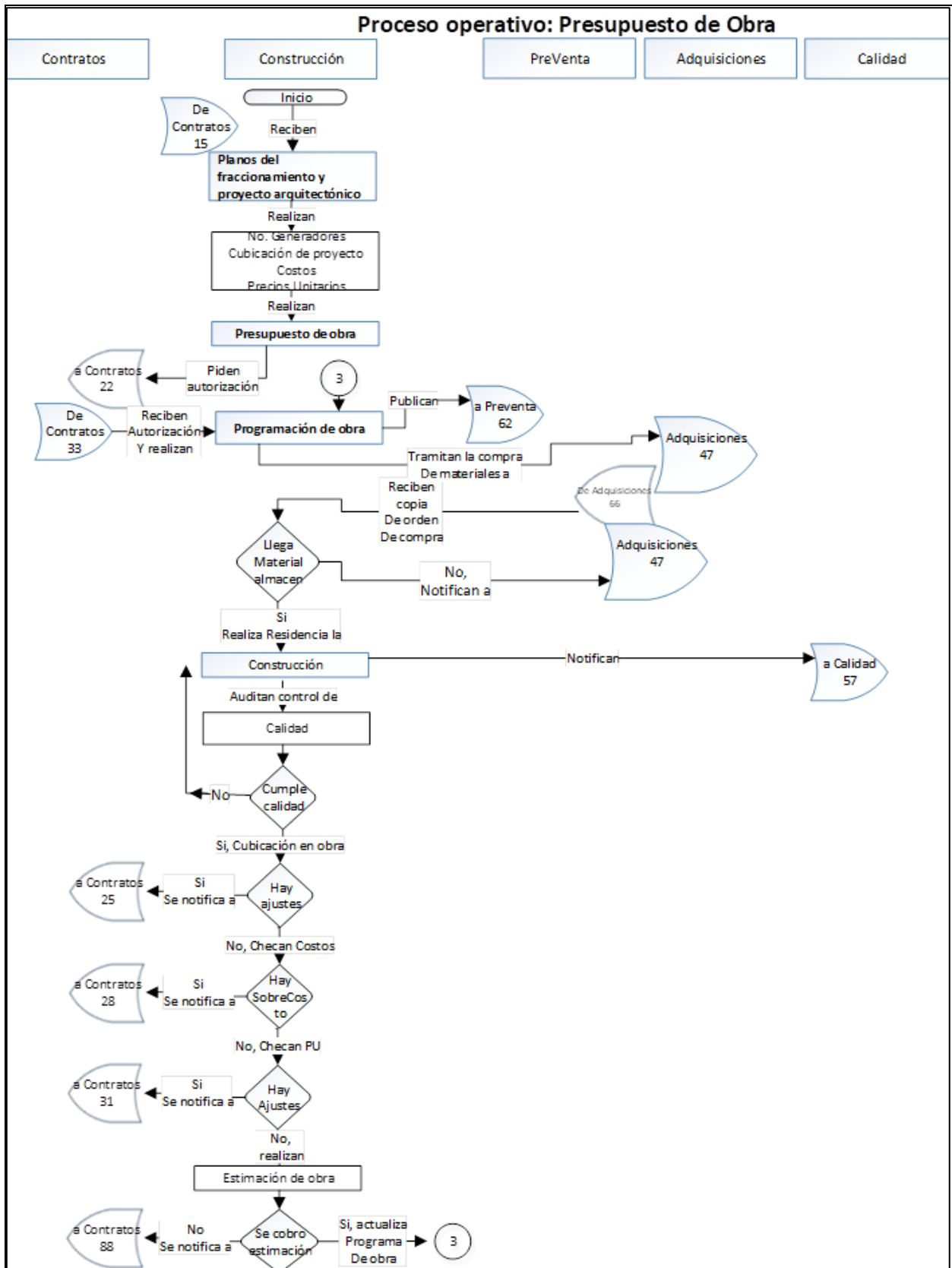


Figura V.2 Diagrama de flujo de etapas de proceso operativo de presupuesto de obra Fuente: Elaboración propia

- Construcción recibe del área de contratos el proyecto arquitectónico y los planos para trabajar en los números generadores, cubicación del proyecto, costos y precios unitarios para realizar el presupuesto de obra.
- Teniendo el presupuesto de obra se envía a contratos, quien regresa el presupuesto de obra autorizado, para realizar el programa de obra.
- Se procede a la realización de requisiciones de materiales y se envían a compras para que gestionen las adquisiciones, estos envían la orden de compra al almacén.
- Almacén notifica a compras si no llega el material, en caso contrario, teniendo el material en la residencia de obra, se procede a la construcción.
- Residencia de obra notifica a control de calidad, calidad revisa y autoriza los trabajos mediante un checklist. Si cumple con la calidad se procede a la liberación de la actividad, si no cumple, se realizan modificaciones al trabajo.
- Se cubican los trabajos autorizados por control de calidad, si hay ajustes se notifica a contratos, de no haber, se verifican los costos.
- Si hay sobrecostos se notifica a contratos, si no hay sobrecostos se checan los precios unitarios.
- Si hay ajuste en precios unitarios se notifica a contratos, de no haber ajustes en los precios unitarios, se realiza la estimación de obra.
- Se ingresa estimación de obra a cobro, si no se paga en tiempo se notifica a contratos, ya pagada la estimación se actualiza el programa de obra.

Es importante, apoyarse con las herramientas que se cuentan para estas actividades, el líder del proyecto en todo momento debe ir actualizando la información en los formularios que se implementen para cada actividad y así mismo coordinar al equipo de trabajo, el cual tendrá la tarea de ir actualizando sus formularios de acuerdo al área que se estén realizando.

### V.3 Propuesta de formulario presupuesto de obra

En la siguiente imagen se presenta la primera propuesta del formulario, referente al presupuesto de obra.

Figura. V.3 (Formulario Presupuesto de obra). Fuente: Elaboración propia

La primera información que se captura en cada formulario, se hace por el líder del proyecto, el cual captura el presupuesto contratado y autorizado para su construcción, esta información debe ser actualizada por el residente de obra quien realiza un levantamiento real de volúmenes y los captura en el formulario de volúmenes de obra, para ser comparados con las cantidades de obra contratados, desde esta etapa al actualizar los volúmenes aparecen los primeros indicadores de sobrecosto.

En los formularios se captura la información diaria que el proyecto va generando con cada avance o retraso que se presente, el formulario tiene indicadores para que cuando empiece a existir algún desfase de cualquier tipo, se atienda con la información que proporciona y se corrija para evitar hacerlo cuando ya este muy avanzado el desfase o sobrecosto.



### V.3.1 Representación del Código de programación

Se presenta a manera de ejemplo del código de programación Visual Basic aplicaciones, integrado en la hoja de cálculo del sistema de sistema de información de indicadores de sobrecosto en obra de construcción, el siguiente código:

#### 'Dimensionamiento de variables

Dim dato As Integer

Dim costo As Single

Dim Importe As Double

Dim Ncliente As String

#### 'Control de decisión para ComboBox

Private Sub ComboBox1\_Change()

    dato = ComboBox1.ListIndex

    If dato = 0 Then TextBox7.Text = "35.00"

    If dato = 1 Then TextBox7.Text = "50.00"

    TextBox7.Text = "1,545.25"

End Sub

#### 'Carga de condicionantes del Form

Private Sub UserForm\_Activate()

#### ' Carga de contenidos de cadena de Lista de los ComboBox

    TextBox1.Text = Date

    TextBox299.Text = Date

    TextBox64.Text = Date + 15

    TextBox66.Text = Date + 25

#### 'Contenido de Tabla de datos

    TextBox115.Text = "Zapata corrida de 0.9 x 0.15 m. de concreto premezclado F'c=250 kg/cm2, armada con 4 vars. longitudinales # 4 y transversales # 4 @ 0.15 m. con contratrabe de 0.2 x 1.2 m, armada con 4 vars.# 5, 2 vars.# 3, y estribos # 3 @ 0.15 m. Incluye: excavación a

mano en terreno blando, suministro de materiales, acarreos, cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, plantilla, cimbrado acabado común, colado, vibrado, descimbrado, relleno, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta."

    TextBox116.Text = "Zapata corrida de 0.9 x 0.15 m. de concreto premezclado F'c=250 kg/cm2, armada con 4 vars. longitudinales # 4 y transversales # 4 @ 0.15 m. con contratrabe de 0.2 x 1.2 m, armada con 4 vars.# 5, 2 vars.# 3, y estribos # 3 @ 0.15 m. Incluye: excavación a mano en terreno blando, suministro de materiales, acarreos, cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, plantilla, cimbrado acabado común, colado, vibrado, descimbrado, relleno, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta."

    ListBox3.AddItem "Muro de 14 cm. de espesor, de tabique rojo recocado"

    ComboBox1.AddItem "Zapata corrida de 0.9 x 0.15 m. de concreto premezclado F'c=250 kg/cm2"

    ComboBox1.AddItem "Muro de 14 cm. de espesor, de tabique rojo recocado"

    ComboBox2.AddItem "Zapata corrida de 0.9 x 0.15 m. de concreto premezclado F'c=250 kg/cm2"

    ComboBox2.AddItem "Muro de 14 cm. de espesor, de tabique rojo recocado"

End Sub

## V.4 Procedimiento operativos para la elaboración y tramite de actualización de sobre costo.

Logotipo y eslogan	Clave: Fecha: Supervisor:	Procesos operativos para la elaboración y tramite de actualización de sobre costo
--------------------	---------------------------------	---

<b>1.- Descripción de las actividades</b>		
Nombre de la obra:		
<b>Departamentos participativos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Formularios</b>
Gerencia de Construcción	Aprobación de la obra y presupuesto para la construcción	Presupuesto y volúmenes de Obra
Residencia de obra	<p>Recibe, analiza y revisa el catálogo de conceptos, (concepto por concepto) de todas las partidas y genera nuevamente un catálogo real de actividades, antes de iniciar la ejecución, para determinar las tareas.</p> <p>En esta primera parte después de analizar y generar previamente el presupuesto de obra, se producen los primeros indicadores de sobre costo.</p> <p>Identificar conceptos donde se pueda reducir costos, plasmar un incremento en % estimado en costo para todas las actividades que presente el indicador de sobre costo y obtener un informe que permita visualizar las partidas con mayor incremento de sobre costo para analizar y optar por la solución más favorable (asignar recursos e identificar riesgos).</p>	Volúmenes de Obra
Proyectos	<p>Cambio de proyecto (sí se presenta) que deriva en un sobre costo y reajuste de la programación de obra (crear el calendario del proyecto).</p> <p>Para visualizar nuevos tiempos de ejecución de los trabajos.</p>	Presupuesto y volúmenes de Obra



Formularios de Sobrecosto

Fecha del Contrato: 20/May/21  
Nombre de la Obra: Residencial Vista Alegre Atlixco, Pue.  
Contrato: Res-245 Atlix

Presupuesto de obra | Gestión de Compras | Maquinaria o equipo | Contratación de personal | Volúmenes de Obra | Cambio de conceptos | Riesgos de sobrecosto | Ajustes de programación de obra

Última visita: [ ] No. de Partida: [ ] Turnos: 1 Fecha de Inicio Real Obra: 17/may/21 Fecha terminación programada: 25/Nov/21 No. Días: 192

**Presupuesto Projectado**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Observaciones	
8/Jul/2021	ECT1	Trabe de 0.3x0.9 m. c	M	25.00	\$ 2057.67	\$ 2,660.42	\$ 66,510.48	5 Piezas de 5Mts. C/U

Trabe de 0.3x0.9 m. de concreto premezclado F'c=250 kg/cm2, armado con 6 varillas # 6, 4 varillas # 3, bastones y estribos # 3 a cada 15 cm. (promedio), Incluye: suministro de materiales, acarreo, etc

Código	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Precio	Importe	Fechas programadas		Fechas Reales		Días	Sobrecosto	%	Observaciones
							Pedido	Suministro	Pedido	Suministro				
301-ARE-01	ARENA DE MINA	M3	6.96	\$ 278.43	\$ 360.00	\$ 2505.60	4/jul/21	5/jul/21	4/jul/21	5/jul/21	0			
302-CEM-01	CEMENTO (GRIS) POR	TON	1.25	\$2,629.69	\$ 3,400.00	\$ 4,250.00	3/jul/21	4/jul/21	3/jul/21	3/jul/21	-5			Almacenaje
303-ARF-02	VARILLA R-42 DEL No.	KG	296.45	\$ 21.65	\$ 28.00	\$ 8300.60	3/jun/21	5/jun/21	3/jul/21	10/jul/21	2	\$ 332.02	2%	Demora de 2 días
303-ARF-11	ALAMBRE RECOCIDO	KG	26.32	\$ 20.00	\$ 25.85	\$ 680.37	4/jul/21	5/jul/21	4/jul/21	5/jul/21	0			

Fletes
 Maniobra
 Almacenaje
 Derechos
 Mermas

\$ 300.00

Observaciones

SobreCosto parcial \$ 632.02

Reporte de Sobrecosto por:  Presupuesto de obra  Cronograma semanal

Total de presupuesto Projectado: \$1,650,425.00  
Total de presupuesto Real: \$1,765,369.00  
Sobrecosto Total: \$114,944.00 (7%)

Guardar Cambios | Imprimir

Figura. V.4 (Formulario Gestión de compras). Fuente: Elaboración propia

Ya teniendo la cuantificación real de cantidades de obra y la programación de actividades de obra, se realiza la programación de compra y suministro de materiales, en este formulario se captura las fechas reales de llegada de materiales a la obra, para ir monitoreando los tiempos de suministro y entrega al almacén, se capturan los precios actuales de los materiales respecto al tiempo en que se realiza la compra, para poder ver si se presentan sobrecostos por precios de materiales, por atrasos en suministros de materiales o por cambio de volumen de materiales por falta de cuantificación o no considerados.

Al contar con esta información se puede atender como disminuir lo más posible el sobrecosto, conciliando con los proveedores mejorar el precio del material, cambiar alguna marca de material específica por una de la misma calidad, pero con menor costo y en el caso de suministro por tiempo, evaluar si por cuenta propia se recoge el material para su pronta llegada a obra.



Formularios de Sobrecosto

Fecha del Contrato: 20/May/21  
Nombre de la Obra: Residencial Vista Alegre Atlixco, Pue.  
Contrato: Res-245 Atlix

Presupuesto de obra | Gestión de Compras | Maquinaria o equipo | Contratación de personal | Volúmenes de Obra | Cambio de conceptos | Riesgos de sobrecosto | Ajustes de programación de obra

Última visita: [ ] No. de Partida: [ ] Turnos: 1 Fecha de Inicio Real Obra: 17/may/21 Fecha terminación programada: 25/Nov/21 No. Días: 192

**Presupuesto Projectado**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Observaciones
11/May/2021	10401-051	equipo y herramienta.	M3	43.20	\$ 190.99	\$ 246.94	\$ 10,668.04

Excavación a cielo abierto a máquina en material tipo I-A, de 0.00 a -2.00 m, incluye: carga a camión, mano de obra, equipo y herramienta.

Código	Maquinaria o Equipo	Unidad	Cantidad	CostoH	Importe	Fechas programadas		Fechas Reales		Días	Sobrecosto	%	Observaciones
						Del	Hasta	Solicitado	Presentado				
EQRE4468	RETROEXCAVADORA	HOR	8.00	\$ 768.15	\$ 6,145.20	11/May/21	12/May/21	13/May/21	15/May/21	2	\$ 307.26	1%	Demora de 2 días
EQCAMION	CAMION DE VOLTEO	HOR	7.00	\$ 646.12	\$ 4,522.84	11/May/21	12/May/21	13/May/21	8/May/21	-5			Estacionamiento Vigila

Propia  Renta
 Limpieza  Maniobra  Parqueo  Derechos  Vigilancia

		\$ 250.00		\$ 300.00	

SobreCosto parcial \$ 857.26

Reporte de Sobrecosto por:  Presupuesto de obra  Cronograma semanal

Total de presupuesto Projectado: \$1,650,425.00  
Total de presupuesto Real: \$1,765,369.00  
Sobrecosto Total: \$114,944.00 (7%)

Guardar Cambios Imprimir

Figura V.5 Formulario Gestión de Maquinaria o equipo. Fuente: Elaboración propia

Definidas las actividades en el programa de obra se sabe cuándo se requiere la maquinaria menor y la maquinaria mayor en obra, se toma en cuenta y se prevé la anticipación de la renta, con la fecha específica con los dueños de la maquinaria para que llegue a obra sin contratiempos.

En este formulario se captura las fechas reales de llegada a obra de la maquinaria de acuerdo al inicio de las actividades donde se requiera, tomando en cuenta desde la planeación algún percance que se pueda presentar con holguras de un día.

Se capturan los precios de la maquinaria conciliada, ya que varía el precio dependiendo de los tiempos que se necesite la renta (por hora, por día o por mes), y se captura algún incremento de tiempo de renta o tipo de maquinaria que se necesite, no considerada previamente.

<b>V.5.3 Contratación de personal de servicios</b>		
Nombre de la obra:		
<b>Departamentos participativos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Formularios</b>
Residencia de obra  Recursos Humanos  Contratos  Operador de sistema	<p>Seguimiento que permita detectar posibles incidencias, que produzcan retrasos.</p> <p><b>Contratación de servicios</b>, la mala gestión de contratación de servicios afecta directamente a retrasos en la fase de ejecución de un proyecto</p> <p><b>¿La contratación de servicios cumple las necesidades del personal necesario?</b></p> <p><b>Sí</b>, Pasa a la actividad No. 23, realización de reportes de asistencia del personal en nomina</p> <p><b>No</b>, continua en la actividad No. 6</p> <p>Contratación de personal de servicios, Formulario SC1.3</p>	<p>Contratación de personal de servicios</p> <p>Formulario SC1.3</p> <p><b>Contratación de personal de servicios</b></p> <p>(identificado por los campos de faltantes de asistencia en personal)</p>

Formularios de Sobrecosto

Fecha del Contrato: 20/May/21  
 Nombre de la Obra: Residencial Vista Alegre Atlixco, Pue.  
 Contrato: Res-245 Atlix

Presupuesto de obra | Gestión de Compras | Maquinaria o equipo | Contratación de personal | Volúmenes de Obra | Cambio de conceptos | Riesgos de sobrecosto | Ajustes de programación de obra

Última visita: 01/09/2021 No. de Partida: No. Turnos: 1 Fecha de Inicio Real Obra: 17/may/21 Terminación programada: 25/Nov/21 No. Días: 192 No. Semanas: 28

**Presupuesto Projectado**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Observaciones
15/Jun/2021	10601-002 Muro de 14 cm. de esp	M2	144.00	\$ 448.94	\$ 580.45	\$ 83,584.38	

**Personal contratado**

Contratado el	Trabajador	ClaveT	Código Puesto	No Semana	Período	L	M	J	V	S	D	No Días	Hr Extras	Monto Extra	Salario semanal	Observaciones
14/Jun/2021	JOSE MARTIN	P003	MO011	PEON	2	14/Jun/21	20/Jun/21					6			\$ 900.00	
14/Jun/2021	JOSE MARTINEZ	P003	MO011	PEON	2	14/Jun/21	20/Jun/21					6			\$ 900.00	
17/May/2021	RAUL GONZALEZ	OA02	MO041	OFICIAL ALI	5	14/Jun/21	20/Jun/21					7		\$ 450.00	\$ 1,500.00	
17/May/2021	MARIO LOPEZ R.	CO001	MO082	CABO DE OF	5	14/Jun/21	20/Jun/21					6	4	\$ 500.00	\$ 1,800.00	
17/May/2021	ROGELIO HUERT.	P005	MO011	AYUDANTE	3	14/Jun/21	20/Jun/21					7		\$ 500.00	\$ 800.00	Velador

SobreCosto parcial: \$ 1,450.00

Reporte de Sobrecosto por:  Presupuesto de obra  Cronograma semanal

Total de presupuesto Projectado: \$1,650,425.00  
 Total de presupuesto Real: \$1,765,369.00  
 Sobrecosto Total: \$114,944.00 (7%)

Guardar Cambios | Imprimir

Figura V.6 Formulario Contratación de personal de servicios. Fuente: Elaboración propia

En el formulario de personal de servicios se toma en cuenta asistencias diarias, horas extras trabajadas, faltas y permisos de la fuerza de trabajo, para considerar el pago de nóminas y cuidar que no se tenga algún trabajador que no asista a laborar pero que, si recibe pago, si se presentan inasistencias del personal se descuenta de acuerdo a los tiempos o faltas que acumulen.

Con base al programa de mano de obra se visualiza cada cuanto y que tipo de mano de obra se necesita para las actividades que se van ir realizando conforme avanza el proyecto, esto ayuda a que no se pague mano de obra especializada cuando no se necesita, lo que genera sobrecosto, o en su caso no tener en el tiempo específico la mano de obra requerida.

En el formulario al seleccionar la actividad, se visualiza que mano de obra se requiere y las fechas de cuando se necesita tener ese personal en obra.



<b>V.5.4. Análisis de Volúmenes de Obra</b>		
Nombre de la obra:		
<b>Departamentos participativos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Formularios</b>
Residencia de obra	Seguimiento que permita detectar posibles incidencias, que produzcan retrasos.	Análisis de Volúmenes de Obra
Supervisión de obra	<b>Análisis de Volúmenes de Obra</b> analiza y revisa el catálogo de todos los conceptos y partidas, <u>generando un catálogo real</u> de actividades, antes de iniciar la ejecución, para determinar las tareas, generando los primeros indicadores de <b>aumento</b> de sobre costo, con la notificación al departamento de contratos, o cambios inesperados en el proyecto por la decisión del dueño de la construcción.	
Contratos	Cuanto más segmentada esté la información de un proyecto y más elementos se monitorean sobre la situación real de la obra, la gerencia tiene condiciones de tomar mejores decisiones en función de los intereses reales de obra.	
Operador de sistema	<b>¿Los Volúmenes de Obra cumplen con volúmenes proyectados?</b> <b>Sí</b> , Pasa a la actividad No. 12, realización de estimación <b>No</b> , continua en la actividad No. 8 Análisis de Volúmenes de Obra, Formulario SC1.4	Formulario SC1.4 <b>Análisis de Volúmenes de Obra</b> (identificado por <b>aumento</b> en los campos comparativos de cantidades y/o conceptos de presupuesto real en obra)

Formularios de Sobrecosto

Fecha del Contrato: 20/May/21    Nombre de la Obra: Residencial Vista Alegre Atlixco, Pue.    Contrato: Res-245 Atlix

Presupuesto de obra | Gestión de Compras | Maquinaria o equipo | Contratación de personal | Volúmenes de Obra | Cambio de conceptos | Riesgos de sobrecosto | Ajustes de programación de obra

Última visita:    No. de Partida:    Turnos: 1    Fecha de Inicio Real Obra: 17/may/21    Fecha terminación programada: 25/Nov/21    No. Días: 192

Presupuesto Projectado	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Observaciones
15/Jun/2021	10601-002	Muro de 14 cm. de esp.	M2	144.00	\$ 448.94	\$ 580.45	\$ 83,584.38	
Muro de 14 cm. de espesor, de tabique rojo recocido, asentado con mezcla cemento arena 1:5 acabado común, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.								
Presupuesto Real	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Observaciones
A-04	15/Jun/2021	10601-002	Muro de 14 cm. de esp.	M2	144.00	\$ 448.94	\$ 580.45	\$ 83,584.38
				7.50			\$ 4,353.38	Ajuste Sol. Cliente
				5.00			\$ 2,902.25	Ajuste de proyecto
				-2			\$ - 1,160.90	Ajuste de proyecto

Supervisado     Autorizado     Reportado    SobreCosto parcial: \$ 6,094.73

Estimación en proceso     Estimación Realizada

Reporte de Sobrecosto por:  Presupuesto de obra     Cronograma semanal

Total de presupuesto Projectado: \$1,650,425.00    Total de presupuesto Real: \$1,765,369.00    Sobrecosto Total: \$114,944.00    7%

Figura V.7 Formulario Análisis de Volúmenes de Obra. Fuente: Elaboración propia

Este formulario de volúmenes de obra se le asigna al residente de obra para que capture las cantidades de obra reales, verificadas y detalladas concepto por concepto, se actualiza para ser comparado con las cantidades de obra contratadas y autorizadas para la ejecución.

En este, se visualiza inmediatamente, si las cantidades de obra del catálogo de obra de contrato, son las mismas o pueden ser mayores o menores.

En caso de ser iguales, el formulario no presentará ningún indicador y se realizará la actividad sin cambios, de ser menor el volumen a ejecutar que el contratado, se tendrá una utilidad.

De ser mayor el volumen real de obra calculado, en comparación con el de catalogo contratado, el formulario presenta el indicador de sobrecosto antes de iniciar la actividad, al visualizar esta información el líder del proyecto puede planear como disminuir el impacto del sobrecosto a la mínima cantidad.

<b>V.5.5 Análisis de Reducción en conceptos de obra</b>		
Nombre de la obra:		
<b>Departamentos participativos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Formularios</b>
Residencia de obra	Seguimiento que permita detectar posibles incidencias, que produzcan retrasos.	Análisis de Reducción en conceptos de obra
Supervisión de obra	<b>Análisis de Reducción en conceptos de obra</b>	
Contratos	Identificar conceptos que se puedan <b>reducir</b> del catálogo original proyectado, generador de utilidad parcial, para ser compensado con sobrecosto en el importe del presupuesto general, notificación a departamentos involucrados	Formulario SC1.4
Operador de sistema	<b>¿Los Volúmenes de Obra son iguales o menores a volúmenes proyectados?</b> <b>Sí</b> , Pasa a la actividad No. 12, realización de estimación e informe aclaratorio interno <b>No</b> , continua en la actividad No. 8 Análisis de Volúmenes de Obra, Formulario SC1.4	<b>Análisis de Reducción en conceptos de obra</b>  (identificado por los campos comparativos de cantidades y/o conceptos de presupuesto real en obra)

Formularios de Sobrecosto

Fecha del Contrato: 20/May/21      Nombre de la Obra: Residencial Vista Alegre Atlixco, Pue.      Contrato: Res-245 Atlix

Presupuesto de obra | Gestión de Compras | Maquinaria o equipo | Contratación de personal | Volúmenes de Obra | Cambio de conceptos | Riesgos de sobrecosto | Ajustes de programación de obra

Ultima visita:      No. de Partida:      Turnos: 1      Fecha de Inicio Real Obra: 17/may/21      Fecha terminación programada: 25/Nov/21      No. Días: 192

Concepto Proyectoado Ajustar									
	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Observaciones	
8/Jul/2021	ECT1	Trabe de 0.3x0.9 m. c	M	-9.00	\$ 2057.67	\$ 2,660.42	\$ 23,943.78	Trabe de 0.3x0.9 m. de concreto premezclado F'c=250 kg/cm2, armado con 6 varillas # 6, 4 varillas # 3, bastones y estribos # 3 a cada 15 cm. (promedio), Incluye: suministro de materiales, acarrees, ele	

Concepto agregado									
	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Observaciones	
8/Jul/2021	10502-122	8"x5 1/4" de 31.3 kg/m,	M	9.00	\$ 3,293.66	\$ 4,258.46	\$ 38,326.18	Trabe metálica a base de viga IPR 8"x5 1/4" de 31.3 kg/m, con 2 placas de conexión de, 0.134 x 0.21 m. de 1/2" (12.7 mm) de espesor, recubierta con anticorrosivo, incluye: suministro de materiales, a	

Supervisado   
 Autorizado   
 Reportado

SobreCosto parcial: \$ 14,382.40

Reporte de Sobrecosto por:  Presupuesto de obra     Cronograma semanal

Total de presupuesto Proyectoado: \$1,650,425.00   
Total de presupuesto Real: \$1,765,369.00   
Sobrecosto Total: \$114,944.00   
7%

Figura V.8 Formulario Análisis de Reducción en conceptos de obra. Fuente: Elaboración propia

Analizados los conceptos del presupuesto de obra, se verifica si se presenta alguna actividad que se pueda reducir, después de hacer la actualización de los volúmenes reales, si no se presenta alguna actividad que pueda omitir, el formulario no presenta cambios y se continua con lo programado y contratado.

En caso de presentarse reducción de conceptos será utilidad parcial y ayudara para que el líder del proyecto decida como acumulara estos ahorros para amortizar los sobrecostos que se presentan en las otras actividades, para reducirlos.

Este formulario está vinculado al formulario de volúmenes de obra y al formulario de gestión de compras, ya que, al cambiar cantidades de obra, cambia la cantidad de material que se necesita para realizar la actividad.

<b>V.5.6 Identificación de riesgos de sobrecosto</b>		
Nombre de la obra:		
<b>Departamentos participativos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Formularios</b>
Residencia de obra	Seguimiento que permita detectar posibles incidencias, que produzcan retrasos.	Identificación de riesgos de sobrecosto
Supervisión de obra	<p><b>Identificación de riesgos de sobrecosto</b></p> <p>Una metodología sistemática de administración de riesgos es el manejar un tope en % del total presupuestado recalculado antes de realizar la obra contra el presupuesto proyecto, para todas las actividades en base a la experiencia del giro específico que presente el indicador de <b>sobrecosto crítico</b>, que permita visualizar las partidas con mayor incremento <math>\pm</math> de sobrecosto para analizar y optar por la solución más favorable, para solicitar asignación de recursos, modificación de Contrato, cuidado de seguros y/o fianzas e identificar riesgos.</p> <p><b>¿El presupuestado de proyecto se encuentra en los límites del sobrecosto crítico?</b></p> <p><b>Sí</b>, Pasa a la actividad No. 12, realización de estimación</p> <p><b>No</b>, continua en la actividad No. 8</p>	Formulario SC1.6
Contratos		<b>Identificación de riesgos de sobrecosto</b>
Operador de sistema		(identificado por los campos comparativos del importe total del presupuesto recalculado real en obra contra presupuesto proyectado en porcentaje)
	Identificación de riesgos de sobrecosto, Formulario SC1.6	

Formularios de Sobrecosto

Fecha del Contrato: 20/May/21      Nombre de la Obra: Residencial Vista Alegre Atlixco, Pue.      Contrato: Res-245 Atlix

Presupuesto de obra | Gestión de Compras | Maquinaria o equipo | Contratación de personal | Volúmenes de Obra | Cambio de conceptos | Riesgos de sobrecosto | Ajustes de programación de obra

Ultima visita:      No. de Partida:      Turnos: 1      Fecha de Inicio Real Obra: 17/may/21      terminación programada: 25/Nov/21      No. Días: 192      No. Semanas: 28

Semana 2	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Días
	10601-002	Zapata corrida de 0.9	M	60.00	\$ 2,545.00	\$ 3,290.50	\$ 197,430.11	14.00
<b>Materiales</b>								
	303-ARF-020	VARILLA R-42 DEL No.			KG	21.65	28.00	272.32
							\$ 7,624.96	
<b>Personal</b>								
	MO041	OFICIAL ALBAÑIL			JOR	1,500.00	2.00	\$ 3,000.00
<b>Maq. y Eq.</b>								
	EQVIBRA	VIBRADOR PARA CON			HOR	106.96	4.35	\$ 465.27

Importe parcial de concepto Semana 2: \$ 70,510.71

Importe del Total de conceptos por Semana 2: \$ 85,714.28

Sobrecosto parcial por concepto: \$ 5,714.28

Ajuste Sobrecosto por concepto:      Observaciones:

Observaciones:

Generales

Porcentaje Tope de ajuste máximo: 10 %

Porcentaje Tope de ajuste mínimo: -10 %

Indirectos: 12 %

Financiamiento: 4 %

Utilidad: 11 %

Reporte de Sobrecosto por:  Presupuesto de obra     Cronograma semanal

Guardar Cambios

Total de presupuesto Projectado: \$1,650,425.00      Total de presupuesto Real: \$1,765,369.00      Sobrecosto Total: \$114,944.00      7%

Imprimir

Figura V.9 Formulario Identificación de riesgos de sobrecosto. Fuente: Elaboración propia

Este formulario ayuda a visualizar y saber la cantidad de materiales que se requiere para cada actividad de la obra, y prever tiempos de suministros, en caso de checar que no llegara a tiempo el material, se toma la decisión de ir por cuenta propia por el insumo o aplazar la actividad hasta contar con el material necesario.

Mismo caso para el personal necesario, al seleccionar alguna actividad en este formulario se visualiza la cantidad de material y el tipo de mano de obra que es necesaria para realizar los trabajos e identificar la necesidad o no de personal especializado para contar en obra en la fecha requerida.

La maquinaria es de vital importancia para la fecha programada, de no contar en obra cuando se requiere, genera atrasos muy significativos lo cual incrementa sobrecosto de tal impacto que es necesario conseguir en la zona, maquinaria rentada para disminuir el sobrecosto.

<b>V.5.7 Ajustes de programación de obra</b>		
Nombre de la obra:		
<b>Departamentos participativos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Formularios</b>
Residencia de obra	Seguimiento que permita detectar posibles incidencias, que produzcan retrasos.	Ajustes de programación de obra
Supervisión de obra	<b>Ajustes de programación de obra</b>	
Contratos	Causando días no laborales por usos y costumbres del personal de la zona de la obra, generando un sobre costo si no se prevén ciertos días que pudieran afectar la asistencia de la mano de obra, o por el clima en zonas extremos.	Formulario SC1.7
Operador de sistema	<p><b>¿Se ajustan los días laborables con lo proyectado en programación de obra?</b></p> <p><b>Sí</b>, Pasa a la actividad No. 12, realización de estimación</p> <p><b>No</b>, continua en la actividad No. 9 Ajustes de programación de obra, Formulario SC1.7</p>	<p><b>Ajustes de programación de obra</b> (identificado por los campos comparativos de los días laborables reales contra días de programación de obra proyectado)</p>

Formularios de Sobrecosto

Fecha del Contrato: 20/May/21      Nombre de la Obra: Residencial Vista Alegre Atlixco, Pue.      Contrato: Res-245 Atlix

Presupuesto de obra | Gestión de Compras | Maquinaria o equipo | Contratación de personal | Volúmenes de Obra | Cambio de conceptos | Riesgos de sobrecosto | **Ajustes de programación de obra**

Ultima visita:      No. de Partida:      Turnos: 1      Fecha de Inicio Real Obra: 17/may/21      terminación programada: 25/Nov/21      No. Días: 192      No. Semanas: 28

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	PrecioU	Importe	Días
Semana 2	10601-002 Zapata corrida de 0.9	M	60.00	\$ 2,545.00	\$ 3,290.50	\$ 197,430.11	14.00

Código	Descripción	L	MA	M	J	V	S	D	Unidad	Cantidad	Importe Semana2	Observaciones	L	MA	M	J	V	S	D	Cantidad	Importe Semana3	Observaciones
303-ARF-020	VARILLA R-42 DEL No								KG	272.32	\$ 7,624.96								102.00	\$ 2,785.50		
MO041	OFICIAL ALBAÑIL								JOR	2.00	\$ 3,000.00								4.00	\$ 5,801.56		
EQVIBRA	VIBADOR PARA CON								HOR	4.35	\$ 465.27								1.80	\$ 1,620.00		

Importe parcial de concepto Semana 2: \$ 70,510.71      Importe parcial de concepto Semana 3: \$ 56,325.74

Importe del Total de conceptos por Semana 2: \$ 85,714.28      Importe del Total de conceptos por Semana 3: \$ 78,674.23

Sobrecosto parcial por concepto	Observaciones	Sobrecosto parcial por concepto	Observaciones
\$ 5,714.28		\$ 2,900.78	
Ajuste Sobrecosto por concepto		Ajuste Sobrecosto por concepto	

Observaciones:

Reporte de Sobrecosto por:  Presupuesto de obra     Cronograma semanal   

Total de presupuesto Projectado: \$1,650,425.00      Total de presupuesto Real: \$1,765,369.00      Sobrecosto Total: \$114,944.00      7%   

Figura V.10 Formulario Ajustes de programación de obra. Fuente: Elaboración propia

Al realizar una reprogramación, se debe proyectar el tiempo real de ejecución para saber hasta cuánto tiempo se puede reducir la duración de los trabajos, es necesario contar con la correcta mano de obra para cada actividad, tener en obra el material, maquinaria menor y mayor, para no incurrir en tiempos muertos que generan sobrecosto.

Al conocer bien el proyecto, los conceptos y los tiempos de ejecución, se tiene la información necesaria para adelantar rentas de maquinarias si se requiere, por adelanto de actividades, tener el material requerido, antes de lo programado y la mano de obra necesaria para los trabajos.

Este formulario indica, si se tiene lo necesario en tiempo o se tenga que reprogramar los tiempos de las actividades para visualizar, lo que se necesita para cada concepto del presupuesto.



## V.6 Operatividad general del sistema

El proceso de desarrollo o ciclo de vida de un software se integra con una serie de etapas secuenciales de planificación, análisis, diseño, implementación, pruebas, instalación, uso y mantenimiento con el fin de cumplir un objetivo.

La propuesta de operatividad de manera simplificada del sistema de información de indicadores de sobre costo en obra de construcción, realizado en hoja de cálculo de manera local, se presenta un resumen del proceso operativo del sistema, en etapa de diseño, dentro del desarrollo:

- Realizado el **presupuesto de obra** en algún sistema de precios unitarios autorizado, se copian las tablas de información seleccionando la celda totalizadora de cada tabla, se **pegan a hoja de cálculo**, en el único archivo que contiene todo el sistema de información de indicadores de sobre costo de obra de construcción.
- Residente la información del sistema en hoja de cálculo, se **vincula a formularios** con una rutina de macros con Visual Basic Aplicaciones, para la consulta y captura de ajuste generador del presupuesto real en obra, sin la necesidad de comunicación de internet, ya que es un archivo local de hoja de cálculo.
- Al **guardar cada formulario** modificado con la información actualizada, se almacenan los registros en tabla de datos en la misma hoja de cálculo, ya que es un sistema independiente y que puede ser compartido al existir comunicación de internet.
- La alternativa de **imprimir desde formularios** proyecta la vista preliminar de la tabla de datos en hoja de cálculo residente, dando la alternativa para poder imprimir normal desde el menú de Archivo, imprimir con su vista de opciones de configuración para generar los reportes condicionados con logotipo y datos generales en los encabezados y/o pie de página de manera personalizados.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Código	ECT1		Unidad	M		Cantidad	25
2	Costo	\$ 2,057.67		Precio	\$ 2,660.42		Importe	\$ 66,510.48
3	Trabe de 0.3x0.9 m. de concreto premezclado F'c=250 kg/cm2, armado con 6 varillas # 6, 4 varillas # 3, bastones y estribos # 3 a cada 15 cm. (promedio), Incluye: suministro de materiales, acarreos, elevaciones, cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, cimbrado acabado aparente, colado, vibrado, descimbrado, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.							
4								
5	<b>Reglón</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Importe</b>	<b>Sobrecosto</b>
6	1	303-ARF-020	VARILLA R-4	KG	14	11.858	166.01	332.02
7	2	303-ARF-050	VARILLA R-4	KG	14	15.848	221.87	1300.25
8	3	303-ARF-110	ALAMBRE RE	KG	18	0.975	17.55	
9	4	305-M3A-050	TRIPLAY DE P	PZA	530	0.189	100.17	
10	5	305-M3A-040	CHAFLAN DE	PZA	17	0.455	7.74	
11	6	305-CLA-120	CLAVOS PAR	KG	32	0.007	0.22	
12	7	305-M3A-010	DUELA DE PII	PZA	35	0.469	16.42	
13	8	305-M3A-020	BARROTE DE	PZA	58	0.594	34.45	
14	9	305-M3A-030	POLIN DE PII	PZA	106	0.375	39.75	
15	10	305-CLA-130	CLAVOS PAR	KG	24	0.242	5.81	
16	11	305-CLA-140	CLAVOS PAR	KG	24	0.117	2.81	
17	12	307-CON-050	REVENIMIEN	M3	140	0.278	38.92	
18	13	307-CON-040	BOMBEO DE	M3	190	0.278	52.82	
19	14	358-AGU-010	AGUA DE TOI	M3	28.61	0.028	0.8	
20	15	359-CMB-010	DIESEL	LT	16.64	0.63	10.48	
21	16	1F1A	CUADRILLA M	JOR	1473.35	0.145	213.64	290.45
22	17	1C1A	CUADRILLA M	JOR	1506.65	0.257	387.21	795.63
23	18	1ASP	CUADRILLA M	JOR	3784.28	0.031	117.31	-254.36
24	19	2A	CUADRILLA M	JOR	1213.74	0.014	16.99	678.26
25	20	%MO1	HERRAMIEN	%	735.15	0.03	22.05	
26	21	%MO2	ANDAMIOS	%	735.15	0.03	22.05	
27	22	EQMAL	MALACATE E	HOR	106.4	0.115	12.24	
28	23	EQVIBRA	VIBRADOR P	HOR	106.96	0.046	4.92	
29	24	307-CON-010	CONCRETO P	M3	1962	0.278	545.44	300.00
30							\$ 2,057.67	\$ 3,442.25
31								

Figura V.11 Impresión de formularios. Fuente: Elaboración propia

Teniendo la información relacionada con el cronograma de actividades semanales, para el control presupuestal, comparada con el presupuesto ajustado y el sobrecosto que se puede reflejar de manera gráfica, a nivel gerencial para el apoyo de propuestas de toma de decisiones.

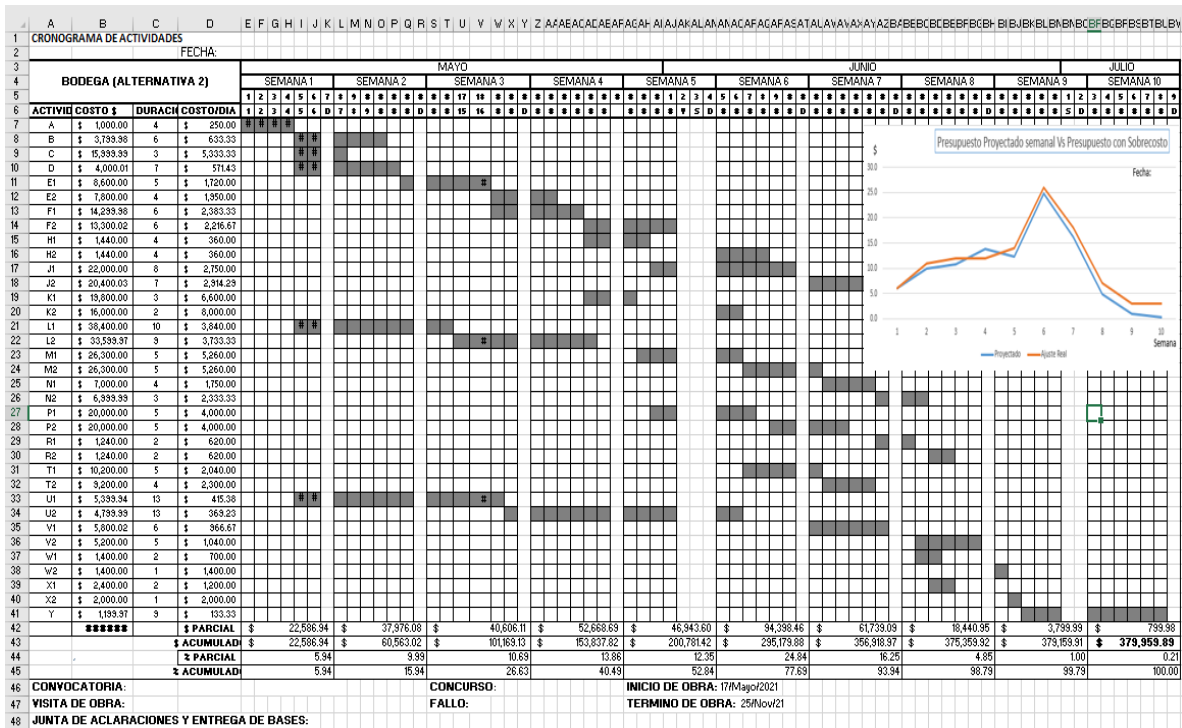


Figura V.12 Representación gráfica. Fuente: Elaboración propia

## V.7 Propuesta de toma de decisiones

Buscando una alternativa para sistematizar las propuestas de toma de decisiones, y dejar las experiencias en la empresa, así como el seguimiento e identificación de asertividad que se debe de controlar, almacenando las experiencias del proceder de manera gerencial, para ser aprovechadas en futuras capacitaciones del personal novato, tanto de mandos intermedios como del gerencial, y para ser aplicadas en procesos de otras obras de construcción.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
2											
3		<b>Formulario de propuestas para la toma de decisiones en base a un sistema de análisis de información</b>									
4		<b>Realizo:</b>	Residente de obra					05/09/2021			
5		<input checked="" type="radio"/> Uso Interno	<input type="radio"/> Aplicación Externa	<input type="radio"/> Uso Mixto							
6		<b>propuesta para el departamento de:</b>	CONSTRUCCION								
7		<b>Departamentos involucrados:</b>	VENTAS	ADMINISTRATIVO	COMPRAS						
8											
9		<b>Propuesta No.</b>	<b>2</b>								
10		<b>Objetivo: (Verbo en infinitivo)</b>	Contratar personal para un segundo turno								
11		¿A Quién?	personal de construcción								
12		¿Para qué?	para un segundo turno de producción								
13											
14		¿Cómo se va a lograr?	Recuperar el avance de obra y terminar en fecha programada, con un segundo turno de construcción de 18:00 a 2:00 a.m.								
15										Captura	
16		<b>Justificación:</b>	El tiempo invertido en las ampliaciones de proyecto solicitado por el cliente								
17			36.00%	de cambios del proyecto original contratado							Guardar
18											

Figura V.13 Formulario de toma de decisiones. Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

La recopilación de experiencias adquiridas en los años de trabajo en diferentes ramas de la ingeniería, se representa en los formularios y en el tema de toma de decisiones, de cualquier administrador de obra, líder de proyecto, superintendente de obra, gerente de construcción etc., tiene que afrontar en sitio.

Los sobrecostos siempre se presentan en las obras de construcción de cualquier tipo. Aunque se cuente con una excelente programación, una buena dirección del proyecto, la planeación sea la adecuada, las compras se realicen en tiempo, la cuantificación sea “exacta”, hay causas que no se pueden controlar o evitar sobre costos en la obra, como es el clima, las costumbres de los trabajadores del lugar, imprevistos en suministros de materiales, las lluvias, cambios de proyecto a petición del cliente, por mencionar algunos.

Siempre que se está al frente de un proyecto es muy demandante en tiempo y actividades, las cuales se deben delegar, apoyarse en el equipo de trabajo y en los formularios digitales que colaboren en centralizar la información estructurada como apoyo en la toma de decisiones.

Utilizando los formularios digitales para el control de obras se pueden tener indicadores de sobre costo cuando se presentan, ya que ayudan a tener presente donde se están generando, y dan la oportunidad de tomar acciones para reducirlos al mínimo, y ver en qué actividades se pueden reducir tiempos de ejecución para compensar los sobre costos.

Si bien los sobrecostos no se pueden eliminar de las obras de construcción por muchos factores ajenos al constructor, utilizando estas herramientas si se pueden prevenir algunos y reducir al máximo los que se presenten durante la ejecución de los trabajos, siempre será importante que la información contenida en los

formularios se esté actualizando diariamente por el equipo de trabajo, para que el líder del proyecto cuente con la información necesaria para que realice la toma de decisiones de la mejor manera, el éxito de la implementación de los formularios se reflejara en cada indicador que se presente, ya que se irán registrando y no solo quedara como un dato más, se irán guardando las experiencias con sus tomas de decisiones acertadas o equivocadas a nivel empresarial, para generar antecedentes en las generaciones posteriores de personal.

Se pretende continuar con la implementación de varios tipos de formularios después de esta presentación, para poder contar con ellos en las diferentes obras que se participe, y programar cada formulario con la ayuda de expertos en el tema para hacer una plataforma donde se encuentren agrupados y se pueda tener fácil acceso a ellos cuando se requieran, tantos, como proyectos activos se tengan.

## RECOMENDACIONES

Principalmente se encomienda a los colegas ingenieros, arquitectos que recién empiezan la etapa laboral y profesional que tengan la oportunidad de estar al frente de algún proyecto, tomen en cuenta, que actualmente se cuentan con infinidad de sistemas costosos ERP y metodologías económicas que ayudan a tener el control del proyecto óptimamente, y que la mayoría de empresas no cuentan con los recursos para implementar, capacitar o contratar alguna licencia o software para realizar las actividades.

Si bien se habla de empresas establecidas, también es cierto que muchos de los profesionales, se encuentran en la etapa de emprendimiento, por lo que no se cuenta con los recursos monetarios para invertir en tecnología, pero si se cuentan con los conocimientos en algún lenguaje de programación residente en aplicaciones computacionales como Apps, en este caso, es posible realizar algunos desarrollos propios con formularios para automatizar y centralizar, la planeación, proceso, control de sobre costos y apoyo en la toma de decisiones.

El propósito es impulsar a que uno mismo realice las herramientas apropiadas para cada etapa en la que uno se encuentre, con la mirada de ir mejorando, actualizando y almacenando en las herramientas computacionales, con cada experiencia que se vaya adquiriendo, compartir conocimientos con el equipo y retroalimentarse de sus conocimientos.

Cambiar la mentalidad de “yo lo hice es mío” y tener la convicción de que el conocimiento se debe transmitir y compartir para ser mejores profesionistas.

## **Bibliografía**

(Barrantes, H. S. (1998). *Introducción a la Teoría de Números*. EUNED.

*Besser Lean Construction Monterrey*. (23 de Agosto de 2019). Obtenido de <https://besserlean.mx/>

Cabrera, A. J. (27 de Abril de 2016). *Tutoriales de Ingeniería Civil*. Obtenido de [ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/cronogramas-de-barras-vs-diagramas-de-redes-en-la-gestion-de-proyectos/](http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/cronogramas-de-barras-vs-diagramas-de-redes-en-la-gestion-de-proyectos/)

Definicion.de. (2008). Obtenido de Definición de Formulario: <https://definicion.de/formulario/>

*Poma Valdivia Marco Antonio, Poma Valdivia Rodolfo Antonio, Guía para la elaboración de líneas base*. (13 de Junio de 2016), Lima, Perú. Obtenido de [glineasbase.wordpress.com/category/tiempo/](http://glineasbase.wordpress.com/category/tiempo/)

Raffino, M. (Última Edición Febrero 2020). "Base de datos". En M. E. Raffino, *"Base de datos"*. Argentina.

Ricardo, C. M. (2004). *Bases de Datos*. Cd. de Mexico: Mc Graw Hill. Obtenido de [gestionbasesdatos.readthedocs.io/es/latest/Tema1/Teoria.html](http://gestionbasesdatos.readthedocs.io/es/latest/Tema1/Teoria.html)

*Rock Content*. (2013-2020). Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-un-lenguaje-de-programacion/>

Torres, L. M. (14 de 04 de 2013). *Blogs EOI*. Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/madeon/2013/04/14/metodo-de-ruta-critica-cpm-critical-path-method/>



## Referencias

- Barzanallana, Rafael. (Diciembre 2019). Formularios en HTML. Diciembre 2019, de Rafael Barzanallana Sitio web: <https://www.um.es/docencia/barzana/DAWEB/2017-18/daweb-tema-7-formularios-en-html.html>
- CLAVE INFORMÁTICA S.L.U. ( Mar 16, 2018). ¿Qué es un ERP? ¿Para qué sirve y qué beneficios aporta?. 25 de noviembre 2020, de CLAVE INFORMÁTICA S.L.U. Sitio web: <https://www.clavei.es/blog/erp-que-es/>
- DataScope. (2016). Obtenido de Conoce los diferentes métodos de recopilación de datos: <https://www.mydatascope.com/blog/es/2018/03/29/conoce-los-diferentes-metodos-de-recopilacion-de-datos/>
- ECOSOFT S. de R. L de C. V. (2021). OPUS 21. 2021, de ECOSOFT S. de R. L de C. V. Sitio web: <http://www.ecosoft.com.mx/>
- Espinoza Torres, Luz Mariela. (14 de abril de 2013). Metodo de Ruta Critica. 14 de abril de 2013, de Tecnológico de Monterrey Sitio web: [http://www.cca.org.mx/ps/profesores/cursos/dahdeca/html/m4/acts\\_eva/ruta.pdf](http://www.cca.org.mx/ps/profesores/cursos/dahdeca/html/m4/acts_eva/ruta.pdf)
- Microsoft. (2007). Conceptos básicos del diseño de una base de datos. 2019, de Microsoft Sitio web: <https://support.microsoft.com/es-es/office/conceptos-b%C3%A1sicos-del-dise%C3%B1o-de-una-base-de-datos-eb2159cf-1e30-401a-8084-bd4f9c9ca1f5?ui=es-es&rs=es-es&ad=es>
- NEODATA, S.A. DE C.V. (02/06/2021). ERP NEODATA. 02/06/2021, de NEODATA, S.A. DE C.V. Sitio web: <https://neodata.mx/erp-construccion>
- Saiz Fernandez Jorge. (25 de febrero de 2019). Coste, tiempo y calidad. Los criterios de éxito de tu proyecto. 25 de febrero de 2019, de Jorge Saiz Sitio web: <https://jorges aiz.com/blog/coste-tiempo-y-calidad/>

Wikipedia. (2005). *Visual Basic*. 27 abril 2021, de Fundación Wikimedia, Inc., Sitio web: [https://es.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Basic](https://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic)

Wordpress. (25 junio, 2015). *ARQUITECTURA DE BASE DE DATOS (ARQUITECTURA DE TRES NIVELES)*. 25 junio, 2015, de Wordpress Sitio web: <https://basesdedatos2.wordpress.com/2015/06/25/arquitectura-de-base-de-datos-arquitectura-de-tres-niveles/>

## Anexos

### LISTA DE FIGURAS

Figura I.1 Representación coste, tiempo y calidad.

Figura I.2 Área de resultados aceptables.

Figura I.3 Seguimiento de tiempo, coste y calidad

Figura I.4 Aplicación de acciones correctivas.

Figura I.5 Representación gráfica de un diagrama de barras.

Figura I.6 Esquematización de una curva “s”.

Figura I.7 Diagrama de actividades con redes.

Figura I.8 Red Pert.

Figura I.9 Diagrama Last Planner System.

Figura II.1 Sistema de base de datos.

Figura II.2 Base de datos a tres niveles.

Figura IV.1 Etapas de procesos de planeación.

Figura IV.2 Ejemplo de Diagrama de Ruta Critica

Figura IV.3 Grafica de curva “S” con variación de tiempo - costo

Figura IV.4 Ejemplo de tiempo de ejecución

Figura V.1 Etapas de proceso operativo de Presupuesto de obra.

Figura V.2 Diagrama de flujo de etapas de proceso operativo de presupuesto de obra.

Figura V.3 Formulario Presupuesto de obra.

Figura V.4 Formulario Gestión de compras.

Figura V.5 Formulario Gestión de Maquinaria o equipo.

Figura V.6 Formulario Contratación de personal de servicios

Figura V.7 Formulario Análisis de Volúmenes de Obra.

Figura V.8 Formulario Análisis de Reducción en conceptos de obra.

Figura V.9 Formulario Identificación de riesgos de sobrecosto.

Figura V.10 Formulario Ajustes de programación de obra.

Figura V.11 Impresión de formularios.

Figura V.12 Representación gráfica.

Figura V.13 Formulario de toma de decisiones.

**LISTA DE TABLAS**

Tabla. IV.1 (Partidas del presupuesto)