

# METODOLOGÍA DE CONTROL DE COSTOS DE PRESUPUESTO EN CONSTRUCCIONES VERTICALES

## AUTOR

Jeniffer Jaller Vanegas  
Ingeniera Civil  
[u1301102@unimilitar.edu.co](mailto:u1301102@unimilitar.edu.co)

## TUTOR

Ing. Freddy León



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS

2016

# METODOLOGÍA DE CONTROL DE COSTOS DE PRESUPUESTO EN CONSTRUCCIONES VERTICALES

## METHODOLOGY COST CONTROL BUDGET IN BUILDINGS VERTICAL

Jeniffer Jaller Vanegas  
Ingeniera Civil  
Estudiante de especialización en gerencia integral de proyectos  
Universidad Militar Nueva Granada.  
Bogotá, Colombia  
[u1301102@unimilitar.edu.co](mailto:u1301102@unimilitar.edu.co)

### RESUMEN

El presente artículo muestra los parámetros que se deben tener en cuenta para realizar el presupuesto, cronograma, monitoreo y control de costos de un proyecto ya que en la actualidad muchas empresas del sector de la construcción no realizan el presupuesto de una forma confiable, lo que dificulta realizar el respectivo seguimiento y control o lo que ocasiona que en algunas oportunidades no se haga; es por esto que se plantea el paso a paso como se debe realizar el presupuesto es decir la línea base del costo autorizado y el cronograma a partir de la cual se propone desarrollar la metodología de control de costos de construcciones verticales para la empresa Arquitectos Loft, con el fin de evitar sobrecostos en el proyecto que la empresa conozca el valor ganado y la línea real del costo.

**Palabras Clave:** Presupuesto, cronograma, costos, línea base del costo autorizado, Valor ganado, línea real del costo.

### ABSTRACT

This article shows the parameters must take into account to make the budget, timeline, and cost control of a project, in the actuality many construction companies it does not to make the budget, in a reliable and safe way. This makes it difficult the monitoring and control of plan. For this step by step design and should make the budget, That means the authorized cost baseline and the schedule from which it is proposed to develop the methodology of cost control for the enterprise vertical constructions Architects Loft, for the purpose of avoid overruns in the project, In addition the company can meet the earned value and actual cost line .

**Keywords:** the budget, authorized cost baseline, earned value timeline, cost line

## INTRODUCCIÓN

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 determinará línea base del costo autorizado o el presupuesto final del proyecto que debe ser lo más acertado posible [1].

En una construcción vertical el presupuesto debe ser detallado y consiste en descomponer y cuantificar cada una de las actividades que hacen parte del proyecto bajo una métrica, este se descompone en costos directos y costos indirectos, los costos directos son la suma de los materiales, mano de obra, herramientas y equipos de todas las actividades que se deben realizar para llevar a cabo el proyecto bajo un análisis de precios unitarios (APU) y los costos indirectos son “toda erogación necesaria para la ejecución de un proceso constructivo del cual se derive un producto; pero en el cual no se incluya mano de obra, materiales ni maquinaria” [2], es decir de los costos indirectos hacen parte todos los costos de personal administrativos tanto de campo como de oficina, los imprevistos que son reservas del presupuesto que se pueden generar por los riesgos o algún contratiempo que se genere y la utilidad que es lo mínimo que se espera recibir por la ejecución del proyecto.

Seguido del presupuesto se realiza la programación de obra que juega un papel importante pues es la que determina la secuencia, la duración de cada una de las actividades y la ruta crítica del proyecto, “es por esto que el presupuesto y la programación actúan juntos, pues el presupuesto es necesario para programar los flujos de los recursos económicos y la programación para establecer el tiempo en que se deben hacer, por eso se dice que la programación es un insumo del presupuesto y viceversa” [3].

A partir del presupuesto y la programación se realiza el monitoreo y control del costos y tiempo de un proyecto; esta actividad permite conocer con exactitud si lo planeado está acorde con lo ejecutado, de no realizarse el monitoreo y control se corre el riesgo de no tener los resultados esperados del proyecto y no se podría conocer con exactitud por que no se alcanzaron los objetivos planeados del mismo, de ahí parte la importancia de realizar dicha actividad, pues esta permite tomar decisiones a tiempo y ejecutar el proyecto lo más cercano posible a lo planeado. Es por esto que cada empresa debería implementar una metodología para realizar el presupuesto, monitoreo y control de un proyecto para de alguna forma pronosticar y controlar el desarrollo del mismo.

Es muy importante tener en cuenta que cuando se presupuesta un proyecto siempre hay un nivel de incertidumbre al inicio, sin embargo esta va disminuyendo a medida que se va ejecutando el proyecto; cuando se implementa en una empresa el control de costos de un proyecto el objetivo principal es verificar que este se desarrolle dentro de lo presupuestado “de tal manera que la administración de la empresa pueda realizar sus expectativas de utilidad y mantenerse los requerimientos financieros dentro de los

límites previstos. Uno de los problemas que presentan las constructoras es la confusión entre el reporte de costos y el control de costos; en el pasado ha sido la tendencia de que los administradores de los proyectos, el reporte mensual de costos en el cual comparan los gastos actuales a los presupuestos de costos iniciales del proyecto y se creó que esto es control de costos, esto no es control de costos esto es reporte de costos” [4]; pues como se mencionó anteriormente el control de costos es el que determina como se deben disponer los recursos de cada actividad y cuando esto no sucede se debe cuantificar la desviación, verificar por que sucede, buscar alternativas de solución y finalmente se debe gestionar y modificar la línea base del costo según como se vayan realizando los cambios y esta línea se convierte en línea de costos reales; por lo tanto el nivel de incertidumbre será nulo.

A pesar que existen diferentes metodologías para realizar y controlar un presupuesto la empresa Arquitectos Loft es una constructora que en sus inicios se dedicó a la construcción de casas de manera masiva en sistema metálico, nunca realizo un presupuesto detallado de sus construcciones, pues los presupuestos realizados siempre eran globales y eran estimados bajo un valor de metro cuadrado construido, además no realizo control a los mismos, es decir, no conoce cuanto le cuestan las actividades de sus proyectos, sin dejar de lado que sus expectativas de utilidad se ven disminuidas por que los proyectos realizados han tenido sobre costos que aún no han podido identificar; a pesar de su larga trayectoria en la construcción en la actualidad Arquitectos Loft no tiene una base de datos de precios históricos, lo que dificulta realizar la factibilidad y viabilidad de un nuevo proyecto y no cuenta con la metodología para realizar dichas actividades, sin embargo desde hace un año la constructora inicio a incursionar en las construcciones verticales de gran altura y empezó a desarrollar varios proyectos en un mismo tiempo, en la actualidad se pretende estructurar el departamento de control y presupuesto y desarrollar una metodología que permita que estas actividades se lleven a cabo de manera correcta.

El presente artículo tiene como propósito desarrollar un metodología para realizar el control de costos del presupuesto de una construcción vertical de la constructora Arquitectos Loft bajo los lineamientos del PMI; esta metodología permite determinar la línea base de costo autorizado es decir el presupuesto de cualquier proyecto, también se realiza el cronograma para que con estos elementos se pueda realizar el monitoreo y control de costos que permite obtener la línea del costo real, a partir de estos resultados se tendría la certeza de lo que costo el proyecto tanto en cada una de sus actividades como de total el proyecto, además permite calcular el valor ganado del proyecto.

## **1. MATERIALES Y MÉTODOS**

En los proyectos de obras civiles existen muchas empresas que no obtienen los resultados esperados, esto se debe a que no existe relación entre el control del presupuesto y los objetivos trazados, presentando no solo sobre costos al proyecto si no también demoras en los tiempos de entrega, es por esto que se hace necesario la implementación de la metodología donde se haga énfasis en los costos y el control de los mismos.

Lo primero que se realiza es el presupuesto debe ser realizado por capítulos o por etapas, esto permite que el control y seguimiento se pueda realizar de manera adecuada teniendo información de acuerdo al grado de avance del proyecto, además se puede identificar de manera fácil los ítems que se quedaron por fuera de una actividad del presupuesto y deben ser incluidos en la etapa de control para establecer la línea de costo real del proyecto.

A partir de esto se puede decir que se obtiene una aproximación del presupuesto del proyecto y basados en este se debe realizar el seguimiento y control de obra que permita ir desarrollando paso a paso lo planeado del proyecto, de esta forma se conoce de manera oportuna y eficiente, en cada etapa del proceso, el costo de cada ítem y su cambio respecto al presupuesto.

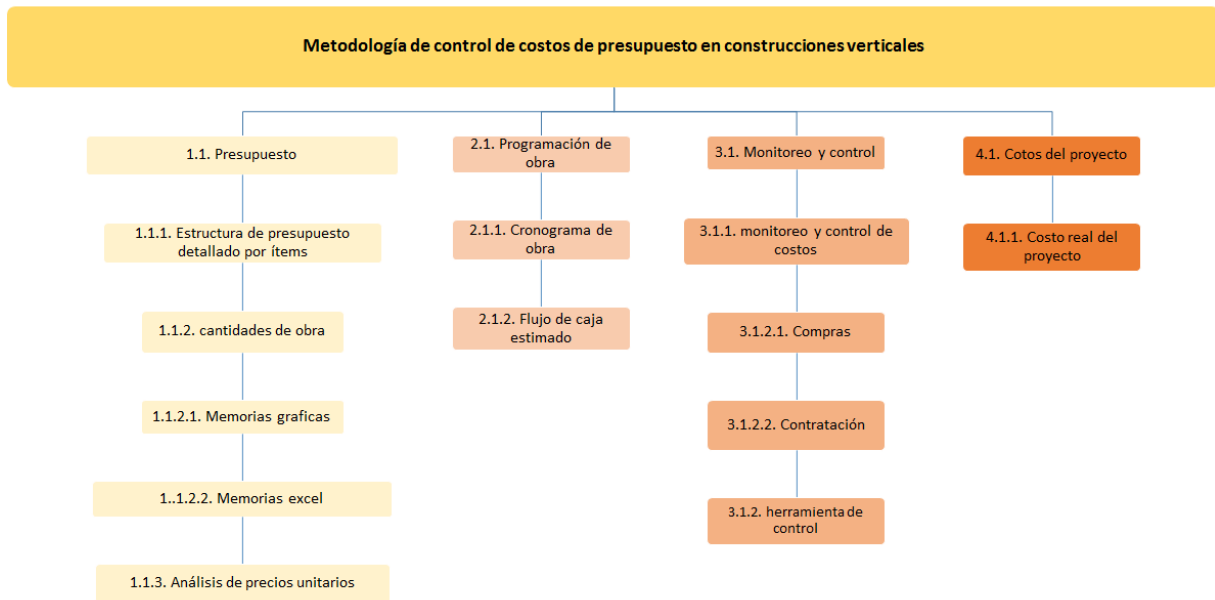
### **1.1. Metodología de control de costos de presupuesto en construcciones verticales**

#### **1.1.1. Alcance del proyecto.**

Implementación de una metodología para realizar el presupuesto, monitoreo y control de costos de una construcción vertical para la empresa Arquitectos Loft que permita conocer paso a paso de manera oportuna y eficiente el costo de cada ítem del proyecto; de ser necesario ayudaría a tomar decisiones del desarrollo del mismo y finalmente se podría establecer la línea de influencia sobre los costos que es la que permite determinar los cambios que ha tenido el proyecto según lo planeado, es decir se obtendría el valor ganado del proyecto y la línea del costo real; con los resultados obtenidos se podría establecer una base de datos que serviría para futuros proyectos.

#### **1.1.1.2. Estructura de desglose del trabajo (EDT)**

En la figura 1 se observa la estructura de desglose de trabajo establecida para desarrollar la metodología en la empresa Arquitectos Loft, donde se determinan los entregables del proyecto y se establecen cuatro paquetes de trabajo.



**Figura 1.** Metodología para realizar el presupuesto, monitoreo y control de construcciones verticales.

## **1.1.2. Diseño de paquete de trabajo para realizar el presupuesto de obra de construcción vertical**

### **1.1.2.1. Estructura de presupuesto detallado por ítems**

Los planos y especificaciones son el punto de partida para establecer los costos directos de una construcción vertical, es por esto que se hace necesario estudiar los planos arquitectónicos, estructurales, instalaciones y de fachadas, en todos ellos se debe tener en cuenta los cortes e isométricos que hacen parte de los mismos y las especificaciones ya que entre más detallados sean estos la precisión en el presupuesto será mayor.

No se debe dejar de lado las normas de calidad que establecen los requisitos mínimos que debe tener un material para que pueda ser usado en el proyecto, en los planos debe encontrarse esta información que debe estar acorde a la NSR- 2010 y los ensayos deben ser realizados de acuerdo con las Normas Técnicas Colombianas (NTC); dichos ensayos deben ser incluidos dentro del presupuesto del proyecto.

Los planos permiten establecer todas las actividades que se van a desarrollar en el proyecto, sus especificaciones y su alcance, este debe estar estructurado por capítulos, subcapítulos e ítems con sus respectivos códigos, una vez definido esto se establece la métrica en la que se van a cuantificar las actividades como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Estructura de presupuesto detallado por Ítems.

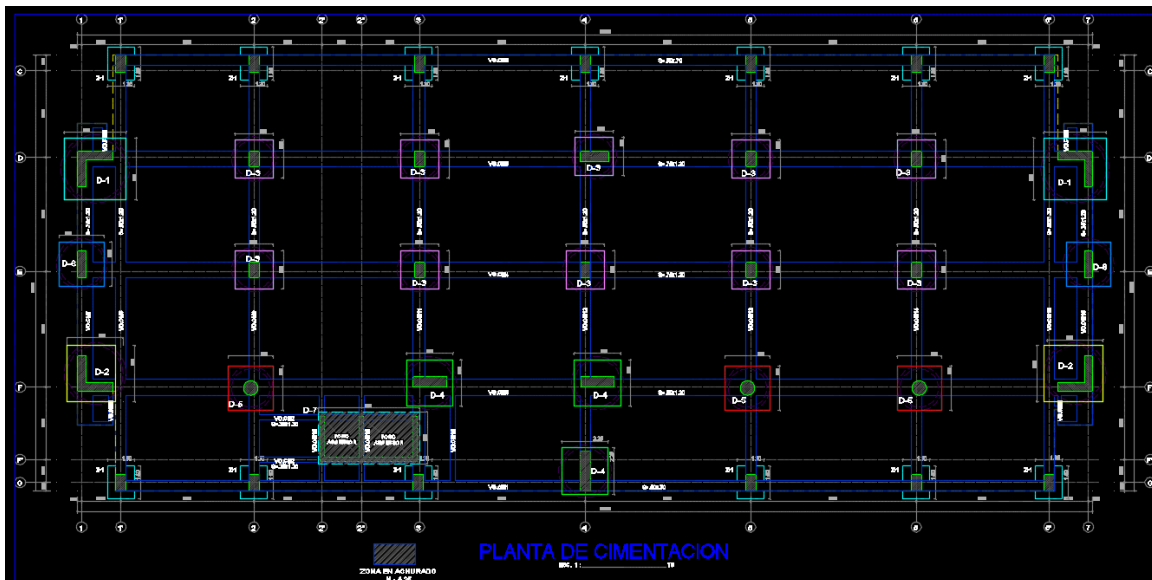
	Código	Descripción	Und	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Capítulo	0010000	PRELIMINARES				
Subcapítulo	0012500	Instalaciones provisionales				
Ítem	0012501	Campamento de obra	Un			
Ítem	0012502	Cerramiento de obra	M2			
Ítem	0012504	Valla informativa - proyecto	Un			
Ítem	0012506	Red provisional electrica e hidraulica	Un			
Subcapítulo	0014000	Excavaciones				
Ítem	0014013	Excavación manual	M2			
Capítulo	0020000	CIMENTACIONES - SUBESTRUCTURAS				
Subcapítulo	0020100	Nivelación - topografía				
Ítem	0020102	Prehucos para pilotes	Un			
Subcapítulo	0020200	Pilotajes - cimentac. profunda				
Ítem	0020201	Pilotes pre-excavados- 0.6 m	ML			
Ítem	0020202	Pilotes pre-excavados- 0.7 m	ML			
Capítulo	0030000	desagues - conex. servicios - ins.				
Subcapítulo	0030100	Conexiones subterráneas				
Ítem	0030101	Conexion acueducto	Un			

### 1.1.2.2. Cantidades de obra

Con la estructura del previamente definido y la unidad en la que se va a medir cada ítem se procede a sacar las cantidades de obra para el presupuesto, que deben quedar soportadas en unas memorias gráficas en AutoCAD formato dwg y unas memorias numéricas en excel en formato .xls.

#### 1.1.2.2.1. Memorias graficas

Sobre los planos entregados en AutoCAD formato dwg, se procede a colocar el capítulo y el subcapítulo del que corresponde el ítem, luego se procede a generar líneas o capas de dibujo que tienen los nombres de los ítems que se están midiendo; teniendo en cuenta siempre la unidad de medida bajo la cual se va a sacar la cantidad.



**Figura 2.** Memorias graficas dados de cimentación.

### 1.1.2.2. Memorias Excel

Las memorias en excel son el registro en formatos definidos de las cantidades de los diferentes ítems que fueron previamente sacadas de los planos de AutoCAD, cada actividad se coloca en una pestaña y se le coloca el nombre del capítulo con el objetivo de seguir un orden y de existir un error pueda ser identificado fácilmente, como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Memorias en excel

Item: CONCRETO DADOS								
TORRE								
Elemento	Ubicación	Cantidad	Longitud 1	Longitud 2	Altura	Solado	Formaleta Lateral	Volumen Concreto
D1	CAISSON P1	2	3,00	3,00	1,20	0,00	28,80	21,60
D2	CAISSON P2	2	2,70	2,70	1,20	0,00	25,92	17,50
D3	CAISSON P3	10	1,85	1,85	1,20	0,00	88,80	41,07
D4	CAISSON P4	3	2,25	2,25	1,20	0,00	32,40	18,23
D5	CAISSON P5	3	2,15	2,15	1,20	0,00	30,96	16,64
D6	CAISSON P6	2	2,15	2,15	1,20	0,00	20,64	11,09
D7	CAISSON P7	1	4,90	2,50	1,20	0,00	17,76	14,70
<b>TOTAL</b>						0,00 M2	245,28 M2	140,83 M3
<b>Cuántía form. (m2/m3)</b>								1,74

### 1.1.2.3. Análisis de precios unitarios (APU)

Definida la estructura por ítems del presupuesto, se estiman los precios unitarios de cada uno de los ítems por medio del análisis de precios unitarios (APU), que consiste en desglosar el costo de los materiales, la mano de obra, equipos y herramientas que intervienen en el desarrollo de un ítem; para el caso de los materiales se debe tomar el precio de lista, se debe sumar el flete si fuera necesario o se debe tener en cuenta que el precio del material debe ser puesto en obra, se le debe sumar el IVA si aplica según la ley y se deben tener en cuenta las maniobras de carga y descarga, además se debe tener en cuenta los rendimientos del material según la unidad de medida del ítem y los desperdicios; la mano de obra se paga en la unidad de medida ítem y su rendimiento siempre va a ser una unidad; para el caso de los equipos la herramienta y equipo menor va a corresponder a 5% del valor de la mano de obra y el precio de los equipos se toma por tiempo y con el rendimiento de la ítem.



**Tabla 3. APU Datos de cimentación**

Dados concreto de 4000 PSI	UND	CANT	%DESP	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
Concreto 4000 PSI	M3	1,00	3%	\$ 378.914,00	\$ 390.281,42
Desmoldatoc - Toxement tambor (180KG)	UND	0,001	3%	\$ 1.598.572,80	\$ 1.433,90
Antisol rojo o similar tambor (170 KG)	UND	0,001	3%	\$ 1.278.931,32	\$ 1.414,93
<b>MANO DE OBRA</b>					
M.O dados	M3	1,00		\$ 175.389,80	\$ 175.389,80
<b>EQUIPOS</b>					
Formeleta lateral	M2	1,74		\$ 5.259,07	\$ 9.159,85
Vibrador electrico	HR	0,30		\$ 3.190,00	\$ 957,00
Herramienta y equipo menor	% MO	5%			\$ 8.769,49
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 587.406,40</b>

#### 1.1.2.4. Presupuesto de un proyecto de construcción vertical

Una vez se tiene todos los APU de los ítems, se colocan los unitarios en el presupuesto donde previamente se han colocado las cantidades de obra y se multiplican; obteniendo los costos directos del proyecto, para los costos indirectos se calcula un porcentaje de incidencia de AIU; que corresponde a la administración, imprevistos y utilidad sobre el valor de los costos Directos; la sumatoria de estos dos costos da como resultado el presupuesto final del proyecto.

#### 1.1.3. Diseño de paquete de trabajo para estimación de la duración de un proyecto de construcción vertical

##### 1.1.3.1. Programación de obra

Un proyecto de construcción debe realizarse en un tiempo especificado de manera eficiente; entonces basados en las actividades del presupuesto se realiza la programación que consiste en colocar dichas actividades en una secuencia de ejecución lógica, con sus interrelaciones y dependencias; luego se procede a calcular la duración de una actividad donde se debe tener en cuenta la incertidumbre y el riesgo. Este concepto se originó con la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT). El método PERT utiliza tres estimaciones para definir un rango aproximado de duración de una actividad, Las duraciones estimadas por tres valores con una distribución determinada proporcionan una duración esperada y despejan el grado de incertidumbre sobre la duración esperada, la ecuación es la siguiente [5]:

$$\text{Duración estimada} = \frac{P + 4MP + O}{6}$$

Dónde: P: es el tiempo pesimista; MP: es el tiempo más probable; O: es el tiempo optimista

Luego toda la información se coloca en el programa Project y este arroja el tiempo que se va a demorar el proyecto establecido por la ruta crítica, se debe tener en cuenta que si se presenta alguna demora en alguna o algunas de las actividades que hacen parte de la ruta crítica el proyecto se verá retrasado en la sumatoria del tiempo que se retrasaron dichas actividades.

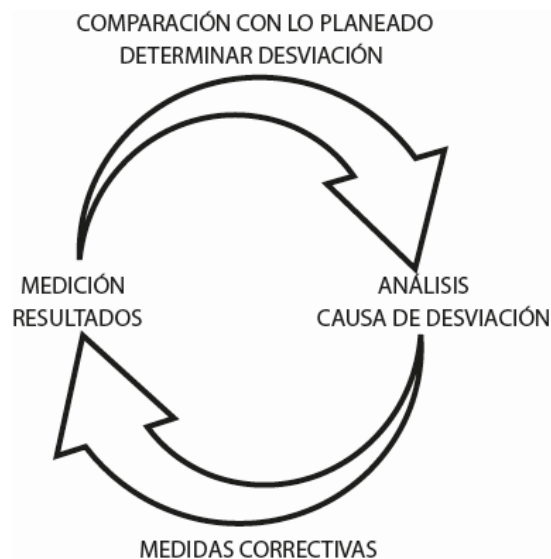
### 1.1.3.2. Flujo de caja

Con la programación de obra definida, y el presupuesto del proyecto estimado y aprobado por el director de proyectos, se procede a estimar el flujo de caja pues los costos directos e indirectos son entregados a la gerencia de la de la empresa Arquitectos Loft con el objetivo de estimar las inversiones que se deben hacer mes a mes en el proyecto para que su ejecución se realice de manera adecuada.

### 1.1.4. Diseño de paquetes de entregable para realizar monitoreo y control de los proyectos de la empresa Arquitectos Loft

#### 1.1.4.1. Procedimiento de monitoreo y control de costos

La etapa de monitoreo y control permite medir resultados de manera exacta y veraz, entonces para llevar a cabo dicha actividad, la empresa Arquitectos Loft realizara el cíclico que se muestra en la figura 3, este ciclo debe culminarse y repetirse cuantas veces sea necesario para que el objetivo se cumpla. “Es importante aclarar que dentro del control del proyecto el objetivo principal es terminar conforme a lo planeado, sin embargo, esto no siempre es posible ya sea dentro del desarrollo de los trabajos como en el resultado final del mismo; Esto puede ser originado entre otras cosas por modificaciones en los alcances del contrato, toma a destiempo de decisiones, así como circunstancias ajenas al proyecto (devaluaciones, fenómenos meteorológicos, etc.)”[6].



**Figura 3.** Proceso cíclico del control de costos.

Fuente: Cortez Ramírez, Miguel Ángel. Control de proyectos de construcción. p.7.

Al realizar este ciclo la empresa Arquitectos Loft contara un monitoreo y control de presupuesto y de cronograma eficiente, esto se logra por que la información se entrega detallada por niveles acorde al tiempo de ejecución, esto permite pronosticar y tomar medidas correctivas por anticipado pues se compara de manera oportuna los resultados obtenidos con lo planeado y se calculan las desviaciones por capítulo o por ítem, una vez realizado este proceso se recopila la información necesaria para establecer el por qué se presenta el problema y se proponen diferentes soluciones donde se toma una decisión para corregir la desviación.

#### **1.1.4.2. Procedimiento para realizar compras**

Para realizar la compra de materiales de un proyecto, la obra debe solicitar al departamento de compras mediante una requisición los materiales que necesita, la cantidad del material y debe describir para qué actividad lo necesitan; dicha solicitud debe ser enviada 15 días antes que inicie la actividad según el cronograma de obra; el departamento de compras valida la información y procede a solicitar cotizaciones y a hacer un cuadro comparativo donde el director de proyectos selecciona al proveedor, luego se procede a realizar la orden de compra que es enviada al proveedor y a realizar el pago. Para el alquiler o compra de los equipos se realiza el mismo procedimiento.

#### **1.1.4.3. Procedimiento para realizar contrataciones**

Para realizar la contratación de mano de obra o mano de obra y suministro de materiales del proyecto se procede a realizar un pliego de condiciones de cotización donde se especifica las actividades que se van a contratar, las cantidades y las condiciones para el desarrollo de la actividad, con las propuestas recibidas se realiza un cuadro comparativo que debe contener información del valor de las propuestas, la forma de pago, los plazos de ejecución y las observaciones, de dicho cuadro el director de proyectos selecciona al contratista y se procede a realizar el contrato; el contratista seleccionado debe entrega a la constructora las pólizas de cumplimiento, estabilidad civil, prestaciones sociales y de requerirse la de buen manejo del anticipo para que este pueda ser entregado y para que pueda iniciar la ejecución del contrato.

#### **1.1.4.4. Herramientas de control**

Los programas ayudan a manejar de forma más eficiente la información de los proyectos, por esto Para realizar el control de costos la empresa Arquitectos Loft va a usar el programa SAO mediante los módulos que tiene, para este caso se van a usar los módulos de compras, herramientas, inventarios y contratación, entonces mediante estos módulos se procede a realizar el monitoreo y control de un proyecto.

El módulo de compras permite el manejo de requisiciones o solicitudes de los materiales de las diferentes obras al área de compras de las compañía, el control de aprobación de las requisiciones realizadas en obra, la solicitud de cotizaciones a proveedores, el análisis de cotizaciones de los proveedores, la generación de órdenes de compras manuales, con base en las cotizaciones o automáticas a partir de las listas de precios de los proveedores realizando análisis de valor presente neto, el control del

estado de las órdenes de compra, el control de las modificaciones a las órdenes de compra y el Manejo de anticipos y amortizaciones a proveedores. El módulo de equipos y herramientas permite el registro del equipo propio o alquilado, controla las salidas de equipo para uso interno en la obra, permite el traslado de equipo propio entre obras, permite visualizar el kardex del equipo, registra de la devolución del equipo alquilado, permite liquidar el equipo alquilado y confrontarlo con la factura del proveedor de equipos, confronta el inventario teórico con el físico y realiza las nivelaciones del mismo, permite conocer el saldo de inventario por proveedor del equipo alquilado y permite actualizar las listas de precio del proveedor a partir de la información suministrada por el proveedor. El módulo de inventarios permite la valorización de los inventarios por promedio o último precio, permite realizar procesos de cálculo de inventario a una fecha determinada, permite el registro de entradas de material, permite registrar las salidas de material en forma directa a un centro de costos del proyecto, permite realizar el reintegro y devoluciones de material a los proveedores o la obra, permite conocer en tiempo real el saldo y el costo del inventario, permite hacer ajustes del inventario por problemas de almacenamiento o pérdida de material, permite controlar y verificar las remisiones de los materiales relacionadas en las facturas, no permite correcciones a los movimientos en forma directa sino a través de una contrapartida, permite visualizar el histórico y el comportamiento de los materiales en el transcurso de toda la obra. El módulo de contratación permite realizar el contrato y la generar el acta de obra con base en la cantidad aprobada por interventoría, genera actas de obra con codificación deferente al del código del ítem en control de costos, permite conocer el estado de las actas tanto individual como el general presentando el valor del acta, lo recaudado y el saldo pendiente [7].

En el programa SAO se van a ir descargando los costos de los materiales, equipos y mano de obra en el ítem del presupuesto según el modulo al que corresponda, si el ítem a realizar no se tuvo en cuenta en el presupuesto autorizado, los valores de estos ítems van a ser cargados al proyecto pero no se le descargan a ninguna actividad y se compran con un valor de cero inicial, esto con el objetivo de identificar que no se tuvo en cuenta en la planeación y sirve para incluirlo en los próximos presupuestos, una vez al mes se va a presentar el informe a gerencia en donde se realiza un cierre de costos a través de los módulos del programa y este arroja información de los costos reales facturados, con estos datos se procede a realizar el informe de costo de obra real con ayuda del programa excel que consiste en comparar el valor ejecutado y el valor presupuestado de cada uno de los ítems para establecer las desviaciones que existen la fecha del corte y de encontrarse alguna desviación superior al 5%, se entraría a analizar y a tomar una decisión al respecto.

Para realizar el control de cronograma se usa el programa Project mediante la comparación de la línea base del tiempo con la fecha de corte, de acuerdo a esto el programa identifica que actividades están fuera de los tiempos establecidos y la modificación de la ruta crítica.

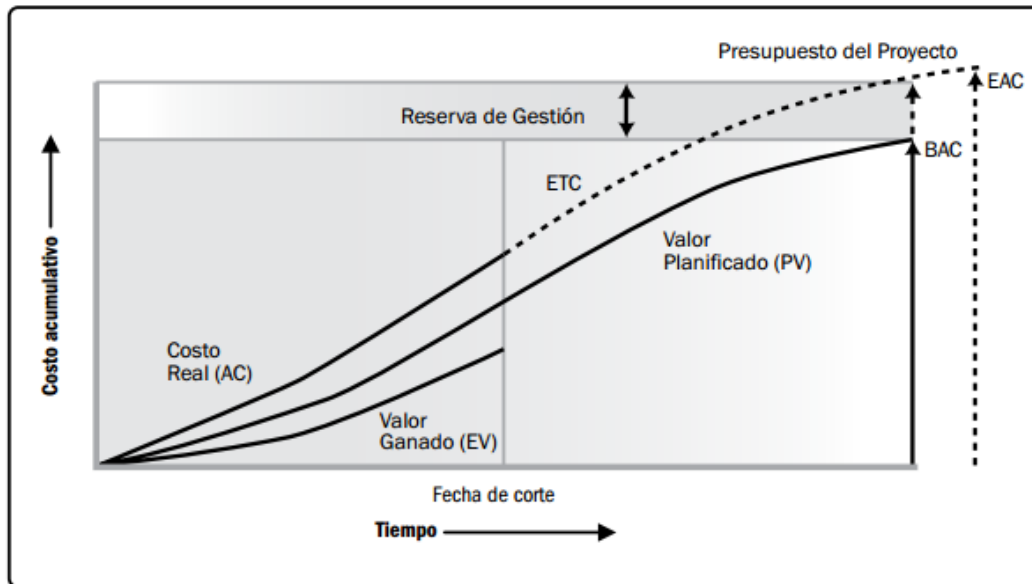
#### **1.1.4.5. Control de cambios en el proyecto**

En un proyecto de construcción es normal que ocurran cambios, aunque existen estudios previos cualquier cosa puede suceder durante la ejecución, por esto es necesario para efectivo control de costos alterar el presupuesto original y se deben reflejar los cambios tal como estos ocurran, y el mejor camino es haciendo un formato de orden de cambio o alteración en forma sistemática. Una vez que un cambio es decidido, su impacto en costo y tiempo debe incorporarse en el presupuesto, cada cambio debe ser documentado e una forma especial y formalmente aprobada por el gerente del proyecto. El sistema de órdenes de cambio o alteración es para mantener el presupuesto actualizado y siempre reflejado los planes actuales de ejecución [8].

#### **1.1.5. Costo real del proyecto**

La gestión del valor ganado (EVM) es una metodología que combina medidas de alcance, cronograma y recursos para evaluar el desempeño y el avance del proyecto. Para determinar estas medidas se realiza la línea base para la medición del desempeño (PMB) que corresponde al presupuesto autorizado es decir el valor planificado (PV); luego se establece el valor ganado (EV) que corresponde a la medida del trabajo realizado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo. Es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado. El EV medido debe corresponderse con la PMB y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente. El EV se utiliza a menudo para calcular el porcentaje completado de un proyecto. Deben establecerse criterios de medición del avance para cada componente de la EDT/WBS, con objeto de medir el trabajo en curso. Los directores de proyecto monitorean el EV, tanto sus incrementos para determinar el estado actual, como el total acumulado, para establecer las tendencias de desempeño a largo plazo. Finalmente se calcula el costo real (AC) que es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV. El AC debe corresponderse, en cuanto a definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido por el EV [9].

En la figura 4. Se muestra como se obtienen los tres parámetros del valor planificado, el valor ganado y el costo real, como se mencionó se debe realizar por periodos o etapas, una vez el proyecto culmine se debe realizar un consolidado de todo el proyecto para establecer el costo real final del proyecto y la desviación que se tuvo de este respecto a la planeación inicial.



**Figura 4.** Valor ganado, valor planificado y costos reales.  
Fuente: PMBOK. p.219.

**1.2. Definición de tiempo para desarrollar la metodología de control de costos de construcciones verticales**  
**1.2.1. Definición de duración de las actividades**

La implementación de la metodología para realizar el control de costos de un proyecto de la constructora Arquitectos Loft, requiere determinar el tiempo que va a invertir el personal en realizar las diferentes tareas, Es por esto que en la tabla 4 se colocaron las actividades de la metodología en una secuencia lógica, se les identificó con una letra, se definió la precedencia de las actividades y una vez realizado esto se estimó la duración de las actividades bajo la metodología PERT descrita anteriormente, como los proyectos tienen diferentes duraciones y la metodología debe funcionar para cualquier proyecto, la duración se calculó en porcentajes teniendo en cuenta información suministrada por expertos y un periodo laboral de 8 horas diarias de lunes a viernes.

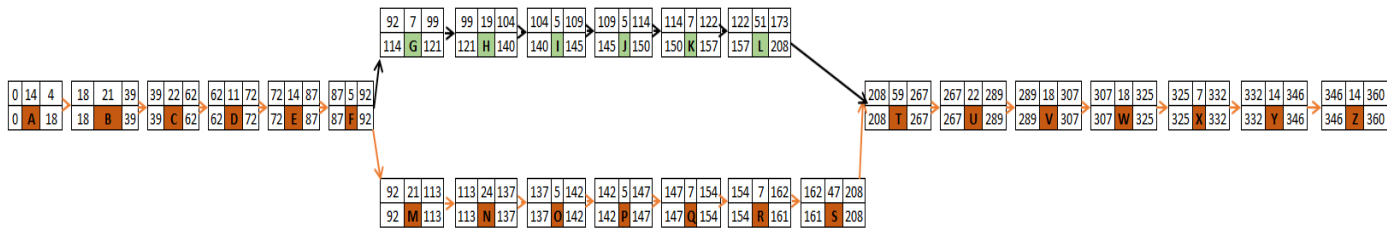
Se debe tener en cuenta que los porcentajes obtenidos de la figura 4 se multiplican por el número de días que va a durar el proyecto y de esta forma se obtiene la duración en días de cada actividad.

**Tabla 4.** Estimación de duraciones por porcentaje de días de un proyecto

Letras	Actividades	Precedentes	Duración (% de días del proyecto)			Duración estimada metodo Pert (P+4MP+O)/6
			Pesimista	Más probable	Optimista	
	<b>presupuesto de obra</b>					
A	Estructura del presupuesto detallado por ítems	-	5%	4%	3%	4%
B	Calculo de cantidades de obra	A	7%	6%	4%	6%
C	Análisis de precios unitarios	B	8%	6%	5%	6%
D	Presupuesto final	C	4%	3%	2%	3%
	<b>Estimación del tiempo</b>					
E	Programación de obra	D	5%	4%	3%	4%
F	Flujo de caja	E	2%	1,5%	0,5%	1%
	<b>Monitoreo y control</b>					
G	Requisiciones	F	3%	2,0%	1,0%	2%
H	Solicitud de cotización	G	8%	5%	3%	5%
I	Cuadro comparativo materiales	H	2%	1,5%	0,5%	1%
J	Autorización	I	2%	1,5%	0,5%	1%
K	Orden de compra	J	3%	2,0%	1,0%	2%
L	Inventarios	K	16%	14%	13%	14%
M	Pliego de condiciones	F	7%	6%	4%	6%
N	Solicitud de cotización mano de obra o a todo costo	M	8%	7%	4%	7%
O	Cuadro comparativo	N	2%	1,5%	0,5%	1%
P	Autorización	O	2%	1,5%	0,5%	1%
Q	Contrato	P	3,0%	2,0%	1,0%	2%
R	Entrega de pólizas	Q	3%	2%	1%	2%
S	Cortes de obra	R	14%	13%	12%	13%
T	Descarga de costos en los ítems	L,S	18%	17%	12%	16%
U	Informe de costos reales por ítem	T	7%	6%	5%	6%
V	Calculo de desviaciones de lo presupuestado y ejecutado	U	6%	5%	4%	5%
W	Reunión con la gerencia del proyecto	V	6%	5%	4%	5%
X	Control de cambios	W	3%	2%	1%	2%
	<b>Costo real del proyecto</b>					
Y	Costo final real del proyecto	X	5%	4%	2%	4%
Z	Evaluación PV, AC y EV	Y	5%	4%	3%	4%

### 1.2.2. Ruta Critica

Luego se procede a realizar el diagrama de red para determinar qué actividades tienen tiempos de holgura y establecer la ruta crítica del proyecto, dicha ruta nos indica que actividades no tienen holgura.



**Figura 5.** Diagrama de red del proyecto.

Como se mencionó anteriormente los tiempos están expresados en porcentaje, en la figura 5 se realizó como prueba piloto la metodología para un año, es decir 360 días en donde se observa que la Ruta crítica del proyecto es: A-B-C-D-E-F-M-N-O-P-Q-R-S-T-U-V-W-X-Y-Z; estas son las actividades que no pueden tener ningún tipo de retraso, pues al no tener holgura afectarían directamente la terminación del proyecto, y las actividades que tienen holgura son: G-H-I-J-K-L.

De la ruta crítica se debe tener en cuenta que si las actividades A-B-C-D-E-F no se realizan dentro del tiempo establecido no se podrá dar inicio a la construcción del proyecto; pues este es el punto de partida para que esta inicie; las actividades M-N-O-P-Q-R-S-T-U-V-W-X dependen de la construcción vertical pues sobre el cual se va a realizar el monitoreo y control, entonces si dice que estas actividades están sujetas a la construcción y si esta se retrasa dichas actividades sufrirán el mismo retraso y las actividades Y-Z también sufrirán un atraso lo que dificulta que la gerencia conozca el costo del proyecto real y si este se ejecutó dentro del presupuesto o línea base autorizada.

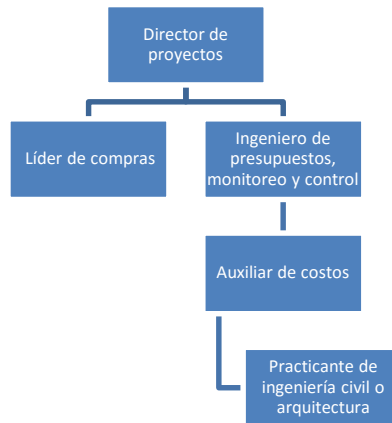
### 1.3. Asignación de recursos para la metodología

Para poder estimar los costos de la implementación de la metodología se requiere recurso humano y software, para esto es necesario determinar un organigrama de las personas que trabajaran en esta área de la empresa y el costo del programa a utilizar.

#### 1.3.1. Organigrama

El organigrama que se va a realizar es solo para el departamento administrativo de proyectos de la empresa, pues es el personal que requiere para desarrollar la metodología en la empresa Arquitectos Loft.





**Figura 6.** Organigrama departamento administrativo de proyectos empresa Arquitectos Loft.

Como se muestra en la figura 6 el departamento va estar compuesto por un director de proyectos que debe ser una persona con amplia experiencia en el manejo de proyectos de obra civil, es el responsable y encargado de entregar los informes a gerencia, en este momento la empresa Arquitectos Loft se encuentra en una etapa de crecimiento por lo tanto solo se va a necesitar un profesional para compras, un profesional para presupuestos, monitoreo y control, un auxiliar de costos y practicante de ingeniería civil o arquitectura, entonces en la tabla 5 se identifican los recursos a utilizar y en la tabla 6 se asignan los recursos, se debe tener en cuenta que este es el personal necesario para desarrollar hasta para trabajar en proyectos que sumen un total de 32.000 m<sup>2</sup> de construcción.

**Tabla 5.** Identificación de recursos

Descripción del Recurso	Tipo	Grupo	Capacidad
<b>Personal</b>			
Director de proyectos	trabajo	Gente	100%
Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	trabajo	Gente	100%
Auxiliar de costos	trabajo	Gente	100%
Practicante de ingeniería civil o arquitectura	trabajo	Gente	100%
<b>Herramientas</b>			
Programa SAO	trabajo	Herramienta	100%
Mantenimiento Anual	trabajo	Herramienta	20%

**Tabla 6. Asignación de recursos**

No	Letras	Actividades	Nombre del recurso	Grupo
		<b>Metodología para realizar un presupuesto de obra</b>		
1	A	Estructura del presupuesto detallado por ítems	Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	Gente
2	B	Calculo de cantidades de obra	Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	Gente
3	C	Análisis de precios unitarios	Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	Gente
4	D	Presupuesto final	Director de proyectos - Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	Gente
				Gente
		<b>Estimación del tiempo</b>		Gente
5	E	Programación de obra	Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	Gente
6	F	Flujo de caja	Director de proyectos	Gente
				Gente
		<b>Monitoreo y control</b>		Gente
7	G	Requisiciones	Director de proyectos/SAO	Gente/ herramientas
8	H	Solicitud de cotización	Lider de compras	Gente/ herramientas
9	I	Cuadro comparativo materiales	Lider de compras	Gente/ herramientas
10	J	Autorización	Director de proyectos/SAO	Gente/ herramientas
11	K	Orden de compra	Director de proyectos/SAO	Gente/ herramientas
12	L	Inventarios	Auxiliar de costos/SAO	Gente/ herramientas
13	M	Pliego de condiciones	Director de proyectos	Gente/ herramientas
14	N	Solicitud de cotización mano de obra o a todo costo	Lider de compras	Gente/ herramientas
15	O	Cuadro comparativo	Lider de compras/SAO	Gente/ herramientas
16	P	Autorización	Director de proyectos/SAO	Gente/ herramientas
17	Q	Contrato	Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo/SAO	Gente/ herramientas
18	R	Entrega de pólizas	Auxiliar de costos	Gente/ herramientas
19	S	Cortes de obra	Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo - Auxiliar de costos/SAO	Gente/ herramientas
20	T	Descarga de costos en los ítems	Auxiliar de costos/SAO	Gente/ herramientas
21	U	Informe de costos reales por ítem	Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo/SAO	Gente/ herramientas
22	V	Calculo de desviaciones de lo presupuestado y ejecutado	Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	Gente/ herramientas
23	W	Reunión con la gerencia del proyecto	Director de proyectos	Gente/ herramientas
24	X	Control de cambios	Director de proyectos	Gente/ herramientas
		<b>Costo real del proyecto</b>		
25	Y	Costo final real del proyecto	Director de proyectos - Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	Gente
26	Z	Evaluación PV, AC y EV	Director de proyectos - Ingeniero de presupuestos, control y monitoreo	Gente

Para determinar el valor de la hora de cada persona que hace parte del desarrollo de la metodología se establecen que los meses son de 30 días y la jornada laboral de 8 horas y se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{costo dia persona} = \frac{\text{salario mensual} + \text{salario mensual} * \text{factor pres.} + \text{aux. trans}}{30 \text{ dias}}$$

Para determinar el costo de cada actividad se establece la siguiente ecuación:

$$\text{Costo por Actividad} = \% \text{actividad} * \text{tiempo total proyecto} * \text{Valor dia persona}$$

El valor del día de la persona depende del cargo.

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Entonces de acuerdo a lo descrito en la metodología se va a hacer una estimación de un proyecto que tiene una duración de 360 días.

**Tabla 7.** Factor prestacional para SSVL 1-9 y 10-13

1-9 SMVL	37,89%	10-13 SMLV	42,89%
<b>Seguridad Social</b>	<b>12,05%</b>	<b>Seguridad Social</b>	<b>12,05%</b>
Pensiones	12,00%	Pensiones	12,00%
Salud	0,00%	Salud	0,00%
Riesgo Profesional	0,0522%	Riesgo Profesional	0,0522%
<b>Prestacional Sociales</b>	<b>21,83%</b>	<b>Prestacional Sociales</b>	<b>21,83%</b>
Cesantías	8,33%	Cesantías	8,33%
Intereses de Cesantías	1,00%	Intereses de Cesantías	1,00%
Prima	4,17%	Prima	4,17%
Vacaciones	8,33%	Vacaciones	8,33%
<b>Parafiscales</b>	<b>4,00%</b>	<b>Parafiscales</b>	<b>9,00%</b>
Caja de compensación	4,00%	Caja de compensación	4,00%
ICBF	0,00%	ICBF	3,00%
Sena	0,00%	Sena	2,00%

**Tabla 8.** Salario del personal y cálculo del valor del día para el personal y herramientas

Descripcion del Recurso	Cantidad	Salario base Mensual	Auxilio de transporte	Factor pretacional	Costo mensual	costo dia
<b>Personal</b>						
Director de proyectos	1	\$ 9.500.000,00	\$ -	42,89%	\$ 13.574.125,67	\$ 452.470,86
Ingeniero de presupuestos, n	1	\$ 4.800.000,00	\$ -	37,89%	\$ 6.618.505,60	\$ 220.616,85
Auxiliar de costos	1	\$ 1.450.000,00	\$ -	37,89%	\$ 1.999.340,23	\$ 66.644,67
Particante de ingenieria civil	1	\$ 900.000,00	\$ 77.700,00	37,89%	\$ 1.318.669,80	\$ 43.955,66
Lider de compras	1	\$ 1.700.000,00	\$ -	37,89%	\$ 2.344.054,07	\$ 78.135,14
<b>Herramientas</b>						
Programa SAO	1				\$ 791.666,67	\$ 26.388,89
Mantenimiento Anual	1				\$ 187.500,00	\$ 6.250,00

En la tabla 7 se calcula el factor prestacional por ley para el personal que se encuentra entre 1-9 SMLV y 10-13 SMLV y en la tabla 8 se coloca el salario de cada una de las personas que hacen parte del organigrama del departamento, el factor prestacional y el subsidio de transporte según corresponda y con la ecuación descrita anteriormente se calcula el valor del día de cada una de las personas y de las herramientas a usar.

**Tabla 9.** Costo de implementación de metodología para un proyecto de un año de duración

No	Letras	Actividades	Precedentes	Duración estimada metodo Pert	Duración estimada metodo Pert días	Costos día según los recursos	Costos por actividad
		<b>presupuesto de obra</b>					\$ 19.976.878,01
1	A	Estructura del presupuesto detallado por ítems	-	4%	14	\$ 220.616,85	\$ 3.176.882,69
2	B	Calculo de cantidades de obra	A	6%	21	\$ 220.616,85	\$ 4.632.953,92
3	C	Análisis de precios unitarios	B	6%	22	\$ 220.616,85	\$ 4.897.694,14
4	D	Presupuesto final	C	3%	11	\$ 673.087,71	\$ 7.269.347,26
		<b>Estimación del tiempo</b>					\$ 5.484.484,05
5	E	Programación de obra	D	4%	14	\$ 220.616,85	\$ 3.176.882,69
6	F	Flujo de caja	E	1%	5	\$ 452.470,86	\$ 2.307.601,36
		<b>Monitoreo y control</b>					\$ 70.551.190,21
7	G	Requisiciones	F	2%	7	\$ 452.470,86	\$ 3.257.790,16
8	H	Solicitud de cotización	G	5%	19	\$ 78.135,14	\$ 1.453.313,52
9	I	Cuadro comparativo materiales	H	1%	5	\$ 78.135,14	\$ 398.489,19
10	J	Autorización	I	1%	5	\$ 452.470,86	\$ 2.307.601,36
11	K	Orden de compra	J	2%	7	\$ 452.470,86	\$ 3.257.790,16
12	L	Inventarios	K	14%	51	\$ 66.644,67	\$ 3.398.878,40
13	M	Pliego de condiciones	F	6%	21	\$ 452.470,86	\$ 9.501.887,97
14	N	Solicitud de cotización mano de obra o a todo costo	M	7%	24	\$ 78.135,14	\$ 1.875.243,25
15	O	Cuadro comparativo	N	1%	5	\$ 110.774,02	\$ 564.947,52
16	P	Autorización	O	1%	5	\$ 485.109,74	\$ 2.474.059,70
17	Q	Contrato	P	2%	7	\$ 253.255,74	\$ 1.823.441,34
18	R	Entrega de pólizas	Q	2%	7	\$ 66.644,67	\$ 479.841,66
19	S	Cortes de obra	R	13%	47	\$ 287.261,53	\$ 13.443.839,50
20	T	Descarga de costos en los ítems	L,S	16%	59	\$ 93.033,56	\$ 5.470.373,52
21	U	Informe de costos reales por ítem	T	6%	22	\$ 253.255,74	\$ 5.470.324,03
22	V	Calculo de desviaciones de lo presupuestado y ejecutado	U	5%	18	\$ 220.616,85	\$ 3.971.103,36
23	W	Reunión con la gerencia del proyecto	V	5%	18	\$ 452.470,86	\$ 8.144.475,40
24	X	Control de cambios	W	2%	7	\$ 452.470,86	\$ 3.257.790,16
		<b>Costo real del proyecto</b>					\$ 18.981.073,39
25	Y	Costo final real del proyecto	X	4%	14	\$ 673.087,71	\$ 9.288.610,38
26	Z	Evaluación PV, AC y EV	Y	4%	14	\$ 673.087,71	\$ 9.692.463,01
						\$ 8.140.028,48	\$ 105.005.186,66

En la tabla 9 se calcula el costo de cada actividad y el costo total de un proyecto de máximo 32.000 m<sup>2</sup> construidos, para este caso el valor al año es de \$105.005.189.66 que el proyecto tendrá que incluir dentro de sus gastos administrativo, con el objetivo de realizar la metodología descrita que se muestra en el diagrama de flujo figura 7, para evitar atrasos y sobrecostos al proyecto.

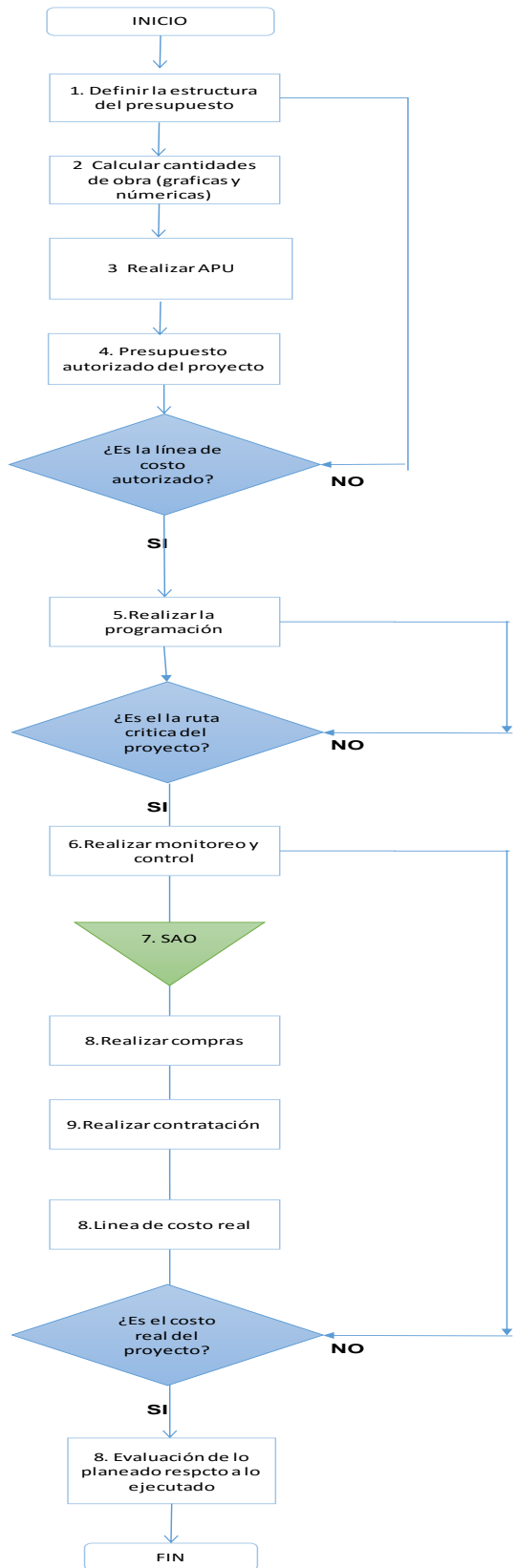


Figura 7. Flujograma metodología.

De lo anterior se puede decir que cuando se realiza el presupuesto bajo el paquete de trabajo diseñado, la empresa va a conocer la línea base del costo autorizado antes de iniciar cualquier proyecto, además va a tener certeza si planeo de manera adecuada sus costos y va a poder determinar si la reserva que estableció para las contingencias fue suficiente para desarrollar todo el proyecto.

Además, el presupuesto permite conocer la forma como se planeó el desarrollo de cada ítem que hace parte del proyecto, entonces bajo estos lineamientos se deben realizar las cotizaciones, compra de material, alquiler de equipo y contratación de personal, de obviarse esto se presentarían problemas en el desarrollo del proyecto y se podría decir que no sirvió de nada haber realizado el presupuesto.

El monitoreo y control de costos permite calcular el valor ganado por cada actividad, se debe tener en cuenta que esta medición se va a realizar cuando la actividad complete cada 25% de su desarrollo, esto con el objetivo de conocer sí su desarrollo se encuentra dentro de los límites establecidos; a partir del control se procede a realizar los cálculos de las desviaciones las cuales deben estar dentro de un rango de cambio normal que debe estar por debajo del 5%, de encontrarse un ítem que tenga una desviación superior se analiza porque se está presentando dicha situación, se estudian posibles soluciones y se toma una decisión al respecto para minimizar los sobrecostos del proyecto y aumentar los ahorros

Cuando se termina el proyecto se obtiene el costo real (AC), con estos resultados se comenzará a alimentar la base de datos de la empresa, que sirve para futuros proyectos, pues ya se tendrían valores reales de experiencias de proyectos ejecutados, de esta forma la constructora tendrá una base de datos robusta y confiable, que ayude de manera eficiente a realizar factibilidades y viabilidades de manera más exacta para futuros proyectos.

### 3. CONCLUSIONES

El presupuesto y el cronograma son las herramientas necesarias para realizar el control de costos de las construcciones verticales, estos permiten que las empresas establezcan la línea base del costo autorizado y la línea del tiempo, pero se debe tener en cuenta que solo establecerlas no es suficiente; en las construcciones siempre se deben realizar estas actividades, pues los bancos las solicitan para poder aprobar los créditos constructores que las empresas solicitan para poder ejecutar el proyecto, de requerirlo y los compradores requieren fechas de entrega de sus inmuebles, pero se debe ser conscientes que las cifras entregadas y las fechas pactadas deben ser coherentes y certeras.

Al realizar el presupuesto bajo el paquete de trabajo establecido se puede identificar fácilmente si las actividades del proyecto se está ejecutando de manera diferente, es decir si los rendimientos de los materiales no fueron suficientes o si por el contrario por algún motivo el desperdicio de este aumento; desafortunadamente las obras civiles se prestan para que los recursos de los proyecto sean desviados o para que las utilidades de la empresa disminuyan por que no se calculan o miden de manera adecuada las actividades que se deben desarrollar en el proyecto, se cambian las especificaciones a los materiales o no conocen cuanto material y mano de obra se requieren para ejecutar una actividad; entonces es por este motivo que metodología de control de costos de construcciones verticales se hace necesaria en cualquier empresa de construcción, es normal encontrar que las empresas no controlan los proyectos, lo que hace que estos tengan sobrecostos no identificados y en algunas oportunidades estos costos son tan excesivos que pueden llevar a una empresa a la banca rota.

Además, se analiza que cuando se compara continuamente el presupuesto con la ejecución del proyecto, se identifican actividades que se quedaron por fuera del presupuesto por algún motivo y sirven para que dichas actividades puedan ser incluidas en los próximos presupuestos de proyectos de la empresa.

Se concluye que la metodología de control de costos de construcciones verticales permite calcular cuánto dinero se ha gastado en cada actividad del proyecto y en proyecto total, además permite identificar las desviaciones a tiempo y calcularlas para evitar sobrecostos.

La implementación de la metodología refleja la importancia de estimar las duraciones de cada actividad que permite establecer la ruta crítica para el modelo, de lo cual se observa que si hay algún retraso en las actividades de planeación el inicio de la construcción se vería directamente afectada y la etapa de construcción del proyecto afecta directamente las etapas de monitoreo y control de la metodología.

Finalmente, el programa SAO utilizado facilitan el monitoreo y control puesto que entrega información del estado actual del proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1-5-9] Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Quinta edición (2013). Project Management Institute. p. 193. P.170.p217-219
- [2] Beltrán Rasura A. (2012). Costos y presupuestos. Instituto tecnológico de Tepic. 6p.
- [3] Patiño Ortiz G. (2007). Planteamiento de un presupuesto de construcción. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. 190p.
- [4-6-8] Cortez Ramírez, Miguel Ángel. Control de proyectos de construcción. P.11-p.7. En:[http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Cortes\\_Ramirez\\_Miguel\\_Angel\\_44699.pdf](http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Cortes_Ramirez_Miguel_Angel_44699.pdf)
- [7] Sistema de control de costos.<http://www.saotechnology.com/nuestros-productos/sistema-de-control-de-costos/>