



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**  
**INGENIERIA CIVIL- CONSTRUCCION**

**METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO (EARNED VALUE) PARA MEDIR EL  
DESEMPEÑO DEL PROYECTO PARA PYMES.**

**TESIS.**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**PRESENTA:**  
**ING. RODRIGO RENÉ ARCIQUE CORTÉS**

**TUTOR PRINCIPAL**  
**DR JESÚS HUGO MEZA PUESTO, FACULTAD DE INGENIERIA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, ENERO 2019.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Jurado asignado:**

**Presidente: M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas**

**Secretario: Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez**

**Vocal: Dr. Jesús Hugo Meza Puesto.**

**1 Er suplente: M.C. Esteban Figueroa Palacios.**

**2do suplente: M. en A. Laura Minerva Roldan Morales.**

**Ciudad de México, mayo 2019.**

**Tutor de tesis**

---

**Dr. Jesús Hugo Meza Puesto.**

## **Agradecimientos**

Primeramente, agradezco a la vida por la oportunidad de vivir esta etapa de mi vida de forma plena y en una forma saludable.

A mi familia, en particular a mi mama Guadalupe Cortés Paredes, que siempre me alentó a superarme y ser cada vez mejor en cada aspecto de mi vida, a mis hermanos Vero, Raúl y Ricardo que siempre me cuidaron y me apoyaron en todo momento, a mis sobrinas por su cariño, a Ana por su compañía y confianza, y a mi padre que se adelantó en este camino y quien siempre estará conmigo.

A mis amigos foráneos que me apoyaron cuando llegué a la ciudad, a mis amigos de Mérida Guillermo, Carlos, David, y a mis amigos de CONSTRUTEC, en especial al Ing. José Renán Canto Jairala y al Ing. Jorge Caballero Hernández.

A las empresas que me brindaron el apoyo para poder realizar esta investigación, por la confianza depositada en mi persona.

A el Dr. Jesús Hugo Meza Puesto por el apoyo, sus consejos de cómo mejorar profesionalmente y también personalmente, por ser un profesor accesible y demostrar sus observaciones de forma entendible siempre.

A la Universidad Autónoma de México por brindarme esta oportunidad de estar en un posgrado, fue un honor haber sido alumno de esta majestuosa universidad.

A el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado durante este periodo el cual fue de gran ayuda para poder realizar los estudios de la maestría.

**Gracias.**

## **Resumen**

En el ramo de la construcción, el saber el estado de un proyecto es de gran importancia al momento de su ejecución, existen diversos métodos que ayudan como herramientas de monitoreo del estado del proyecto en un tiempo determinado, en este trabajo se ejemplifica de manera sencilla la aplicación del método del valor ganado en dos tipos de construcción de dos empresas denominadas PyMes.

Ubicadas en diferentes zonas una en ciudad de México y otra en la ciudad de Mérida, la importancia de llevar un control adecuado es el mismo, y en dos empresas distintas, se aplicará el método como medio de medición del desempeño que se tiene del proyecto.

## **Abstract**

**In the field of construction knowing the status of a project is of great importance at the time of construction of this, there are several methods that help as tools for monitoring the status of the project in a given time, in this work is exemplified simple way the application of the value method gained in two types of construction of two companies called PyMes.**

**Located in different areas, one in Mexico City and the other in the city of Mérida, the importance of maintaining adequate control is the same, and in two different companies, the method will be applied as a means of measuring the performance of the project.**

## Índice

Introducción	7
1. Gerencia de proyectos	8
1.1. Definición de Gerencia de Proyectos	8
1.2 Proyecto	9
1.3 Ciclo de un proyecto	10
1.4 Estructura de desglose de los Trabajos de un proyecto	11
1.5 Programa de ejecución de los trabajos	13
1.6 Relación Costo, Tiempo y Calidad	14
1.7 Conclusión	15
2. Gestión de costos	17
2.1 Conceptos básicos	17
2.2 Integración de costos	18
2.3 Costos indirectos	19
2.4 Costos por financiamiento	21
2.5 Costos por utilidad	23
2.6 Programa de Obra	24
2.7 Gestión de costos	24
3. El método del valor ganado	29
3.1 Conceptos básicos	29
3.2 Historia del método del valor ganado	30
3.3 Método del valor ganado	36
3.4 Magnitudes.	38
3.5. Variaciones	38
3.6 Indicadores de eficiencia	40

3.7 Estimación de costos y tiempo	42
3.7.1 Estimación del costo final de ejecución	42
3.7.2 Estimaciones de costos y tiempos	42
3.7.3 diferencias en el costo de ejecución	43
3.8 Ventajas y desventajas	43
4. Análisis de proyectos ejecutivos por medio del método del valor ganado	46
4.1 Proyectos a desarrollar	46
4.2 Cronograma de proyectos de construcción	47
4.3 Aplicación del método del Valor ganado	50
4.4 Análisis de los proyectos	54
4.5 Propuesta y evaluación de costos-Beneficios	56
5. Conclusión.	57
6. Bibliografía	58

## Introducción

En la actualidad las empresas constructoras de vanguardia en el mundo utilizan y le dan mucha importancia a la Gerencia de Proyectos, ya que saben lo importante de controlar un proyecto en todas y cada una de sus etapas, desde la idea, la planeación, el diseño, presupuestación, ejecución y operación de una obra constructiva.

Las pequeñas y medianas empresas en muchas partes de México no le dan la importancia debida al control de obra ya que se realizan proyectos y muchas de ellas no tienen un adecuado control del proyecto. Y es que es de suma importancia para gerencia de proyectos el control de programas de tiempo, costo y calidad, esta relación es muy sensible a los cambios ya que si se modifica alguno de estos términos afecta a los otros dos en menor o mayor medida, es tan sensible esta relación, como por ejemplo la reducción del costo podría implicar una baja en la calidad considerable, y viceversa.

Y aunque es difícil tener en un proyecto una eficiencia del 100%, es posible aproximarse bastante mediante métodos de control de obra que nos permitan visualizar el estado actual de proyecto, y poder entender que está sucediendo en el proyecto y poder tomar medidas correctivas que ayuden a un mejor desempeño.

Un método para determinar el avance de un proyecto es el del método del valor Ganado, el cual es un método el cual determina el rendimiento de un proyecto mediante el costo presupuestado del trabajo realizado y se compara con el costo real del trabajo realizado, el avance se mide comparando el valor ganado con el valor planificado.

El Método del Valor Ganado (EVM) es considerado por el Project Management Institute (PMI) una herramienta de gestión, de planificación y supervisión que relaciona la programación inicial con la ejecución realizada en el proyecto donde se aplique, determinando los requisitos de costo y tiempo, con el fin de facilitar información para la valoración del riesgo y oportunidades.

Un aspecto de gran consideración es la evaluación de proyecto para medir el desempeño de un proyecto para saber el avance positivo o negativo en términos de tiempo y costo.

La evaluación de proyecto consta de varias partes entre ellas debe tener:

- WBS (Work Breakdown Structure) Lo cual nos permite una organización de los trabajos a ejecutar.
- Programa de Obra PERT o CPM. mediante el cual se visualice los tiempos de ejecución del proyecto.
- Procedimientos de la organización. Quién debe llevar a cabo cada tarea del proyecto de forma organizada y en tiempo señalado.
- Presupuesto. Es el precio que costará ejecutar dicho proyecto.
- Especificaciones de diseño y normas técnicas aplicables, además de las consideraciones ambientales y regulaciones (leyes) de cada sitio donde se ejecute el proyecto.

## Capítulo 1

### Gerencia de Proyectos

#### Introducción

Este capítulo se describe los conceptos de gerencia de proyectos, así como sus principales funciones, las herramientas con las que el Gerente de Proyectos debe contar para poder lograr su objetivo. Este tema sirve para entender de manera general el ciclo de vida que tiene un proyecto y cuáles son las herramientas que se tienen para poder llevarlo a cabo desde el punto de vista del Gerente de proyectos.

#### La hipótesis

La importancia de las herramientas de medición para un gerente de proyectos para determinar de manera pronta y eficaz el estado real de un proyecto de construcción.

Determinar la importancia de la relación costo, tiempo y calidad de un proyecto de construcción.

La técnica de investigación fue la consulta bibliografía de tesis, artículos de internet, libros etc.

Objetivo del capítulo: Conocer los principales conceptos de la gerencia de proyectos, identificar la participación del Gerente de proyectos en los procesos de control de costo, tiempo y calidad de un proyecto de construcción.

#### 1.1 Definición de Gerencia de Proyectos

Definición de gerencia:

Se denomina “gerencia” según la real academia española a: ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo.

Estas son algunas definiciones de la Gerencia de Proyectos:

“La Gerencia de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas, y Técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto”. <sup>1</sup>

“La gerencia de proyectos, es la aplicación del conocimiento, de las habilidades, y de las técnicas para ejecutar los proyectos de manera eficiente y efectiva. Es una competencia estratégica para las organizaciones, y les permite atar los resultados de los proyectos a las metas del negocio, y así competir mejor en su mercado”. <sup>2</sup>

Gerencia de proyectos es la aquella organización encargada de la coordinación de un proyecto, está integrada por recursos humano y no humanos cuyo objetivo principal es lograr el desarrollo del proyecto cumpliendo con las especificaciones requeridas en un tiempo, costo y calidad determinada. <sup>3</sup>

El término gerencia de proyectos es a veces usado para describir una aproximación organizacional a la administración de operaciones sucesivas.

La misión de un gerente es allegar, utilizar en forma coordinada y optimizar los recursos necesarios para desarrollar exitosamente un proyecto. Por la naturaleza del ejercicio de gerencia de proyectos, esta tiene diferencias con la gerencia convencional ejercida en una organización

Por lo que respecta a las funciones de la gerencia del proyecto, éstas se resumen en tres rubros: planear u organizar, seleccionar el personal que integrará el equipo de trabajo del proyecto y controlar o dirigir las operaciones del mismo.

Las relaciones de la gerencia pueden ser: internas entre los gerentes de línea y del proyecto, y externas entre los gerentes y el entorno, para ello se utilizan: herramientas y técnicas cuantitativas, las estructuras de la organización y las habilidades organizativas.

## **1.2 Proyecto de obra**

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. 4

Se denomina “proyecto” según la real academia española a: Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería.

Un proyecto es una serie de actividades y tareas que tienen un objetivo, un plazo, un costo limitado, es multifuncional y consume recursos humanos y materiales. De acuerdo al PMI un proyecto “es un esfuerzo llevado a cabo para la creación de un único producto o servicio”. 5

Un proyecto es temporal y por tanto habrá de tener un fin o un plazo, se termina cuando se han terminado satisfactoriamente las actividades, o puede finalizar prematuramente cuando se toma la decisión de dar fin a este esfuerzo por circunstancias tales como: resultados decepcionantes, falta de fondos, no disponibilidad del personal humano requerido, etc.

Los proyectos son fundamentalmente diferentes porque el proyecto finaliza cuando sus objetivos han sido logrados, mientras que los desarrollos de nuevos proyectos acogen una serie nueva de objetivos y continúan trabajando.

### 1.3 Ciclo de un proyecto

El ciclo de vida de un proyecto es la secuencia de procesos que se necesitan para producir o crear un producto o servicio para su utilización por parte de un usuario. En muchos casos el ciclo de vida de un proyecto incluye la operación del sistema del producto hasta el momento que deja de ser útil y se procede a su disposición final.

Se puede concebir el ciclo de vida de un proyecto como una serie de estudios que permiten ubicar las acciones necesarias a llevar para cumplir un determinado objetivo en base a un procedimiento técnico de lo que se debe llevar a cabo, que es lo que se necesita entregar y quien o quienes están involucrado en cada fase del ciclo de vida del proyecto.

El ciclo de vida de un proyecto consta de cuatro etapas:

1.- Iniciación: Es la primera etapa donde se delimitan los objetivos, se determina las actividades a realizar para poder alcanzar el objetivo deseado, se realizan los estudios de factibilidad del proyecto en base a la experiencia y habilidades del equipo de trabajo.

2.- Planeación: En esta etapa se identifican y detallan tareas a realizar desde el inicio hasta el final de proyecto. se hacen un análisis de riesgos y se definen los criterios que harán a un proyecto exitoso. Estas tareas involucran la creación de una serie de planes: de proyecto, de recursos, financiero, de calidad, de riesgo, de aceptación, de comunicaciones, de adquisiciones, así como la contratación de proveedores o algún prestatario de servicio.

3.- Ejecución y control. - Es la etapa donde se aplican las dos etapas anteriores lo cual obliga a asegurar en esta etapa que cada una de las actividades del proyecto se ejecuten de forma adecuada, lo cual se logra mediante un monitoreo y control del tiempo, costo, calidad, modificaciones. Riesgos, problemas, adquisiciones, y comunicaciones etc.

4.-Cierre. - Es la etapa final del ciclo del proyecto, es de suma importancia poder asegurar que el proyecto se pueda completar de forma adecuada y para ello se realizan reportes integrales de la aceptación del producto terminado por el cliente, un análisis con el equipo de proyecto sobre los resultados y se retroalimenta con las lecciones aprendidas.

En el ciclo de vida del proyecto se presentan situaciones comunes como que al inicio del proyecto se tienen probabilidades bajas de que sea exitoso y conforme este avanza la incertidumbre va disminuyendo, al igual que se puede observar que los esfuerzos al inicio son bajos y al ir avanzando el proyecto se incrementan para posteriormente disminuir una vez que se encuentra cercana la conclusión.

Los esfuerzos de un proyecto pueden ser medidos en consideración de los fondos económicos o en tiempo que se invirtió. Esto se puede apreciar de manera más grafica en la figura 1.1, mientras que en la figura 1.2 (Bennet, pág. 174, 1983) se puede observar que es una curva de progreso acumulado en la que se observa que al comienzo se tiene un

avance lento y conforme va transcurriendo el tiempo se va incrementando el progreso del proyecto para luego disminuir de forma lenta al acercarse al final.

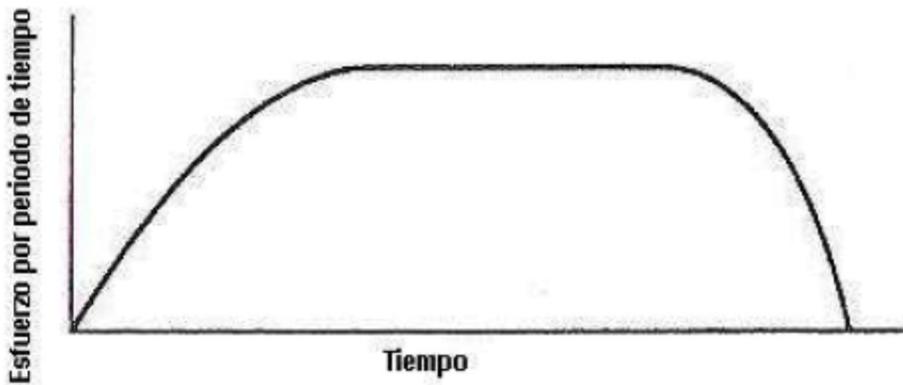


Fig. 1.1 comportamiento del esfuerzo con relación al tiempo del proyecto ( Bennet, 1983)

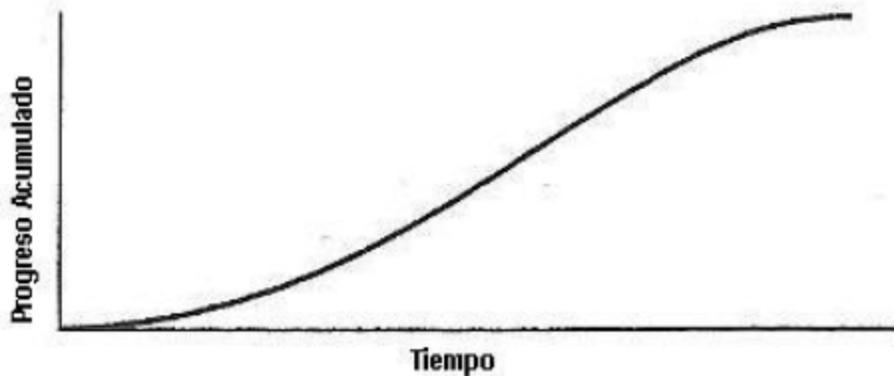


Fig. 1.2 Comportamiento del progreso con relación al tiempo del proyecto (Ibid)

Un aspecto importante a considerar de los proyectos y que se ve asociado del ciclo de vida de un proyecto e que los grupos interesados en el proyecto intervienen mucho más en el inicio del proyecto y de forma menor al final debido a que conforme el proyecto avanza el costo de modificación tendrá un impacto considerable en el costo del proyecto.

#### **1.4 Estructura de desglose de los Trabajos de un proyecto**

Un punto importante que se tiene durante la planeación del proyecto es la estructura de desglose del proyecto (EDT), ya que en este se hace el plan de cómo se ejecutara la obra de manera de secuenciación para cada una de las actividades involucradas para poder llegar al objetivo de realizar el proyecto.

Una estructura de Desglose de trabajos (EDT) es una estructura que empieza con los productos finales o terminada muestra como estos productos se pueden subdividir en tareas o paquetes de trabajo elementales. Generan por consecuencia diversos niveles de responsabilidad.

Lo primero que se debe realizar para poder desarrollar la estructura de desglose del proyecto es hacer un listado de las tareas o actividades que se deben realizar para poder ejecutar cada etapa del proyecto.

La naturaleza grafica de la EDT puede ayudar a un gerente de proyecto a predecir los resultados basados en diversos escenarios, lo que contribuye a optimizar la toma de decisiones en todo lo relativo a procedimientos y cambios. Al crear una EDT, el director del proyecto define los objetivos clave primero y después identifica las tareas necesarias para alcanzar esas metas. La estructura de desglose de trabajo se asemeja a la forma de un diagrama de árbol con el "tronco" en la parte superior y las "ramas" debajo. ii

El propósito de la estructura de desglose de trabajo es minimizar los posibles errores, tener una mayor en eficacia y asegurar un mejor control. En concreto, hay tres razones para utilizar una EDT:

1. Ayuda a ganar en precisión a la hora de definir y organizar el alcance del proyecto total. Su estructura jerárquica fomenta la división en partes cada vez más pequeñas, más específicos y mucho más sencillas de abordar.
2. Simplifica la asignación de responsabilidades y recursos, el seguimiento del proyecto y su control. Al ganar en concreción resulta mucho más fácil comprender qué implica cada entrega.
3. Contribuye a lograr una mejor estimación de los costos, los riesgos y los plazos, debido a que permite trabajar desde las tareas más pequeñas hasta el nivel global.

TABLA DE SECUENCIAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA BODEGA ALTERNATIVA 1

ACTIVIDADES INMEDIATAS PRECEDENTES	ACTIVIDADES INMEDIATAS SIGUIENTES		Proyecto	Trámite	Bodega Herram.	Acond. Terreno	Excavación	Cimentación	Relleno	Pisos	Columnas	Fabricación y Entr. de Estr. de acero	Erección de Estr. de acero	Instalación Eléctrica	Muros	Aplanados	Techo de lámina	Herrería	Vidrios	Pintura	Detalles
	↓	→																			
Proyecto			X	X	X							X									
Trámite							X														
Bodega Herram.							X														
Acond. de terreno							X														
Excavación								X													
Cimentación									X		X										
Relleno										X					X						
Pisos																		X			
Columnas												X			X						
Fabricación y Entrega Estr. de acero												X									
Erección de Estructura de acero													X				X				
Instalación eléctrica														X							
Muros															X			X			
Aplanados																X			X	X	
Techo de lámina																X					
Herrería																X					
Vidrios																			X		
Pintura																					X
Detalles																					X

Fig. 1.3 Tabla de secuencia de actividades.

### 1.5 Programa de ejecución de los trabajos.

El programa de ejecución de los trabajos es un esquema en el cual se representa la duración de cada actividad a realizar durante el proyecto, está basado en la estructura de desglose del proyecto (EDT), este por lo general es representado en forma de red o de diagrama de barras (más usado).

El diagrama de Gantt es una útil herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. Fue Henry Laurence Gantt quien, entre 1910 y 1915, desarrolló y popularizó este tipo de diagrama en Occidente. Desde su introducción los diagramas de Gantt se han convertido en una 4 herramienta básica en la gestión de proyectos de todo tipo, con la finalidad de representar las diferentes fases, tareas y actividades programadas como parte de un proyecto o para mostrar una línea de tiempo en las diferentes actividades haciendo el método más eficiente.

El diagrama de Gantt es una herramienta que se utiliza para planificar y programar tareas o actividades por un periodo de tiempo determinado. Por lo que facilita la visualización de las actividades a realizar, permite realizar el seguimiento, el control del progreso de cada una de las actividades en cada etapa del proyecto. El diagrama de Gantt nos proporciona de manera gráfica cada tarea, su duración secuencia y además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización que se tiene prevista.

A pesar de esto, el Diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades. Dada la posición de cada tarea a lo largo del tiempo, se pueden identificar dichas relaciones e interdependencias. Por esta razón, para la planificación del desarrollo de proyectos complejos se requiere además el uso de técnicas basadas en redes de precedencia como CPM o los grafos PERT. Estas redes relacionan las actividades de manera que se puede visualizar el camino crítico del proyecto y permiten reflejar una escala de tiempos para facilitar la asignación de recursos y la determinación del presupuesto. El diagrama de Gantt, sin embargo, resulta útil para la relación entre tiempo y carga de trabajo.

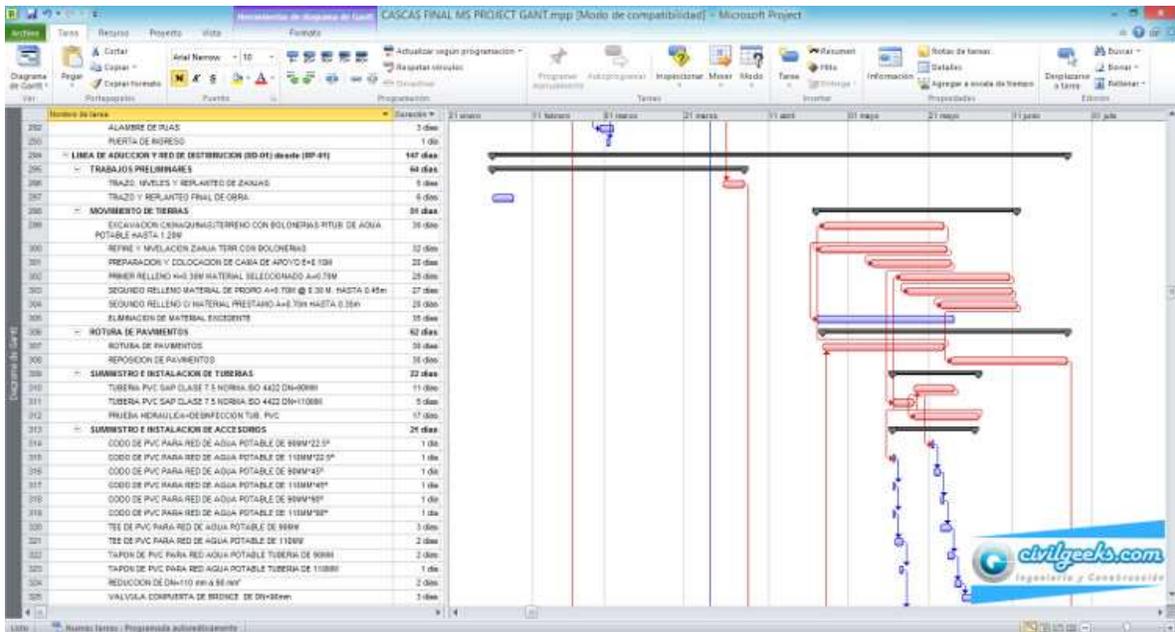


Fig. 1.4 Diagrama de barras de Gantt en el programa de opus.

## 1.6 Relación Costo, Tiempo y Calidad.

Una de las funciones que son de suma importancia de la gerencia de proyectos es cuidar la relación de costo, tiempo y calidad, cuidar esta relación establece que el proyecto para que no se salga de los parámetros establecidos en cuanto al diseño y la programación.

El modificar alguno de estos aspectos representa una modificación en el proyecto, debido a que si se descuida el tiempo los factores de costo y calidad se verían afectados, del mismo modo al tener una mala calidad afectaría el costo del proyecto y el tiempo, y si el costo disminuye se afecta de manera directa la calidad.

Una manera de representar esta relación es mediante un cubo, en la cual se observa la estrecha relación que tienen estos tres aspectos, y como la relación ideal es tratar de mantener siempre un equilibrio en calidad, costo y tiempo.

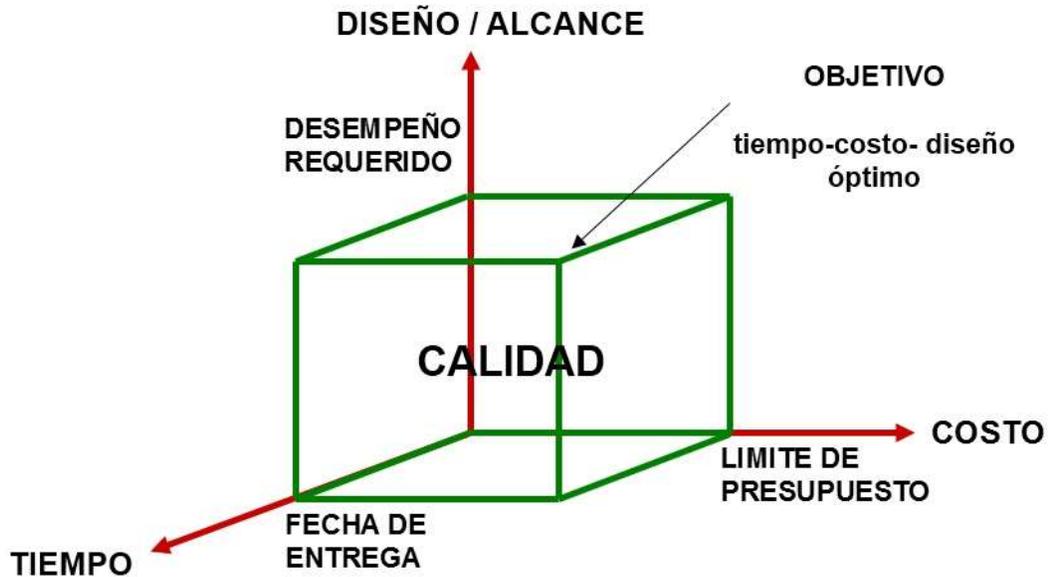


Fig.1.5 Cubo de relación Calidad, Tiempo y Costo.

### Conclusión

El gerente de proyectos es de suma importancia en el transcurso de vida de un proyecto de construcción desde que este inicia en la idea hasta que se ha realizado el proyecto incluso a veces hasta en la operación.

En la gerencia de proyectos se utilizan ciertas herramientas para poder llevar un adecuado control sobre los aspectos, Tiempo-Costo y Calidad, los cuales se debe llevar de manera conjunta los tres ya que se encuentran en una relación de dependencia cada uno de estos tres elementos.

El ciclo de vida de un proyecto empieza con la etapa de iniciación donde se definen los alcances del proyecto, donde se realizan las factibilidades y estudios pertinentes, seguido de la etapa de planeación donde se determinan las actividades a realizar para que dicho proyecto se lleve a acabo de la mejor forma en tiempo, costo y calidad, en la etapa de la ejecución es llevar a cabo las dos etapas anteriores cuidando llevar un adecuado control del proyecto según lo planeado y cierre es la etapa final donde se realizan reportes integrales de la aceptación del producto terminado por el cliente y se entrega la obra ejecutada.

Estas herramientas son los programas de obra, tales como la estructura de desglose de trabajo en la cual podemos determinar las actividades que se involucran en el proceso constructivo de cada etapa del proyecto y así poder generar un diagrama de precedencia de actividades las cuales nos proporcionarán nuestro programa de trabajo, el cual se

representa por lo general con el Diagrama de Gantt, este nos incluye el aspecto tiempo, y también puede ser incluido el aspecto financiero del proyecto.

El conocer estos conceptos, así como la importancia del gerente de proyectos en un proyecto de construcción nos permite dar paso a conocer los métodos de control que se pueden aplicar, así como conocer sus fortalezas y debilidades de cada método y emplear el que mejor se adecue a las necesidades del proyecto y de cada empresa.

## **Bibliografía**

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB476S/AB476S05.htm> ,consultado 05 de Noviembre del 2016 <sup>1</sup>

<http://www.pmi.org/page-1700178> , consultado 05 de Noviembre del 2016 <sup>2</sup>

<http://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/areas-de-conocimiento-pmbok-1/estructura-de-desglose-de-trabajo-por-que-la-necesitan-tus-proyectos> , consultado 05 de Noviembre del 2016 <sup>3</sup>

A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Third Edition 2004 Project Management Institute (PMI).<sup>4</sup>

Bennett, pág. 174, 1983 <sup>5</sup>

Project Management Institute, Pág. 167, 2001<sup>6</sup>

Notas

i Ibidem (Ibid.)

ii Opus citatum (Op. cit.)

## **Capítulo 2**

### **Gestión de Costos**

#### **Introducción**

En este capítulo se abordará el tema de la gestión de costos de construcción, para ello se dará un breve contenido acerca de conceptos básicos de los costos, el cómo se integran estos costos, y de igual forma se definirá el concepto de programa de obra, por último, indagaremos acerca de los principales métodos de gestión de obra que existen y cuales se usan comúnmente.

Hipótesis: La gestión de costos es una herramienta de control del proyecto en el aspecto financiero, en este se puede determinar qué tan sanas son las finanzas en el transcurso del proyecto y determinar si se cumplirán los objetivos planteados.

Objetivo: Conocer las herramientas con las que se cuentan en el área de costos, para poder así llevar un adecuado control presupuestal y financiero un proyecto

#### **2.1 Conceptos básicos**

Costo: Son los recursos utilizados para la fabricación de un producto, adquisición de mercadería o prestación de servicios.

Conceptos de obra: Conjunto de actividades de acuerdo con las especificaciones respectivas integran cada una de las partes en que se divide convencionalmente un presupuesto, con fines de medición y pago.

Costo directo: Son aquellos gastos que tienen que tienen una aplicación a un producto determinado.

Costo indirecto: Son aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado.

Insumos: Son aquellos productos o materiales que se usan para obtener o producir un producto final.

Precio unitario: Se considerará como precio unitario, el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado, ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.

Presupuesto de obra: Valuación de los trabajos por ejecutar, aplicando los precios unitarios de los conceptos de obra a los volúmenes correspondientes.

Programa de obra: Es la organización de actividades a realizar, conforme al procedimiento constructivo que se desarrolle en la obra, en un determinado tiempo. La programación de la obra a realizar juega un papel importante dentro del contrato, porque nos permite medir los avances físicos y financieros.

Ajuste de costos: Acción de aplicar un factor a un costo determinado, cuando el precio de los insumos que lo integran sufren variaciones originadas por incrementos o decrementos.

**Anticipo:** Término empleado para definir el pago inicial que se le otorga al contratista para el inicio de obra y compra de materiales, siendo el porcentaje del monto total del contrato o de lo asignado a una primera etapa.

**Contratista:** Persona que celebre contrato de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas.

**Contrato:** Conjunto de derechos y obligaciones recíprocas que contraen las partes de intervienen en él.

**Inflación:** La inflación es el aumento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios en un país. Para medir el crecimiento de la inflación se utilizan índices, que reflejan el crecimiento porcentual de una canasta de bienes ponderada.

**Catálogo de conceptos:** Lista de todos los conceptos, trabajos o partidas que intervienen en una obra.

**Mano de obra:** Es aquel que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios al personal que interviene exclusiva y directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al cabo o primer mando.

**Materiales:** Son los insumos requeridos para el proceso productivo.

**Maquinaria:** Es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

**Subcontratación:** El medio por el que el denominado patrón contratista ejecuta obras o presta servicios con sus trabajadores bajo su dependencia, esto a favor de un contratante que puede ser persona física o moral, misma que fija las tareas que el contratista habrá de hacer y lo supervisa en el desarrollo de los servicios o la ejecución de las obras pactadas.<sup>2</sup>

## **2.2 Integración de costos.**

Los costos de construcción se integran por los siguientes componentes:

- Costos directos
- Costos indirectos.
- Costos por Utilidad.
- Costos por Financiamiento.

Los costos directos son aquellos que intervienen de manera directa en la obra de construcción. Tales como insumos, como lo son los materiales, mano de obra, herramienta y equipo, subcontratos.<sup>2</sup>

Los costos indirectos son aquellos que no intervienen directamente en la obra pero que son necesarios para que este se pueda realizar.

El análisis del costo tiene las siguientes características:

“El análisis de un costo es aproximado debido a que no existen dos procesos constructivos iguales, el intervenir la habilidad personal del operario y el basarse en condiciones promedio de consumos, insumos y desperdicios, permite asegurar que la evaluación monetaria del costo, no puede ser matemáticamente exacta.”<sup>1</sup>

EL análisis de costo es específico por este motivo si cada proceso constructivo se integra en base a su condición periférica de tiempo, lugar y secuencia de eventos, el costo no puede ser genérico.

“El proceso de integración de los costos de construcción es dinámico debido al constante mejoramiento constante de los materiales, equipos, procesos constructivos, técnicas de planeación, organización, dirección, control, incrementos de costos de adquisiciones, perfeccionamiento de sistemas impositivos de prestaciones sociales, etc., nos permite recomendar la necesidad de una actualización constante de los análisis de costos.”<sup>2</sup>

El análisis del costo puede elaborarse inductiva o deductivamente. Si la integración de un costo, se inicia por sus partes conocidas, si de los hechos se infiere el resultado, se estará analizando el costo inductivamente. Si a través del razonamiento se parte del todo conocido, para llegar a las partes desconocidas, se estará analizando el costo deductivamente.

El costo esta precedido de costos anteriores y este a su vez es integrante de costos posteriores. En la cadena de procesos que definen la productividad de un país, el costo de un concreto hidráulico, por ejemplo, lo constituyen los costos de los agregados pétreos, al aglutinante el agua para su hidratación, el equipo para su mezclado, etc.

Es por ello nuestro interés en justa evaluación del proceso productivo, para que, en la medida de nuestra intervención, hagamos comparativos a nivel nacional o internacional nuestro producto, conscientes de nuestra responsabilidad como eslabones de esa cadena que, sin mengua de su calidad, debe producir beneficios justos y, por tanto, sanos desarrollos a nivel personal, familia, empresa y país.

### **2.3 Costos Directos**

El costo directo se define como: "la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo".<sup>2</sup>

Llamado también variable o marginal, es aquel en donde los costos variables únicamente forman parte del costo del producto. Los costos fijos se llevan como gastos de fabricación del periodo, afectando al respectivo ejercicio.

El costo directo por mano de obra es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al primer mando, entendiéndose como tal hasta la categoría de cabo o jefe de una cuadrilla de trabajadores. No se considerarán dentro de este costo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos. El costo de mano de obra se obtendrá de la siguiente expresión:

$$Mo = \frac{Sr}{R}$$

Donde:

“Mo” Representa el costo por mano de obra.

“Sr” Representa el salario real del personal que interviene directamente en la ejecución de cada concepto de trabajo por jornada de ocho horas, salvo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos, incluyendo todas las prestaciones derivadas de la Ley Federal del Trabajo, la Ley del Seguro Social, la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores o de los Contratos Colectivos de Trabajo en vigor.

Para la obtención del salario real se debe considerar la siguiente expresión:

$$Sr = Sn * Fsr$$

Donde:

“Sn” Representa los salarios tabulados de las diferentes categorías y especialidades propuestas por el licitante o contratista, de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos.

“Fsr” Representa el factor de salario real, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 191 de este Reglamento.

“R” Representa el rendimiento, es decir, la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo por jornada de ocho horas. Para realizar la evaluación del rendimiento, se deberá considerar en todo momento el tipo de trabajo a desarrollar y las condiciones ambientales, topográficas y en general aquéllas que predominen en la zona o región donde se ejecuten.<sup>2</sup>

**Artículo 194.-** El costo horario directo por maquinaria o equipo de construcción es el que se deriva del uso correcto de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad y especificaciones generales y particulares que determine la dependencia o entidad y conforme al programa de ejecución convenido. El costo horario directo por maquinaria o equipo de construcción es el que resulta de dividir el importe del costo horario de la hora efectiva de trabajo entre el rendimiento de dicha maquinaria o equipo en la misma unidad de tiempo, de conformidad con la siguiente expresión:

$$ME = \frac{Phm}{Rhm}$$

Dónde:

“ME” Representa el costo horario por maquinaria o equipo de construcción.

“Phm” Representa el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción considerados como nuevos; para su determinación será necesario tomar en cuenta la operación y uso adecuado de la máquina o equipo seleccionado, de acuerdo con sus características de capacidad y especialidad para desarrollar el concepto de trabajo de que se trate. Este costo se integra con costos fijos, consumos y salarios de operación, calculados por hora efectiva de trabajo.

“Rhm” Representa el rendimiento horario de la máquina o equipo considerados como nuevos dentro de su vida económica, en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar y en las correspondientes unidades de medida, que debe corresponder a la cantidad de unidades de trabajo que la máquina o equipo ejecuta por hora efectiva de operación, de acuerdo con los rendimientos que determinen, en su caso, los manuales de los fabricantes respectivos, la experiencia del contratista, así como las características ambientales de la zona donde se realizan los trabajos. Para el caso de maquinaria o equipos de construcción que no sean fabricados en línea o en serie y que por su especialidad tengan que ser rentados, el costo directo de éstos podrá ser sustituido por la renta diaria del equipo sin considerar consumibles ni operación.<sup>2</sup>

**Artículo 195.-** Los costos fijos son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

El costo por mano de obra, materiales, herramientas y equipo, según el principio de Pareto\*. Este principio define, literalmente, que el 80% de los resultados provienen del 20% de los esfuerzos dedicados. Que el 20% de las causas provocan el 80% de las consecuencias. Que el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados.<sup>3</sup>

En general se tiene un promedio que el *costo directo representa el 80 % del costo total del presupuesto, y de este 80%, según sea el tipo de construcción es el índice de incidencia que tendría cada tipo de insumo (material, mano de obra, herramienta y equipo, subcontrato) por ejemplo en vivienda se tiene un mayor porcentaje de materiales y en mano de obra con respecto a herramienta y equipo.*<sup>2</sup>

## 2.4 Costos indirectos

**Artículo 211.-** El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el

transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Para la determinación del costo indirecto se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia encargada directamente de los trabajos. En el caso de los costos indirectos de oficinas de campo se deberán considerar todos los conceptos que de ello se deriven.<sup>2</sup>

Artículo 212.- Los costos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de los trabajos de que se trate.<sup>2</sup>

**Artículo 213.-** Los gastos generales que podrán tomarse en consideración para integrar el costo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la administración de oficinas centrales, a la administración de oficinas de campo o a ambas, según el caso, son los siguientes:

I. Honorarios, sueldos y prestaciones de los siguientes conceptos:

- a) Personal directivo;
- b) Personal técnico;
- c) Personal administrativo;
- d) Cuota patronal del seguro social y del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores;
- e) Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo para el personal enunciado en los incisos a), b) y c) de esta fracción; f) Pasajes y viáticos del personal enunciado en los incisos a), b) y c) de esta fracción, y g) Los que deriven de la suscripción de contratos de trabajo para el personal enunciado en los incisos a), b) y c) de esta fracción;

II. Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:

- a) Edificios y locales;
- b) Locales de mantenimiento y guarda;
- c) Bodegas;
- d) Instalaciones generales;
- e) Equipos, muebles y enseres;
- f) Depreciación o renta, y operación de vehículos, y
- g) Campamentos;

III. Servicios de los siguientes conceptos:

- a) Consultores, asesores, servicios y laboratorios, y
- b) Estudios e investigaciones;

IV. Fletes y acarreos de los siguientes conceptos:

- a) Campamentos;
- b) Equipo de construcción;
- c) Plantas y elementos para instalaciones, y
- d) Mobiliario;

V. Gastos de oficina de los siguientes conceptos:

- a) Papelería y útiles de escritorio;
- b) Correo, fax, teléfonos, telégrafos, radio y otros gastos de comunicaciones;
- c) Equipo de computación;
- d) Situación de fondos;
- e) Copias y duplicados;
- f) Luz, gas y otros consumos, y
- g) Gastos de la licitación pública;

VI. Capacitación y adiestramiento;

VII. Seguridad e higiene;

VIII. Seguros y fianzas, y

IX. Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:

- a) Construcción y conservación de caminos de acceso;
- b) Montajes y desmantelamientos de equipo, y
- c) Construcción de las siguientes instalaciones generales:
  - 1. Campamentos;
  - 2. Equipo de construcción, y
  - 3. Plantas y elementos para instalaciones

Los costos indirectos son aquellos que no intervienen quizás directamente en la obra de construcción, pero que son indispensable para su realización, en cuestión de incidencia en el presupuesto varía según los trabajos a realizar, pero en promedio rondan entre un 20% y 40%.<sup>2</sup>

## **2.5 Costos por utilidad**

**Artículo 219.** El cargo por utilidad es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo; será fijado por el propio contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

Para el cálculo del cargo por utilidad se considerará el impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas a cargo del contratista.<sup>2</sup>

## 2.6 Costo por Financiamiento

**Artículo 214.-** El costo por financiamiento deberá estar representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponderá a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados que realice el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por periodos. El procedimiento para el análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento deberá ser fijado por cada dependencia o entidad. <sup>2</sup>

**Artículo 215.-** El costo por financiamiento permanecerá constante durante la ejecución de los trabajos y únicamente se ajustará en los siguientes casos:

- I. Cuando varíe la tasa de interés;
- II. Cuando no se entreguen los anticipos durante el primer trimestre de cada ejercicio subsecuente al del inicio de los trabajos, conforme a lo dispuesto por el segundo párrafo de la fracción V del artículo 50 de la Ley, y
- III. Cuando resulte procedente ajustarlo conforme a lo dispuesto en los artículos 59, párrafo cuarto de la Ley y 102 del presente Reglamento.

**Artículo 216.-** Para el análisis, cálculo e integración del porcentaje del costo por financiamiento se deberá considerar lo siguiente:

- I. Que la calendarización de egresos esté acorde con el programa de ejecución de los trabajos y el plazo indicado en la proposición del contratista;
- II. Que el porcentaje del costo por financiamiento se obtenga de la diferencia que resulte entre los ingresos y egresos, afectado por la tasa de interés propuesta por el contratista, y dividida entre el costo directo más los costos indirectos;
- III. Que se integre por los siguientes ingresos:
  - a) Los anticipos que se otorgarán al contratista durante el ejercicio del contrato, y
  - b) El importe de las estimaciones a presentar, considerando los plazos de formulación, aprobación, trámite y pago, deduciendo la amortización de los anticipos concedidos, y
- IV. Que se integre por los siguientes egresos:
  - a) Los gastos que impliquen los costos directos e indirectos;
  - b) Los anticipos para compra de maquinaria o equipo e instrumentos de instalación permanente que en su caso se requieran, y
  - c) En general, cualquier otro gasto requerido según el programa de ejecución.<sup>2</sup>

## 2.7 Programa de Obra

El programa de obra es una representación gráfica de los trabajos y partidas que se realizarán en el proyecto. Este se realiza en el horizonte de tiempo que durará o se piensa que se requerirá para poder realizar el proyecto.

La mayoría de los programas de obra que se usan en la construcción son el diagrama de Gantt o diagrama de barras, esto es debido a su sencillez y su facilidad de ser comprendido por cualquier persona. En este diagrama se tienen la relación de trabajos y las barras simbolizan su duración en el horizonte de tiempo.

Estos programas pueden ser:

- *Diagrama de Gantt.*

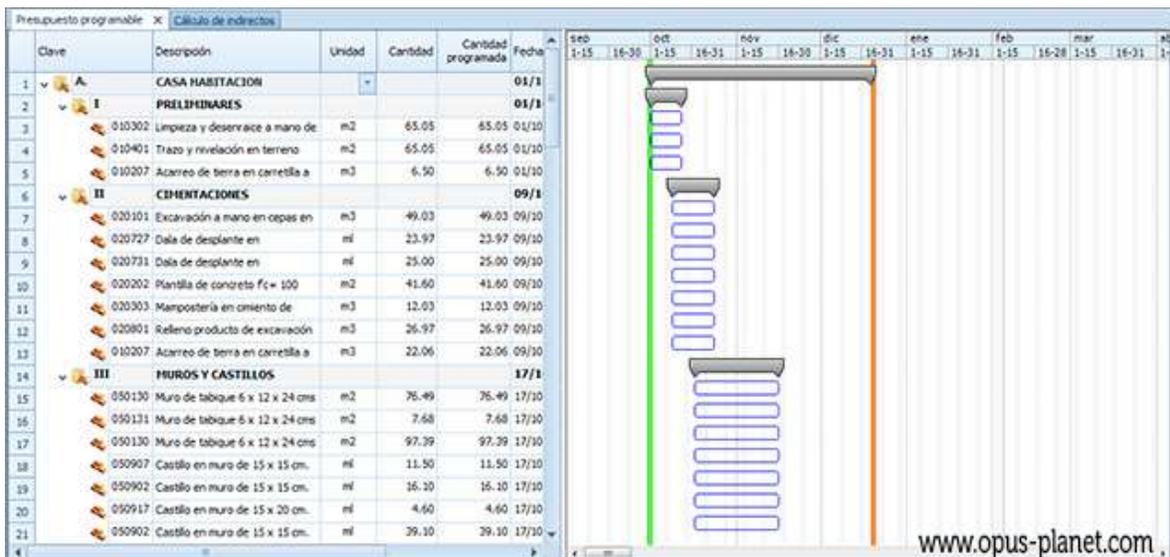
Es uno de los más utilizados, quizá debido a su sencillez. Esta herramienta, útil para cualquier tipo de proyectos, se compone de dos ejes, uno vertical y otro horizontal, donde se señala por un lado las actividades y por otro el tiempo del proyecto. El cronograma de Gantt refleja, a través de diagramas de barra horizontales, la distribución y duración de cada una de las tareas del proyecto.

- *Diagrama de Pert*

Este método es más recomendado cuando la complejidad del proyecto es mayor y un complemento ideal para otras metodologías. A través de este método se descomponen el proyecto en tareas, cuya secuencia y relación se plasma por medio de símbolos denominados grafos.

- *Método de la cadena crítica*

La cadena crítica es uno de los métodos más novedosos pero muy efectivo. Este método se caracteriza por definir los plazos mínimos para finalizar un proyecto e identificar las restricciones que los afectan. A través de la cadena crítica se introduce una serie de amortiguadores o buffers, cuyo fin es proteger el proyecto.



## Imagen 1. Programa de obra tipo. (PERT)

El uso de un programa de obra lleva muchas ventajas.

- Se tiene una lista detallada de los trabajos a realizar.
- Se tiene el tiempo programado de cada actividad.
- Sirve para medir el avance de la obra.
- Ayuda a la programación de los trabajos.
- Identifica las actividades críticas en el proyecto.
- Se puede observar gráficamente el flujo de dinero que se tiene como diferencia entre cobros y pagos.

Sin embargo, también puede tener algunas desventajas.

- No se puede visualizar de manera sencilla las holguras.
- Al ser tiempos supuestos, muchas veces no se realiza tal y como en la realidad.
- El hacer un mal programa puede traer consecuencias por multas por atrasos de obra.
- Muchas veces lo hace personal sin experiencia en obra.

La importancia de contar con un buen programa, lo más cercano a la realidad es de gran ayuda en un proyecto de construcción, ya que este debe involucrar tanto a personal de experiencia de obra, así como a quien realiza el presupuesto de obra.

### **2.8 Gestión de costos**

La gestión de costos es de gran importancia ya que su objetivo es precisamente controlar la parte económica de un proyecto de construcción, esto es según lo planeado en el presupuesto y programa de construcción.

La gestión de costos es el proceso de estimar, asignar y controlar los costos de un proyecto. Permite que las empresas conozcan por adelantado los gastos y así reduzcan las posibilidades de superar el presupuesto. <sup>5</sup>

El éxito de un proyecto depende principalmente con que se cumplan con los tres puntos esenciales de todo proyecto: Costo, Calidad y tiempo.

En este caso analizaremos como llevar una adecuada gestión de costos y de obra. Primeramente, se debe contar con toda la información disponible de la obra, tales como:

- Planos arquitectónicos del proyecto.
- Presupuesto de obra.
- Programa de obra.
- Estimaciones de obra.
- Explosión de insumos.
- Presupuesto de destajo de mano de obra.

La principal finalidad de la gestión de costos es que, el costo del proyecto no sobrepase el costo programado, y servir de indicador cuando se esté llegando al límite del presupuesto autorizado.

Para ello se debe tener un control en las compras de material que se realicen para que estos sean de acuerdo o según indica el presupuesto, ya que el comprar un material a mayor precio del cotizado en el presupuesto afectaría directamente en la utilidad.

De esta forma la Gestión de costos debe asegurar que el responsable de comprar realice estas al precio estipulado en el presupuesto o menor que este.

Otro aspecto a considerar es el pago de destajos, para ello el encargado de la Gestión de costos debe asegurar que el Residente de obra a cargo de las estimaciones de mano de obra, sea acorde de lo que señala el presupuesto de construcción y al precio establecido en el destajo de obra.

Para ello es de gran importancia no tener ningún tipo de error en la volumetría del presupuesto, muchas veces el realizar un mal cálculo de esta puede llevar a afectar gravemente la utilidad del proyecto, también el considerar el destajo de mano de obra muy por debajo del promedio, puede afectar la utilidad ya que para el personal es insuficiente el precio percibido y se rehúsa a realizar el trabajo, obligando a pagar de más, según lo presupuestado.

Para realizar este control se puede apoyar en diversos softwares tales como Project, Opus, Enkontrol, cuya finalidad es organizar la información recabada y que el encargado de la gestión de costos pueda visualizar de forma más sencilla, el estatus del proyecto.

El principal problema que se tiene por parte de la Gestión de proyectos es que difícilmente se pueda comprar todos los materiales al precio que se cotizo al momento de realizar el presupuesto, esto debido a la variación constante de precios, muchas veces no se compra con el proveedor cotizado por falta de disponibilidad y por la urgencia se compra con otro proveedor. (Aunque en materiales que impacten mucho y si se tiene un incremento general en el mercado se puede recurrir a una escapatoria por parte del constructor).

Otro problema que afecta es el retraso que se tenga en la obra que produce un sobre costo en la mano de obra, así como en el equipo o maquinaria que se tenga, teniendo así costos que afectan a la utilidad.

El llevar una gestión de costos si bien simboliza un costo adicional en el proyecto, el no tenerlo podría tener consecuencias de mayor impacto, además que este provee un estado constante o monitoreo de las finanzas de la obra, ayudando a tomar mejores decisiones a la hora de planear el proyecto.

## **Bibliografía.**

[http://www.academia.edu/7735128/SISTEMAS DE COSTOS.](http://www.academia.edu/7735128/SISTEMAS_DE_COSTOS.), consultado junio 2017 <sup>1</sup>

Reglamento De La Ley De Obras Públicas Y Servicios Relacionados Con Las Mismas Sección III Del Costo Indirecto, consultado junio 2017. <sup>2</sup>

<https://librosparaemprendedores.net> consultado junio 2017 <sup>3</sup>

[www.opusplanet.com](http://www.opusplanet.com) <sup>4</sup>

PMBOOK Capitulo 7 <sup>5</sup>

reforma laboral 2010 artículo 15-A <sup>6</sup>

## **Conclusión capitular Capitulo 2**

En este capítulo podemos identificar los componentes que forman un presupuesto de construcción, que es un estimado del costo que tendrá un proyecto determinado, este está sujeto a muchos factores que indican directamente en él, tales como precios de materiales, el lugar donde se pretende realizar la construcción, la inflación, el tiempo de construcción etc.

El principal objetivo de este capítulo es dar paso a un aspecto de suma importancia para un buen control de un proyecto que es la gestión de costos, esta nos permite tener una visión de cómo está en cuestión económica el estado de nuestro proyecto, si se está teniendo las ganancias esperadas o se están teniendo pérdidas e identificar en que área se está teniendo una deficiencia.

## Capítulo 3

### Método del Valor Ganado

Introducción: El método del Valor Ganado es una herramienta que se utiliza para conocer el desempeño de un proyecto.

Hipótesis: El método del valor Ganado es una herramienta que mide el desempeño de un proyecto y nos da una visión del estado en el que se encuentra dicho proyecto.

Objetivo del tema:

El objetivo de este capítulo es explicar lo que es el método del valor ganado, así como su breve historia, sus orígenes, su evolución a lo largo del tiempo, sus fundamentos, los elementos que lo componen, el alcance de este método, es decir sus limitantes y sus ventajas.

También de igual forma es su aplicación en el área de la construcción, como medio de control de obra, identificar sus componentes, es decir los datos que requiere que se ingrese, y luego los resultados que nos proporciona, identificar o interpretar los resultados de este método en el proyecto de construcción y proponer una forma más eficiente de obtener los datos de la obra en ejecución.

### 3.1 Conceptos Básicos

El método del valor ganado está integrado por los siguientes componentes básicos:

AC= Costo anual, el cual representa el dinero que gastamos para realizar el trabajo.

PV= Valor Planificado, representa el costo planificado del trabajo que debería estar completo en un momento en específico.

EV=valor Ganado, es la medida del valor del trabajo que se completó en un momento determinado.

Estos tres componentes se determinan en específicos momentos y se utilizan para calcular los índices de desempeño y las variaciones respecto al plan original, que son:

SPI: Es el Índice del desempeño del cronograma, la cual es una medida de que tan bien está avanzando el trabajo respecto del cronograma planificado. Y se obtiene dividiendo EV/ PV.

Si el resultado es mayor que 1, significa que el proyecto esta adelantado en el cronograma, o se está realizando más trabajo del que se había planificado.

SV= La variación del cronograma, la cual es una medida (expresada en dinero) de que tan distante está el proyecto respecto al cronograma original.

Se calcula  $EVM$  menos  $PV.$ , si es positivo el resultado significa que el proyecto esta adelantado, y viceversa.

$CPI$ = El índice del desempeño del costo es una medida de que tan eficiente se está utilizando el dinero del proyecto.

Se obtiene dividiendo  $EV$  entre  $AC$ , si el resultado es mayor a 1, indica que el proyecto está pagando menos por el trabajo hecho, que el costo que se planifico.

$CV$ = Variación del costo, la cual nos indica que tan distantes se encuentra el proyecto del costo presupuestado con respecto al trabajo realizado o ganado.

Se obtiene restando al  $EVM$  el valor del  $AC$ , si el resultado es positivo nos indica que se está pagando menos de lo planificado para el trabajo que se hizo.

Teniendo estos indicadores es posible determinar el estado en el cual se encuentra el proyecto y de tener algún retraso, identificar por que sucede este, y proponer una solución.

### **3.2 Historia del método del Valor Ganado**

Desde la más remota antigüedad, el ser humano ha pretendido controlar lo que tenía que hacer. Un ejemplo de esto nos lo muestra el pueblo egipcio, el cual, 3000 años a.c. ya fue capaz de emplazar 2.300.000 bloques de piedra con un peso que oscilaba entre las 2 y las 70 toneladas cada uno, para construir las pirámides y mover a cientos de miles de personas durante la construcción de dichas pirámides, todo lo cual indica que ya en esta época se estaban gestionando proyectos de gran envergadura.

Desde muy antiguo, el ser humano ha tratado de llevar a cabo proyectos, pensando en cómo debería de hacerlos, iniciándolos, ejecutándolos y finalmente cerrándolos. Se han desarrollado técnicas y herramientas que permiten de alguna manera controlar la evolución de los proyectos, simulando el flujo de trabajo en el tiempo, facilitando el control del calendario y, a su vez, hacer posible determinar estadísticamente la probabilidad de ejecutar lo planificado.

Las ideas fundamentales que han llevado a entender el enfoque del valor ganado para el control de proyectos proceden de dos líneas de razonamiento distintas: las que originaron los ingenieros industriales y las procedentes de los gestores de proyectos.

En el siglo XIX, los ingenieros industriales buscaban una manera de medir el desempeño de las líneas de producción, y se dieron cuenta de que hacían falta tres mediciones para establecer si el desarrollo del proceso de fabricación estaba siendo el adecuado y si era rentable. Se creó el concepto de costo estándar, es decir, el costo o valor atribuible a una unidad de fabricación.

Se trata de una medida muy importante, ya que normalmente está basada en un estudio detallado del contenido en mano de obra, los tipos de cambio, la estructura general, el contenido de material y los costos relacionados. Estos datos resultan de vital importancia a la hora de fijar los precios de los productos y la rentabilidad esperada del proceso de producción. Para evaluar la eficacia de la línea de producción, se contaban el número de productos fabricados, se comparaba con el número planeado o esperado y, finalmente, se calculaban los costos reales a partir de las cuentas importantes, los registros de plazos y las tasas corrientes generales. Aplicando el costo estándar a la fabricación real y a la planeada, se obtenían los costos estándar que se podían comparar con los costos reales. Por lo tanto, se calculaban tres cifras:

- La fabricación planeada a una tasa de costos estándar.
- La fabricación real a una tasa de costos estándar.
- Los costos reales ocasionados.

Comparando estas cifras, se podían obtener los siguientes resultados:

- Eficiencia del plazo: fabricación real a costos estándar en comparación con la fabricación planeada a costos estándar.
- Eficiencia de costos: fabricación real a costos estándar en comparación con los costos reales ocasionados.

Si se obtenían malos resultados en cualquiera de estas dos mediciones, se cuestionaba la rentabilidad del proceso y se estudiaban las acciones correctivas necesarias. La fabricación real a costos estándar es lo que se conoce hoy en día como valor ganado, es decir, lo que realmente se ha producido al costo que se esperaba pagar.

Hasta la llegada de los *métodos de ruta crítica* (PERT y CPM) a finales de la década de los cincuenta, se consideraba que los proyectos eran algo muy distinto a los procesos de producción; eran aspectos únicos para los que no se podía crear normas, y obviamente no desde el punto de vista de la observación y la medición a largo plazo. Los métodos de ruta crítica CPM (Critical Path Method), que se desarrolló en 1957 en los Estados Unidos de América por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, y PERT, que fue creado en 1957 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, constituyeron el primer intento sistemático para planificar proyectos detallados y controlar el progreso a través de los análisis racionales y la toma de decisiones.

Los diagramas de planificación, como el diagrama de Gantt, ya se llevaban utilizando al menos cincuenta años, pero faltaba un enfoque analítico. Los métodos CPM y PERT se basaban en los ordenadores de alta velocidad que estaban empezando a utilizarse en las operaciones comerciales que se llevaban a cabo en la época; visto con perspectiva, tal vez

se confió demasiado en lo que estos métodos podían hacer realmente, con la tecnología disponible en ese momento.

El enfoque de valor ganado se creó en Estados Unidos en los años 60 para ayudar a dirigir proyectos de defensa que tuvieran grandes dimensiones. La Fuerza Aérea estadounidense fue la principal responsable de su creación. En los tiempos de mayor crecimiento de los contratos de defensa en los años 50 y 60, se hizo evidente para el Departamento de Defensa (DoD) que, en la medida en que los proyectos se hacen más grandes y complejos, se hace más difícil hacer el seguimiento. Este problema se agrava por el hecho de que estos proyectos grandes se desarrollan en organizaciones con múltiples contratistas, cada uno de los cuales emplea sus propios sistemas de planificación y control.

Se trabajó en la creación de reglas para la confección de estos informes, y a partir de 1967 cada gran proyecto llevado a cabo para el Departamento de Defensa (DoD) debía de tener asociado un sistema de control integrado de plazos y costos, para que el Departamento pudiera monitorizar el avance en plazo y costo del proyecto con el fin de poder solventar los grandes sobrecostos en que habían incurrido hasta el momento los grandes proyectos militares. Originalmente a este sistema, que representa un conjunto de estándares, se le denominó C/SCSC (Cost /Schedule Control System Criteria) y al documento que va asociado a este sistema se le llamó DODI 7000.2 creado el 22 de diciembre de 1967, denominado "*medición del comportamiento para adquisiciones específicas*". El propósito de estos criterios es poder evaluar objetivamente a los proveedores, asegurándose de que las prácticas observadas por estos proveedores satisfagan los criterios especificados, asegurando, por lo tanto, una mayor probabilidad de éxito en la ejecución de los proyectos. Los criterios del DODI 7000.2 eran 35 e incorporaban dentro de ellos el concepto del valor ganado.

El valor ganado tuvo unos comienzos desafortunados que hizo que el proceso no tuviera una gran aceptación. En sus primeros días, el valor ganado no se concebía como un sistema de medición del comportamiento que se podía utilizar y adaptar según las necesidades; al contrario, se presentó como parte de una iniciativa del gobierno mucho más amplia y preceptiva. Cuando se produjo el primer problema, se comprobó que el verdadero fallo era el sistema de costos y la técnica para la evaluación y revisión de proyectos del Departamento de Defensa (DoD) que por aquel entonces era el PERT, este único incidente marcó los contratos de los treinta años siguientes a su puesta en práctica.

Como el principal mercado del valor ganado se encuentra en esta época entre los contratistas del Departamento de Defensa (DoD) y la única documentación en la que se explica el proceso son las especificaciones gubernamentales, se extendió la idea de que ésa era la manera "correcta", "oficial" o "exclusiva" en la que se podía aplicar el valor ganado. Por tanto, no sorprende que el resto del mundo lo considerara como una peculiaridad de las prácticas comerciales estadounidenses y no le prestaran demasiada atención.

En 1991, y a causa, entre otras cosas, de la preocupación existente en la Administración Estadounidense de hacer más amigable el concepto del valor ganado para la industria se reemplazó el DODI 7000.2 por el DODI 5000.2, que es prácticamente idéntico al anterior. La Asociación Nacional de Defensa Industrial (NDIA), con el Management Systems Subcomité, emprendió la tarea de revisar y reescribir los criterios formales del DODI 7000.2 para hacerlos más compatibles con la industria privada. Se le llamó versión industrial del Earned Value Management System EVMS, es decir, del Sistema de Gestión del Valor Ganado.

En 1993 se produjo un cambio revolucionario en el enfoque del valor ganado cuando Gary Christly, de la Oficina del Subsecretario de Defensa, estableció un plan para hacer reformas en cinco áreas fundamentales:

1. Subrayar la importancia del contratista y no la del gobierno. El cumplimiento de los C/SCSC debería basarse en la gestión real del contratista y no imponer un método. En lugar de revisiones y auditorías automáticas impuestas por contrato, las revisiones de los C/SCSC deberían solicitarse sólo en casos de falta de disciplina o de certificaciones incorrectas.
2. Reducir el nivel de vigilancia exigido tanto por el gobierno como por el contratista.
3. Situar el valor ganado en un contexto adecuado como herramienta integrante de costos, previsión y gestión tecnológica. Así, el enfoque pasó de centrarse en los informes del valor ganado a hacerlo en la gestión con la ayuda del valor ganado.
4. Limitar y adaptar los informes a lo que realmente se puede y se va a utilizar.
5. Garantizar una planificación exhaustiva y un entendimiento común de las dos partes a través de la aplicación de una revisión básica tras la firma del contrato.

También se produjeron otros cambios significativos. La política del Valor Ganado dejó de depender de la oficina del interventor a depender de la oficina de políticas de adquisición, por lo que se reconoció que eran los gestores del proyecto, y no los contables, quienes se hacían cargo del proceso y de la política. Pronto se publicó una directriz normativa en la que el objetivo de las revisiones del valor ganado pasaba de auditar los procesos a realizar revisiones básicas integradas y dirigidas conjuntamente por el gobierno y el contratista.

En 1996 la industria estableció una norma que reducía los criterios iniciales de 35 a 32. En general, no se realizaron cambios importantes ya que los 32 criterios son equivalentes a los 35 anteriores. Sin embargo, se produjeron algunos cambios importantes que reconocían que las necesidades de la industria comercial no eran las mismas que las del gobierno. En concreto, se realizaron dos cambios muy importantes:

1. Ya no se requería que la Estructura de División del Trabajo (EDT) se basara en los productos expresándolos en términos de resultados del contrato, sino que fuera compatible con los métodos de gestión utilizados.
2. El sistema de notificación de los costos de los materiales tenía que coincidir con las prácticas industriales habituales.

En general, los criterios dejaron de basarse en el estricto cumplimiento del procedimiento para pasar a centrarse en la utilización de los métodos más adecuados y administrativamente efectivos dependiendo de las circunstancias.

El DODI 5000.2 tiende a ser un poco abstracto, de modo que para hacer que fuera más eficaz, el Departamento de Defensa (DoD) realizó un documento llamado *Joint Implementation Guide*, que ofrece instrucciones detalladas y razonables para cumplir con los requerimientos del C/SCSC (Cost/Schedule Control System Criteria).

El DODI 5000.2 y la *Joint Implementation Guide*, supusieron que en el año 1997 se incorporara la revisión de la Instrucción y se creara la norma DoD 5000.2R la cual ofrece la orientación clave acerca de cómo informar de la situación de proyectos grandes y complejos. Se centra en lograr coherencia y una férrea disciplina de control en cinco áreas:

**Organización:** se dan instrucciones sobre el desarrollo de estructuras de desglose del trabajo y estructuras de desglose organizativo.

**Planificación:** se destacan requisitos clave de planificación. Por ejemplo, la determinación de bases mínimas de ejecución.

**Contabilidad:** se especifican requisitos para la recolección y la actualización de datos de costos para la contabilidad.

**Análisis:** se ofrecen guías para el uso de técnicas de valor devengado para informar sobre variaciones de presupuestos y de programación.

**Informes:** se dan instrucciones para la confección de informes sobre la situación del proyecto a través de notas de cumplimiento de costos que se requieren en proyectos muy grandes o de la situación de costos/programación, que son menos pesadas de generar que las notas de cumplimiento de costos y que se requieren en proyectos más pequeños.

En 1998 al pensarse que era una limitación restringir la utilización del valor ganado al Departamento de Defensa (DoD), la Asociación Nacional de Defensa Industrial (NDIA) pidió y consiguió que finalmente estos 32 criterios fuesen aceptados por el American National Standard Institute/Electronic Industry Association (ANSI/EIA) tomando el nombre de

ANSI/EIA- 748-1998, aprobada en julio de 1998 y adoptada el 17 de agosto de 1999 por el Departamento de Defensa como estándar para todos los proyectos realizados por este Departamento, reemplazando al C/SCSC.

En el año 2005 el Project Management Institute (PMI), que es la asociación sin ánimo de lucro creada en el año 1965, con sede principal en la ciudad de Philadelphia, en el Estado de Pennsylvania de los Estados Unidos, la cual reúne como asociados al mayor número de profesionales de la gestión de proyectos del mundo, adopta el Método del Valor Ganado (EVM) como una nueva práctica para la programación y control de proyectos.

Las primeras formulaciones consistían en un conjunto de políticas, procedimientos y prácticas útiles para conseguir mayores rendimientos en el cumplimiento de determinados objetivos. En especial se distinguía el análisis inicial costo-beneficio durante las primeras fases del proyecto cuando se estudiaba el alcance socioeconómico del conflicto. Esta visión, sin embargo, fue superada cuando con el transcurso del tiempo estos profesionales, desde diversos sectores, llegaron a la edición del Project Management Body of Knowledge (PMBOK®) Guide estandarte del Project Management Institute (PMI), autentica base para el desarrollo de la gestión integrada de proyectos, y que se organizaba alrededor del célebre trío: costo-plazo-calidad. Dentro de la Guía Project Management Body of Knowledge (PMBOK®), que agrupa las mejores prácticas a nivel mundial en la gestión de proyectos, se hace referencia a la utilización de la Gestión del Valor Ganado (EVM). Asimismo, el PMI® ha editado el “Practice Standard for Earned Value Management”, que ha sido desarrollado como un suplemento al Project Management Body of Knowledge (PMBOK®) y proporciona los principios fundamentales de la Gestión del Valor Ganado (EVM) y su papel en facilitar una gestión de proyectos efectiva.

Actualmente es un sistema de control que se ha adoptado por algunas empresas para el control integrado de sus proyectos y su utilización es posible en cualquier tipo de proyectos independientemente de su naturaleza y de su tamaño, aunque es especialmente indicado para grandes proyectos.

Este nuevo sistema no se basa en requisitos gubernamentales, sino que reconoce que la medición del comportamiento del Método del Valor Ganado (EVM) es en realidad, un proceso procedente de la integración entre un sistema de planificación y un sistema contable. Una vez desprovistos del enfoque inspirado en el Gobierno Estadounidense que se daba al control del proyecto global, los gestores de proyecto, con la ayuda de paquetes de software adecuados a la planificación de proyectos, pueden empezar a utilizar la medición del comportamiento del Método del Valor Ganado (EVM) como una valiosa herramienta de control de proyectos, pero de la forma en la que se adapta a ellos.

### 3.3 El método del Valor Ganado

Es una metodología de gestión para integrar alcance, cronograma y recursos, y para medir el rendimiento y el avance del proyecto en forma objetiva: El rendimiento se mide determinando el costo presupuestado del trabajo realizado (es decir, el valor ganado) y comparándolo con el costo real del trabajo realizado (es decir, el costo real). El avance se mide comprando el valor ganado con el valor planificado.<sup>1</sup>

Podemos considerar el método del valor ganado como un sistema para la dirección de proyectos que integra gestión de alcance, tiempo y costo, que nos permita realizar las siguientes actividades que serán de utilidad para el seguimiento y control del proyecto.

- Programación del alcance del trabajo hasta su culminación.
- Asignación de responsabilidad a nivel del desempeño de cada paquete de trabajo.
- Análisis de las variaciones de los valores planificados.
- Estimación de los costos restantes hasta la finalización del proyecto.

Para implementar de forma exitosa el análisis del valor ganado en un proyecto se debe planificar el alcance, tiempo y el costo y gestionarlos de forma integrada, para que en los puntos que se tengan de control poder realizar las mediciones necesarias que nos ayuden a tomar las decisiones más apropiadas para lograr los objetivos del proyecto.

Lo primero que se debe hacer es establecer la WBS (Work Breakdown Structure) la cual es una herramienta que facilita la tarea de dividir el proyecto en entregables o áreas que volveremos a desglosar en varios niveles hasta obtener paquetes de trabajo. A su vez estos paquetes de trabajo deben ser perfectamente medibles y controlables. Al sumar todos estos componentes constituimos el total de proyecto.

El cronograma o calendario de planificación nos permitirá realizar la programación de las tareas de cada paquete de trabajo. Para ello, previamente debemos definir perfectamente las actividades, establecer las secuencias de los trabajos, asignar los recursos y estimar las duraciones de cada tarea. El diagrama de Gantt es una buena herramienta para definir el cronograma del proyecto, y mostrar así las relaciones entre tareas, su duración, su fecha de inicio y fin, y toda la información necesaria para definir bien el cronograma del proyecto.

Por último, se necesita estimar los costos correspondientes a cada paquete de trabajo, sumar todos los costos, y determinar el presupuesto final de la línea base.

En este caso tendremos tres grupos de magnitudes, de los cuales, solamente el primer grupo se obtiene de forma directa de las mediciones realizadas, mientras que el resto son obtenidos aritméticamente de este.

Primer grupo: Magnitudes que se hallan directamente, que son el valor planificado, el Valor Ganado y el costo real.

Segundo Grupo: Son variaciones calculadas a partir de los valores de las magnitudes anteriores, que se calculan en un momento determinado del proyecto, las fechas de control. Estas variaciones son la diferencia del cronograma y la variación del costo. También se encuentran en este grupo los índices de eficiencia, como lo son el índice de desempeño del costo, el índice de desempeño del cronograma y otros índices.

Tercer Grupo: En este tercer grupo se encuentran las predicciones o proyecciones sobre la finalización del proyecto, calculados a partir de la extrapolación de las magnitudes anteriores en un proyecto específico. Lo forma la nueva proyección de costo del proyecto, junto con la estimación de la desviación del costo final del proyecto, y la estimación del gasto restante para la finalización del proyecto.

A partir de tres magnitudes principales, el EVM nos ayuda a obtener mucha información sobre el estado del proyecto.



Figura 1. Componentes del Valor Ganado.

### **3.4 Magnitudes**

El método del valor ganado establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control, que forman el primer grupo de las magnitudes anteriormente citadas.

**Valor Planificado:** El valor planificado (PV, Planned Value) es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo. Incluye el trabajo detallado autorizado, así como el presupuesto para dicho trabajo autorizado, que se asigna por fase durante el ciclo de vida del proyecto. El total del PV se conoce a veces como la línea base para la medición del desempeño (PMB, Performance Measurement Baseline). El valor planificado total para el proyecto también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC, Budget At Completion).<sup>1</sup>

**Valor ganado:** El valor ganado (EV, Earned Value) es el valor del trabajo completado expresado en términos del presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo para una actividad del cronograma o un componente de la estructura de desglose del trabajo. Es el trabajo autorizado que se ha completado, más el presupuesto autorizado para dicho trabajo completado. El EV medido debe corresponderse con la línea base del PV (PMB) y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente. El término EV se usa a menudo para describir el porcentaje completado de un proyecto.<sup>1</sup>

Deben establecerse criterios de medición del avance para componente de la EDT, 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. Una vez terminado el proyecto, el EV coincidirá con el BAC (Budget At Completion), pues se habrán ganado todos los valores presupuestados para el proyecto.

**Costo real:** El costo real (AC, Actual Cost) es el costo total en el que se ha incurrido realmente y que se ha registrado durante la ejecución del trabajo realizado para una actividad o componente de la estructura de desglose del trabajo. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV. El AC debe corresponderse, por su definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido para el EV. El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.<sup>1</sup>

### **3.5 Variaciones.**

A partir de estos tres parámetros claves del EVM, que son PV, EV y AC, se obtienen las métricas básicas para poder realizar un proyecto, las cuales forman parte del segundo grupo de magnitudes que anteriormente se han citado. Analizando estas métricas podremos analizar correctamente las posibles causas de los desvíos en los costos presupuestados y en el cronograma, usando como referencia el PMB.

Variación del cronograma: La variación del cronograma (SV, Schedule variance) es la métrica que determina si un proyecto va retrasado o adelantado, y lo hace relacionando dos parámetros, el EV y el PV. La variación del cronograma será igual a cero cuando se complete el proyecto, puesto que ya se habrán ganado todos los valores planificados. No olvidar que es favorable utilizar esta métrica en conjunto con el método de la ruta crítica (CPM, Critical Path Method) y la gestión de riesgos para obtener más información acerca de las posibles causas de los fenómenos observados.<sup>1</sup>

La variación en el cronograma se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$SV=EV-PV.$$

Analizando la ecuación observamos lo siguiente:

- Si SV es mayor que cero, entonces el EV es mayor que el PV y por tanto el proyecto va adelantado según el cronograma.
- Caso contrario, si el CV es menor a cero, entonces el EV es menor que el PV y él nos indica que el proyecto va retrasado.

Variación del costo: La variación del costo (CV; Cost Variance) esta métrica determina si un proyecto está por encima o por debajo del presupuesto. Para ello relaciona el EV y el AC. Esta métrica nos da una medida de la diferencia entre lo que se debería haber gastado, y lo que realmente se ha gastado.

La variación en el costo se calcula mediante la ecuación:

$$CV=EV-AC$$

Analizando la ecuación obtenemos que:

- Si CV es mayor que cero, entonces el EV es mayor que el AC y por lo tanto se ha realizado un gasto inferior al estimado, entonces nos encontramos por debajo del presupuesto.
- SI CV Es mayor que cero, entonces el EV es menor que el Ac y por lo tanto se tiene un gasto mayor de lo estimado, y estamos sobre el presupuesto.

Existen directores de proyecto que de igual forma calculan estas variaciones en forma de porcentaje sobre los valores planificados, obteniendo así unos valores relativos que nos proporcionan mayor información acerca del estado de un proyecto.

A continuación, se presenta las ecuaciones para el cálculo de estos pues, resultan de interés más adelante.

EL Valor relativo del CV se calcula mediante la ecuación:

$$CV\% = CV/EV \times 100$$

Y el valor relativo del SV mediante la siguiente ecuación:

$$SV\% = SV / PV \times 100$$

Cabe decir que los valores ideales de estos valores relativos serian en ambos casos el cero, pues este cero vendría marcado por su denominador, e indicaría que no han existido variaciones con respecto a lo planificado.

En el caso de que los porcentajes no tuviesen el valor de cero, los valores positivos serian valores favorables, y los valores negativos serian valores desfavorables para el estado del proyecto.

### **3.6 Indicadores de Eficiencia.**

Los índices de rendimiento permiten resumir el estado del proyecto en un momento dado en una única medida que permita comparar la evolución de los trabajos con respecto a la planificación original.

Los dos índices principales son el índice de rendimiento del costo (CPI, Cost Performance Index) y el índice de rendimiento de la planificación (SPI, Schedule Performance Index).<sup>3</sup>

El índice de rendimiento del costo mide el costo presupuestado para el trabajo completado frente al costo actual, es decir, mide el rendimiento del costo para el trabajo hasta la fecha del punto de control como el cociente entre el valor ganado y el costo real.

$$CPI = EV/AC$$

Valores de CPI inferiores a la unidad indican que por cada unidad monetaria invertida en el proyecto se ha realizado un trabajo por valor inferior a esa unidad monetaria.

El índice de rendimiento de la planificación mide el costo del trabajo realizado frente al costo del trabajo planificado, por lo que mide la eficacia con que el trabajo se ha ido cumpliendo conforme a la planificación.

$$SPI = EV/PV$$

Valores de SPI inferiores a la unidad indican que por cada unidad monetaria de trabajo planificado se ha ejecutado un trabajo por valor inferior a esa unidad monetaria. Este valor identifica, pues, posibles problemas de planificación, que acostumbran a exigir gastos adicionales, por lo que este índice se puede utilizar como previsor de gastos futuros.<sup>2</sup>

Nombre	Formula	Valor	Significado
<b>CV</b>	<b>EV-AC</b>	<b>Positivo</b>	Costos por debajo de lo planeado
		<b>Negativo</b>	Costos por encima de lo planeado
<b>CPI</b>	<b>EV/AC</b>	<b>&gt;1</b>	Costos por debajo de lo planeado
		<b>&lt;1</b>	Costos por encima de lo planeado
<b>SV</b>	<b>EV-PV</b>	<b>Positivo</b>	Tiempo empleado por debajo de lo planeado
		<b>Negativo</b>	Tiempo invertido por encima de lo planeado
<b>SPI</b>	<b>EV/PV</b>	<b>&gt;1</b>	Tiempo empleado por debajo de lo planeado
		<b>&lt;1</b>	Tiempo invertido por encima de lo planeado

Tabla 1. Valores de las magnitudes.

El ratio crítico (CR, Critical Ratio), también llamado índice de costo– planificación (CSI, Cost Schedule Index) es un indicador de la salud general del proyecto que se obtiene a partir del producto de los dos índices de rendimiento.<sup>3</sup>

$$CR = CPI \times SPI$$

Cuando el rendimiento del proyecto se ajusta a las previsiones iniciales, el valor del ratio crítico es 1.0. Esto puede ser debido a que los dos índices, CPI y SPI, estén próximos a la unidad, pero si uno de los dos índices sugiere malos resultados, el otro debe indicar un rendimiento muy bueno.

Un ratio crítico inferior a la unidad refleja que el rendimiento general del proyecto es pobre. Esto puede ser debido a que tanto CPI como SPI están por debajo de los objetivos previstos, o si uno de estos índices muestra un buen rendimiento, entonces el otro reflejará un rendimiento extremadamente bajo. Esto limita el uso de las compensaciones efectivas poniendo de relieve la dificultad en el intento de alcanzar las metas deseadas en el proyecto.

### 3.7 Estimación de costos y tiempo

La gestión de proyectos obliga a tomar decisiones que afectan a la evolución futura del proyecto. El método del valor ganado es particularmente útil para realizar predicciones de costos y de tiempos, pues aporta información precisa del rendimiento real del proyecto desde su inicio hasta el punto en que se realiza el control.

Es aconsejable pedir a los gestores de paquetes de trabajo, a los responsables del proyecto y a los gerentes que revisen los valores de los costos y de los tiempos de ejecución previstos, y que aporten sus propias previsiones que pueden ser subjetivas en lo que respecta a sus áreas de trabajo. Estas previsiones deberían emitirse con anterioridad a de la emisión de informes sobre la ejecución del proyecto y a la realización de reuniones de revisión del mismo.

### 3.7.1 Estimación del costo final de ejecución

El costo final de ejecución de un proyecto (EAC, Estimate at Completion) es el valor que se estima costará el proyecto a partir de la información disponible en un momento de control. Por otro lado, también se puede estimar cuál será el costo de terminar todos los trabajos pendientes (ETC, Estimate to Complete). Ambos valores se pueden obtener utilizando métodos de estimación de costos o métodos matemáticos basados en el análisis del valor ganado.

Escenario 1:

Este caso se presenta cuando al analizar el estado del proyecto se observa que las previsiones originales son diferentes a la realidad del proyecto, o no se pueden aplicar porque han cambiado las condiciones que afectan a los trabajos. En este caso hay que recalcular el valor ETC utilizando metodologías de estimación de costos. Con el valor que se obtenga para el costo de los trabajos pendientes, ETC1, se obtiene el nuevo valor del costo final de ejecución:

$$EAC1 = AC + ETC1$$

Escenario 2:

Esta situación aparece cuando en el punto de control se observa que el rendimiento del proyecto en el pasado no sirve para estimar el comportamiento futuro porque las condiciones que se dieron hasta el momento de control no se van a seguir dando (ni en lo que a problemas.

### 3.7.2 Estimaciones de costos y tiempos

Se refiere, ni en lo que respecta a oportunidades de mejorar ese rendimiento). Además, se supone que el comportamiento en el futuro va a respetar lo previsto en el proyecto inicialmente. En este caso, el costo de los trabajos pendientes es igual al presupuesto de finalización menos el valor ganado. Así, nuevo valor de costo final de ejecución se estimará como:

$$EAC2 = AC + ETC2 = AC + BAC - EV$$

La expresión anterior también se puede expresar en función de la diferencia de costos (CV = EV - AC):

$$EAC2 = AC - (EV - AC) = AC - CV$$

### 3.7.3 Diferencia en el costo de ejecución

La diferencia en el costo de ejecución de un proyecto (VAC, Variance at completion) da una idea acerca del estado de los costos con respecto a lo estimado para la realización del proyecto. Es la diferencia entre el presupuesto de finalización inicial y el costo final de ejecución estimado en función del escenario que se considere:

$$VAC = BAC - EAC$$

Si la diferencia en el costo es cero, entonces el proyecto se prevé que esté terminado en línea con el presupuesto previsto; un valor positivo indica que se prevén unos costos menores a los previstos; y valores negativos son indicadores de un sobrecosto. La evolución de la diferencia del costo de ejecución a lo largo del tiempo también indica la tendencia del proyecto y es representativo del impacto de las acciones correctoras.

### 3.8 Ventajas y desventajas.

Unas de las principales ventajas que nos presenta el análisis del valor ganado es que integra la planificación, el control de costos y el riesgo de los proyectos, cuando la gestión de estas tres variables siempre ha estado designada o simplemente no tan estrechamente relacionada como ahora con el EVM.

Principales Ventajas.

- Proporciona medidas objetivas acerca de cuanto se ha realizado en cuestión de trabajo en un proyecto determinado.
- Los índices que maneja son sencillos de entender, tanto para la alta gerencia como para los clientes.
- Integra una comparativa del costo real frente al costo planificado y de igual forma al costo real del trabajo realizado.
- Se puede realmente cuanto trabajo se ha realizado en comparación con la cantidad de trabajo que se había planeado.
- Permite la identificación temprana de los posibles problemas que puedan surgir en el desarrollo del proyecto mediante los índices CPI y SPI, para lograr identificar de donde procede el problema y lograr subsanarlo a tiempo para lograr el éxito del proyecto.
- Se puede predecir el comportamiento que tendrá el proyecto en el futuro mediante algunos índices, tales como el índice de TCPI y actuar así en consecuencia para lograr los objetivos del proyecto.
- Es una metodología que requiere pocos datos adicionales a los comúnmente utilizados para la gestión normal del proyecto (así como los costos planeados o costos reales).
- Proporciona nuevas estimaciones de plazo y de costo bajo diferentes hipótesis.

- 3El EVM no es especialmente complicado y no implica un re trabajo, pues, aunque no se desee el uso del EVM, inevitablemente en todo el proyecto se debe controlar alcance, costo, y tiempo o, dicho de otra manera, alcance, presupuesto y cronograma.
- EL EVM es también perfectamente aplicable en programa y en portafolios de proyectos, pues es una técnica también aplicable a paquetes de trabajo.

No podemos mostrar solo una visión meramente optimista de este método, pues estaríamos tomando una postura ventajista. Es mucho mejor que se comente también las desventajas, propiciando de forma crítica mejoras para esta metodología, pues hay muchas otras metodologías para la gerencia de proyectos, si no ser conscientes de los problemas en los que se puede incurrir en su aplicación, para no olvidarnos e intentar apoyarnos en otras herramientas para tener una visión más objetiva posible de la situación y estado del proyecto.

- EL EVM no toma en consideración la ruta crítica.
- El EVM no considera el peso de las tareas primordiales.
- No se tiene en cuenta el efecto del aprendizaje que tiene lugar a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.
- No tiene en cuenta el riesgo del proyecto. Esta afirmación no es del todo cierta, pero se aconseja un sistema de control de riesgo para utilizar en conjunto con este método, pues por ejemplo no serviría de nada reducir costos en el proyecto a costa de aumentar su riesgo de manera desmesurada.
- Dificultad en la estimación de los plazos en las fases finales del proyecto, a medida que el proyecto avanza hacia su recta final, se producen algunas incongruencias con este método, y que son el origen del nacimiento de una extensión de esta metodología, el concepto de programación Ganada
- EL EVM mide tiempos en costo, esto puede dar a lugar a confusión a algunas personas en su uso, y es una de las mayores desventajas de este método.

### **Conclusión Capitular**

Este método es una herramienta para medir el desempeño de un proyecto, en base a unos simples datos en teoría que se obtienen directamente del proyecto en sí, si bien el método no fue diseñado para el ámbito de la construcción, se podría decir que se adapta perfectamente a los requerimientos que se esperan de la obra.

Cabe señalar que es un método sencillo y de fácil entendimiento a diversas escalas jerárquicas, que nos permite visualizar el estado actual de un proyecto, de esta forma nos indica si existe algún retraso o un avance sobre lo programado originalmente.

El aplicar este método nos brinda la posibilidad de poder identificar en donde se encuentra el retraso y así poder tomar decisiones obre que medidas podemos adoptar para mitigar dichos retrasos.

## **Bibliografía.**

Project Management Institute. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) 5º Edición. USA, PMI 1

Manuel Castejón Limas. Dirección de proyectos (no publicado). 2010.2

David S Christensen. Using performance indices to evaluate the estimate at completion. The Journal of Cost Analysis, 11(1):17–23, 1994.3

Página web de ANSI: [www.acq.osd.mil](http://www.acq.osd.mil).4

Centro de Conocimiento del PMI | [www.PMI.org/latam](http://www.PMI.org/latam) | © 2010 Remi St-Martin y David Fannon.5

## Capítulo 4

### Análisis de proyectos ejecutivos por medio del Valor Ganado

**Introducción:** En este capítulo se empleará el método en dos proyectos de construcción uno de obra civil (escuela) y el otro será una pavimentación de una calle.

**Hipótesis:** El método del valor ganado es un indicador del estado en el que se encuentra un proyecto tanto en avance físico como financiero, es decir si están de acorde a lo programado.

**Objetivo:** Aplicar el método de tal forma que se puedan observar en los indicadores el estado en el que se encuentra el proyecto, así como su análisis y las posibles soluciones que se podrían recomendar.

#### 4.1 Proyectos a desarrollar.

En este capítulo se aplicará de forma práctica la metodología del Valor Ganado en dos proyectos constructivos, para lo cual se tuvo que recurrir a empresas catalogadas como PyMes con el fin de hacer la evaluación de este método sobre alguno de sus proyectos en curso. Para ello se visitó 2 empresas constructoras las cuales se mencionan a continuación:

Construcciones y Edificaciones Técnicas S.A. de C.V., Ubicada en Calle 21 No 108-C entre 22 y 22-A de la colonia Chuburna de Hidalgo C.P. 97205. En Mérida Yucatán México.

DYM Grupo Constructor S.A. de C.V. ubicada en Avenida Cuauhtémoc 1249 Int. 301 Col. Santa Cruz Atoyac, Delegación Benito Juárez CP 03310, Ciudad de México.

Para este caso utilizaremos 2 obras distintas con el objetivo de demostrar que la aplicación del método es válida para cualquier tipo de obra y a nivel de cualquier empresa constructora.

Para el caso Numero 1 se tomará un proyecto de la empresa Construcciones y Edificaciones Técnicas S.A. de C.V., el cual consiste Construcción de calles; Zona II (construcción de Guarniciones) (construcción de sistema de drenaje Pluvial) en diversas calles de las Colonias Leandro Valle, Nueva san José Tecoh, San pedro Cholul., Mérida, Yucatán, México.

Para el caso Numero 2 se tomará un proyecto de la empresa DYM Grupo Constructor S.A de C.V. El cual consiste en la construcción de 12 aulas para la escuela Primaria Lititos, ubicada en Filipinas 618, Portales Norte CP 03300 Ciudad de México.

## **4.2 Cronograma de proyectos de construcción**

Los cronogramas de los proyectos de construcción nos brindan las bases de cómo se planeó originalmente del proyecto constructivo y de igual forma nos indican los gastos que se planearon como egresos durante cada periodo.

<b>DYM GRUPO CONSTRUCTOR S.A. DE C.V.</b>	
Cliente: Refaccionarias Calibma	
Concurso No: RCAL170802	Fecha: 05/09/2017
Obra: ESCUELA LITITOS	
	ART. 45 A.X RLOPySRM
Lugar: Av. Texcoco No. 998, Del. Iztapalapa	Duración: 343 días naturales
Ciudad: Ciudad de México, Ciudad de México	Inicio obra: 23/07/2017
	Fin obra: 30/09/2018

**PROGRAMA DE EROGACIONES DE LA EJECUCION GENERAL DE LOS TRABAJOS (POR CONCEPTO)**

Código	Descripción	Unidad	23/07/2017	24/07/2017	31/07/2017	07/08/2017	14/08/2017	21/08/2017	28/08/2017	04/09/2017	11/09/2017	18/09/2017	25/09/2017	02/10/2017	09/10/2017	16/10/2017	23/10/2017	30/10/2017	06/11/2017	13/11/2017	20/11/2017	27/11/2017	04/12/2017	11/12/2017	18/12/2017	25/12/2017	01/01/2018	08/01/2018	15/01/2018	22/01/2018	29/01/2018	05/02/2018		
	<b>PRELIMINARES</b>																																	
	Excavación a cielo abierto, por medios manuales de 0 a -																																	
	<b>CEMENTACION</b>																																	
	Aline, nivelación y compactación del fondo de la	M2			34.732700	52.099100	52.099100	52.099100																										
	Dala de cimentación de 0.15x0.20mts de sección de																																	
	<b>ESTRUCTURA PB</b>																																	
	Losa de 12 cm. de espesor de concreto Fc=250 kg/cm2,																																	
	<b>ESTRUCTURA 1N</b>																																	
	Losa de 12 cm. de espesor de concreto Fc=250 kg/cm2,																																	
	<b>ESTRUCTURA 2N</b>																																	
	Losa de 12 cm. de espesor de concreto Fc=250 kg/cm2,																																	
	<b>ALBANILERIAS PB</b>																																	
	Escalón de concreto f=150 kg/cm2 de 28 cms de huella y																																	
	<b>ALBANILERIAS 1N</b>																																	
	<b>ALBANILERIAS 2N</b>																																	
	<b>ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS PB</b>																																	
	<b>ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS 1N</b>																																	
	<b>ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS 2N</b>																																	
	Pintura vinilica en plafones, marca Comex Durex a dos																																	
	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PB</b>																																	
	Tarja submontar de acero inoxidable CS-214-8 88X56																																	
	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS 1N</b>																																	
	Tarja submontar de acero inoxidable CS-214-8 88X56																																	
	Eb.Técnica, Incluye: suministro, instalación, mano de																																	
	obra, mano de obra y herramientas																																	
	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS PB</b>																																	
	Luminario de empotar para lámpara fluorescente																																	
	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS 1N</b>																																	
	Luminario de empotar para lámpara fluorescente																																	
	<b>CANCELERIA PB</b>																																	
	Puerta de 1.00 x 2.10 m. a base de perfiles de aluminio																																	
	<b>CANCELERIA 1N</b>																																	
	Puerta de 1.00 x 2.10 m. a base de perfiles de aluminio																																	
	<b>CARPINTERIA PB</b>																																	
	Puerta de tambor de 0.80x2.10 m. con triplay de pino de 6																																	
	<b>CARPINTERIA 1N</b>																																	
	<b>VARIOS</b>																																	
	Limpieza fina de la obra para entrega, incluye: materiales,																																	
	<b>Monto esta hoja:</b>		\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60	\$722.60		
	<b>Acumulado:</b>		\$26,508.67	\$102,549.74	\$87,228.56	\$87,228.56	\$87,228.56	\$147,818.81	\$147,818.81	\$147,818.81	\$147,818.81	\$147,818.81	\$230,630.64	\$230,630.64	\$230,630.64	\$230,630.64	\$393,238.66	\$393,238.66	\$393,238.66	\$289,518.89	\$189,965.94	\$189,965.94	\$189,965.94	\$189,965.92	\$185,455.53	\$64,063.36	\$55,047.79	\$43,203.88	\$37,190.09	\$26,818.54	\$11,531.63	\$722.60	\$722.60	

DIRECTOR GENERAL: ARQ. HECTOR DANDA URQUIJO



### 4.3 Aplicación del método del Valor ganado.

Para el primer caso se tiene el proyecto de Construcción de calles de la empresa Construcciones y Edificaciones Técnicas S.A. de C.V. para lo cual primero se calculan los siguientes datos EV, PV y AC. Para lo cual tenemos los siguientes datos.

Sem	Montos por periodo	Acumulado por periodo	% avance Esperado	Gasto Semanal	Acumulado Gasto	% Gasto	\$ Estimaciones	Acumulado estimaciones	% Avance Real
1	\$ 87,195.17	\$ 87,195.17	7.00%	\$ 50,255.31	\$ 50,255.31	4.04%	\$ 87,166.11	\$ 87,166.11	7.00%
2	\$ 107,977.63	\$ 195,172.80	15.67%	\$ 93,910.98	\$ 144,166.29	11.58%	\$ 68,487.66	\$ 155,653.77	12.50%
3	\$ 158,301.17	\$ 353,473.97	28.39%	\$ 138,860.67	\$ 283,026.96	22.73%	\$ 137,597.94	\$ 293,251.71	23.55%
4	\$ 136,745.73	\$ 490,219.70	39.37%						
5	\$ 114,753.61	\$ 604,973.30	48.58%						
6	\$ 114,753.61	\$ 719,726.91	57.80%						
7	\$ 127,310.85	\$ 847,037.76	68.02%						
8	\$ 158,554.75	\$ 1,005,592.51	80.76%						
9	\$ 116,136.08	\$ 1,121,728.59	90.08%						
10	\$ 36,478.65	\$ 1,158,207.24	93.01%						
11	\$ 42,998.19	\$ 1,201,205.43	96.46%						
12	\$ 44,024.75	\$ 1,245,230.18	100.00%						

Tabla 1 Valores de proyecto 1

EV=Porcentaje Ejecutado x Presupuesto del proyecto

Porcentaje Ejecutado =23.55 %

Presupuesto del Proyecto= \$1, 245,230.18

$$EV = \$ 1,245,230.18 \times 23.55\% = 293,251.70$$

PV= Porcentaje Planeado x Presupuesto del Proyecto.

Porcentaje planeado= 28.39%

Presupuesto del Proyecto= \$1, 245,230.18

$$PV = 28.39\% \times \$1,245,230.18 = 353,520.84$$

AC=Costo real= \$ 283,026.96

CV=EV-AC

$$CV = 293,251.70 - 283,026.96 = 10,224.74$$

$$SV = EV - PV$$

$$SV = 293,251.70 - 353,520.84 = -60,269.14$$

Calculando los índices de eficiencia.

$$CPI = EV/AC$$

$$CPI = \frac{293,251.70}{283,026.96} = 1.036$$

$$SPI = EV/PV$$

$$SPI = \frac{293,251.70}{353,520.84} = 0.8295$$

Para el caso 2

Para el caso numero 2 correspondiente a la escuela "Lititos", de la empresa DYM Grupo Constructor S.A. de C.V.

SEMANA	MONTOS POR PERIODO	ACUMULADO	% AVANCE ESPESRAD	GASTO SEMANAL	ACUMULADO GASTO	% DE GASTO	ESTIMACIONES	ACUMULADO ESTIMACIONES	% AVANCE REAL
1	\$ 26,508.67	\$ 26,508.67	0.61%	\$ 18,636.05	\$ 18,636.05	0.43%	\$ 43,684.30	\$ 43,684.30	1.00%
2	\$ 102,549.74	\$ 129,058.41	2.95%	\$ 74,962.22	\$ 93,598.27	2.14%	\$ 65,526.46	\$ 109,210.76	2.50%
3	\$ 87,228.56	\$ 216,286.97	4.95%	\$ 64,613.75	\$ 158,212.02	3.62%	\$ 65,526.46	\$ 174,737.21	4.00%
4	\$ 87,228.56	\$ 303,515.53	6.95%	\$ 65,685.65	\$ 223,897.67	5.13%	\$ 87,368.61	\$ 262,105.82	6.00%
5	\$ 87,228.57	\$ 390,744.10	8.94%	\$ 66,487.15	\$ 290,384.82	6.65%	\$ 43,684.30	\$ 305,790.13	7.00%
6	\$ 147,818.81	\$ 538,562.91	12.33%	\$ 108,495.42	\$ 398,880.24	9.13%	\$ 87,368.61	\$ 393,158.73	9.00%
7	\$ 147,818.81	\$ 686,381.72	15.71%	\$ 107,788.25	\$ 506,668.49	11.60%	\$ 131,052.91	\$ 524,211.64	12.00%
8	\$ 147,818.81	\$ 834,200.53	19.10%	\$ 110,996.85	\$ 617,665.34	14.14%	\$ 131,052.91	\$ 655,264.55	15.00%
9	\$ 147,818.74	\$ 982,019.27	22.48%	\$ 109,725.40	\$ 727,390.74	16.65%	\$ 87,368.61	\$ 742,633.16	17.00%
10	\$ 230,630.64	\$ 1,212,649.91	27.76%	\$ 171,841.98	\$ 899,232.72	20.58%	\$ 218,421.52	\$ 961,054.68	22.00%
11	\$ 230,630.64	\$ 1,443,280.55	33.04%	\$ 169,366.78	\$ 1,068,599.50	24.46%	\$ 131,052.91	\$ 1,092,107.59	25.00%
12	\$ 230,630.64	\$ 1,673,911.19	38.32%	\$ 170,105.35	\$ 1,238,704.85	28.36%	\$ 131,052.91	\$ 1,223,160.50	28.00%
13	\$ 230,630.50	\$ 1,904,541.69	43.60%	\$ 164,988.78	\$ 1,403,693.63	32.13%	\$ 174,737.21	\$ 1,397,897.72	32.00%
14	\$ 393,238.66	\$ 2,297,780.35	52.60%	\$ 291,288.63	\$ 1,694,982.26	38.80%	\$ 305,790.13	\$ 1,703,687.84	39.00%
15	\$ 393,238.66	\$ 2,691,019.01	61.60%	\$ 290,747.87	\$ 1,985,730.13	45.46%	\$ 305,790.13	\$ 2,009,477.97	46.00%
16	\$ 393,238.64	\$ 3,084,257.65	70.60%	\$ 289,135.54	\$ 2,274,865.67	52.08%	\$ 262,105.82	\$ 2,271,583.79	52.00%
17	\$ 289,518.89	\$ 3,373,776.54	77.23%						
18	\$ 189,965.94	\$ 3,563,742.48	81.58%						
19	\$ 189,965.94	\$ 3,753,708.42	85.93%						
20	\$ 189,965.92	\$ 3,943,674.34	90.28%						
21	\$ 185,455.53	\$ 4,129,129.87	94.52%						
22	\$ 64,063.36	\$ 4,193,193.23	95.99%						
23	\$ 55,047.79	\$ 4,248,241.02	97.25%						
24	\$ 43,203.88	\$ 4,291,444.90	98.24%						
25	\$ 37,190.09	\$ 4,328,634.99	99.09%						
26	\$ 26,818.54	\$ 4,355,453.53	99.70%						
27	\$ 11,531.63	\$ 4,366,985.16	99.97%						
28	\$ 722.60	\$ 4,367,707.76	99.98%						
29	\$ 722.60	\$ 4,368,430.36	100.00%						

Tabla 2 de valores de Proyecto 2

EV=Porcentaje Ejecutado x Presupuesto del proyecto

Porcentaje Ejecutado =52.00 %

Presupuesto del Proyecto= \$4, 368,430.36

$$EV = 52\% \times 4,368,430.36 = 2,271,583.79$$

PV= Porcentaje Planeado x Presupuesto del Proyecto.

Porcentaje planeado= 70.60%

Presupuesto del Proyecto= \$4, 368,430.36

$$PV = 70.60\% \times 4,368,430.36 = 3,084,111.83$$

AC=Costo real= \$ 2, 274,865.67

CV=EV-AC

$$CV = 2,271,583.79 - 2,274,865.67 = -3,281.88$$

SV=EV-PV

$$SV = 2,271,583.79 - 3,084,111.83 = -812,528.04$$

Calculando los índices de eficiencia.

CPI= EV/AC

$$CPI = \frac{2,271,583.79}{2,274,865.67} = 0.9985$$

SPI=EV/PV

$$SPI = \frac{2,271,583.79}{3,084,111.83} = 0.7365$$

#### 4.4 Análisis de los proyectos.

Evaluando los índices de rendimiento del proyecto 1 de la calle se obtiene los siguientes valores y según significado que se resume en la siguiente tabla.

Nombre	Formula		Valor	Significado
CV	EV-AC	10,224.74	Positivo	Costos por debajo de lo planeado
			Negativo	Costos por encima de lo planeado
CPI	EV/AC	1.036	>1	Costos por debajo de lo planeado
			<1	Costos por encima de lo planeado
SV	EV-PV	-60,269.14	Positivo	Tiempo empleado por debajo de lo planeado
			Negativo	Tiempo invertido por encima de lo planeado
SPI	EV/PV	0.8295	>1	Tiempo empleado por debajo de lo planeado
			<1	Tiempo invertido por encima de lo planeado

Tabla 3 Análisis de los rendimientos del proyecto 1.

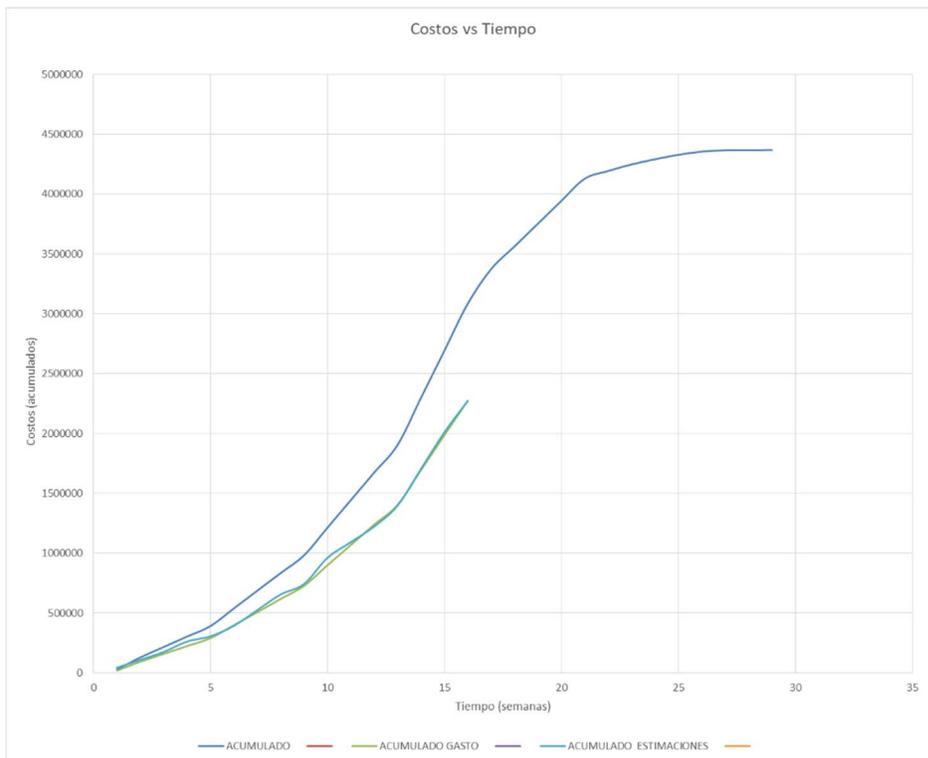


Grafica 1 de Costos vs Tiempo

Evaluando los índices de rendimiento del proyecto 2 de la calle se obtiene los siguientes valores y según significado que se resume en la siguiente tabla.

Nombre	Formula		Valor	Significado
CV	EV-AC	-3,281.88	Positivo	Costos por debajo de lo planeado
			Negativo	Costos por encima de lo planeado
CPI	EV/AC	0.9985	>1	Costos por debajo de lo planeado
			<1	Costos por encima de lo planeado
SV	EV-PV	-812,528.04	Positivo	Tiempo empleado por debajo de lo planeado
			Negativo	Tiempo invertido por encima de lo planeado
SPI	EV/PV	0.7365	>1	Tiempo empleado por debajo de lo planeado
			<1	Tiempo invertido por encima de lo planeado

Tabla 4 Análisis de los rendimientos del proyecto 2.



Grafica 2 de Costos vs Tiempo

#### 4.5 Propuesta y evaluación de costos-Beneficios.

En el caso 1 de la empresa Construcciones y Edificaciones técnicas S.A. C.V., podemos observar que en cuanto a la varianza del costo (CV) tenemos un valor positivo lo cual indica un costo por debajo de lo planeado. En cuanto a la varianza del cronograma (SV) tenemos un valor negativo lo cual se tiene un retraso en cuanto a lo planeado. Los indicadores de eficiencia podemos observar que el valor de CPI es mayor a 1 por lo tanto nos indica que el proyecto está casi de acuerdo a lo presupuestado, el SPI nos indica un valor por debajo de la unidad por lo cual se tiene un retraso en el cronograma.

Posible Solución: Para este caso podemos identificar que el principal problema es el retraso en el cronograma, una medida para mitigar dicho retraso es identificar donde está el problema de dicho retraso, si es el caso de la mano de obra, se tendría que aumentar el número de trabajadores para incrementa el avance y así poder contrarrestar el atraso.

Para el caso 2 de la Empresa DYM Grupo Constructor S.A de C.V., podemos observar que en cuanto a la varianza del costo (CV) tenemos un valor negativo lo cual indica un costo por encima de lo planeado. En cuanto a la varianza del cronograma (SV) tenemos un valor negativo lo cual se tiene un retraso en cuanto a lo planeado. Los indicadores de eficiencia podemos observar que el valor de CPI es menor a 1 por lo tanto nos indica que el proyecto está por encima de lo presupuestado, el SPI nos indica un valor por debajo de la unidad por lo cual se tiene un retraso en el cronograma.

Posible solución: En cuestión de esta empresa que se tienen varios problemas el primero y más preocupante seria el que se tiene un costo planeado menor a lo realmente ejecutado, también se tiene un atraso en la ejecución del proyecto por tal motivo el cronograma de trabajo tiene un retraso y es muy difícil que se recupere dicho retraso. Lo más recomendable en este caso es reevaluar el proyecto identificar si es viable dicho proyecto, si es posible tratar de cancelar el contrato, en caso de no ser posible tratar de ver que los déficits sean los menores, reajustado el plan de trabajo quizás se pudiese disminuir el atraso que actualmente existe.

## Capítulo 5

### Conclusión

Este método es un método simple pero eficaz para poder medir el desempeño de un proyecto, con datos no tan difíciles de obtener, lo difícil es quizás es que la información de la obra llegue de forma adecuada en tiempo y precisa a el gabinete. Como se pudo comprobar en estos dos casos prácticos el método del valor ganado se puede aplicar a cualquier tipo de obra tanto de obra civil, pavimentaciones, carreteras, etc., y se puede aplicar de igual forma en cualquier etapa del proyecto, por lo cual es conveniente hacer un monitoreo continuo de cada proyecto de construcción que se tenga para poder llevar un adecuado control y evitar situaciones que ocasionen.

El método del valor ganado contempla variables como presupuesto del proyecto, avances reales, costos acumulados planeados, costos reales, los cuales nos proporcionan los datos más reales posibles para poder emplear el método del valor ganado de forma adecuada y este nos proporcionará un resultado más acertado.

Aunque existen diversos métodos para el control de proyectos, este método es de fácil entendimiento y sencillo de determinar relativamente, el problema es la solución, determinar dónde está el problema es sencillo y complicado a la vez, debido a que se puede saber si el problema es por estar atrasados en el cronograma o por algún error presupuestario, el detalle sería indagar si el problema del retraso en el cronograma es por algún defecto en la mano de obra, atrás por falta del material en la obra, fenómenos naturales , o por algún otro motivo.

Este es un método que se empezó a utilizar en Estados Unidos a finales de los 80's e inicios de los 90's y aunque estaba enfocado a medir el desempeño de las adquisiciones militares, el método se puede aplicar para medir el desempeño de cualquier tipo de proyecto.

La ventaja de este método se puede ver de forma gráfica cómo va la dispersión del proyecto planeado contra lo realmente realizado en tiempo y costo. Por tal motivo es más fácil de entender el estado del proyecto, quizás lo que pudiese ayudar a este método sería marcar o tomar en cuenta las actividades críticas, sobre todo para en cuestiones de retraso de cronograma poder mediante estas tratar de ponerse al corriente con el cronograma planeado.

## BIBLIOGRAFÍA

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB476S/AB476S05.htm>

<http://www.pmi.org/page-1700178>

<http://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/areas-de-conocimiento-pmbok-1/estructura-de-desglose-de-trabajo-por-que-la-necesitan-tus-proyectos>

A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Third Edition 2004  
Project Management Institute (PMI).

[http://www.academia.edu/7735128/SISTEMAS\\_DE\\_COSTOS.](http://www.academia.edu/7735128/SISTEMAS_DE_COSTOS.), consulado junio 2017

Reglamento De La Ley De Obras Públicas Y Servicios Relacionados Con Las Mismas  
Sección III Del Costo Indirecto.

<https://librosparaemprendedores.net>

[www.opusplanet.com](http://www.opusplanet.com)

[reforma laboral 2010 artículo 15-A](#)

Project Management Institute. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) 5<sup>o</sup> Edición. USA, PMI

Manuel Castejón Limas. Dirección de proyectos (no publicado). 2010.

David S Christensen. Using performance indices to evaluate the estimate at completion. The Journal of Cost Analysis, 11(1):17–23, 1994.

Página web de ANSI: [www.acq.osd.mil](http://www.acq.osd.mil).

Centro de Conocimiento del PMI | [www.PMI.org/latam](http://www.PMI.org/latam) | © 2010 Remi St-Martin y David Fannon.