

00568



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

MEDICION Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INGENIERIA (ENFOQUE DE VALOR GANADO)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERIA QUIMICA
(INGENIERIA DE PROYECTOS)

P R E S E N T A:

JAVIER BELLO SAUCEDO

DIRECTOR DE TESIS, UNAM: M. en C. LETICIA LOZANO RIOS

DIRECTOR DE TESIS, IMP: M. en I. ROGERIO GONZALEZ MAGANA

CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F. AGOSTO 2000

282202



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA
DIRECCIÓN

BIOL. FRANCISCO J. INCERA UGALDE.
Jefe de la Unidad de Administración del Posgrado.
Presente.

Me es grato informarle que el alumno **JAVIER BELLO SAUCEDO** presentará próximamente su examen para obtener el grado de Maestría en Ingeniería Química (Proyectos) (Clave 468) ante el siguiente jurado:

Presidente:	Dr. Constantino Álvarez Fuster (UNITEC)
Primer Vocal	Dr. Julio Landgrave Romero
Secretario:	M. en C. Roberto del Río Soto
Primer Suplente:	M. en A. Fernando Baez Ramos
Segundo Suplente:	M. en A. Helio García del Río

Sin otro particular de momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D. F., 17 de julio de 2000.

El Director

Dr. Enrique R. Bazúa Rueda

C.c.p. Integrantes del Jurado
C.c.p. Coordinador de Área
C.c.p. Departamento de Control Escolar
C.c.p. Interesado
*ggm.

A Dios:

*Por permitirme disfrutar de lo que
tengo, de lo que soy y de lo que hago.*

A mi esposa e hijos:

*Norma González Vázquez, Hector Javier y Ernesto David.
Con un infinito cariño, por ser mi principal motivo en la vida.*

A mis padres y hermanos:

Por su permanente apoyo y amor.

Al Instituto Mexicano del Petróleo:

Por brindarme la oportunidad de participar en el programa de becas para la formación de los recursos humanos de la industria petrolera.

Especialmente a:

*Ing. Jesús E. Nolasco Martínez.
M en I. Rogerio González Magaña.
Ing. Óscar Dávila Jara.
Ing. Hilario Espinosa Osorio.*

A mis directores de tesis:

*M en C Leticia Lozano Ríos, UNAM.
M en I Rogerio González Magaña, IMP.*

Con admiración y respeto.

A mis profesores y compañeros de clase:

Por ser la esencia de la maestría.

A mis amigos y compañeros de trabajo:

Por su apoyo incondicional.

**Al Dr. Julio R. Landgrave Romero
A mis sinodales**

Por su gran aportación en la formación de profesionistas profesionales.

A mi amiga: María Esther Ramírez Barrientos.

Por su invaluable amistad.

CONTENIDO

	Página
i Introducción. -----	1
ii Resumen. -----	3
1. El Marco Conceptual de los Proyectos de Ingeniería. -----	4
1.1 Definiciones de Proyecto. -----	4
1.2 Clasificación de los Proyectos. -----	7
1.3 Relaciones entre los Proyectos. -----	9
1.4 Conceptos Relacionados a la Administración de Proyectos. -----	11
1.4.1 Administración de Proyectos. -----	11
1.4.2 Ciclo de Vida del Proyecto. -----	11
1.4.3 Estructura Organizacional. -----	11
1.4.4 Procesos de la Administración de Proyectos. -----	12
1.4.5 Administración de la Integración del Proyecto. -----	13
1.4.6 Administración del Alcance del Proyecto. -----	13
1.4.7 Administración del Tiempo del Proyecto. -----	13
1.4.8 Administración del Costo del Proyecto. -----	14
1.4.9 Administración de la Calidad del Proyecto. -----	14
1.4.10 Administración de los Recursos Humanos del Proyecto. -----	14
1.4.11 Administración de las Comunicaciones del Proyecto. -----	14
1.4.12 Administración del Riesgo del Proyecto. -----	14
1.4.13 Administración de la Procura del Proyecto. -----	14
2. Metodologías para la Medición del Desempeño de Proyectos. -----	15
2.1 Evolución de las Medidas de Desempeño. -----	15
2.2 La Estructura de un Sistema de Medida. -----	17
2.2.1 El Desarrollo de Un Sistema o Arquitectura de Información. -----	17
2.2.2 Identificar la Tecnología de Soporte. -----	18
2.2.3 Alinear los Incentivos con el Nuevo Sistema de Medida. -----	18
2.2.4 Trabajar con Recursos Externos. -----	18
2.2.5 Crear un Proceso que asegure que lo anterior Funcione. -----	19
2.3 Clasificación de las Técnicas de Medida. -----	19
2.3.1 Medidas cuantitativas-objetivas. -----	20
2.3.2 Medidas Cuantitativas-Subjetivas. -----	21
2.3.3 Ventajas y Desventajas de las Medidas Cuantitativas. -----	22
2.3.4 Uso de Medidas Cuantitativas Objetivas y Subjetivas. -----	23
2.3.5 Medidas Cualitativas. -----	23
2.3.6 Ventajas y Desventajas de las Medidas Cualitativas. -----	24
2.3.7 Recomendaciones para el uso de Medidas Cualitativas. -----	24

2.3.8 Medidas Integradas.	25
2.4 Sistemas para la Medición del Desempeño de Proyectos de Ingeniería.	26
2.4.1 El Valor Ganado "Earned Value".	27
2.4.2 Registro Balanceado "Balanced Scorecard".	28
2.5 Comentarios sobre los Sistemas Presentados.	30
3. El Sistema de Valor Ganado "Earned Value".	31
3.1 Antecedentes.	31
3.2 El Camino hacia el Estándar # 748 ANSI/EIA.	31
3.3 El Colegio de Medida del Desempeño del Instituto de Administración de Proyectos.	32
3.4 Lo que se sabe acerca del Valor Ganado.	33
3.5 Metodología de Aplicación del Valor Ganado.	37
3.5.1 Definición del Alcance del Proyecto.	37
3.5.1.1 La Información Necesaria para la Definición del Alcance.	38
3.5.1.2 El Desglose de la Estructura del Trabajo (WBS).	40
3.5.2 Plan y Programa del Proyecto.	41
3.5.3 Estimación y Presupuesto de Recursos del Proyecto Integrados a la Cuenta de Costos.	42
3.5.4 Establecimiento y Mantenimiento de la Base de Desempeño.	46
3.5.4.1 Métodos de Medida de Valor Ganado.	46
3.5.4.2 El Plan de Cuenta de Costos.	48
3.5.5 Monitoreo del Desempeño contra la Base de Costo y Programa.	49
3.5.6 Pronóstico Final de Costo y Programa.	53
3.5.6.1 Técnicas utilizadas para Pronosticar los Resultados Finales de Costos.	54
4. Resumen y Fórmulas para la Metodología del Valor Ganado.	56
4.1 Diagrama de Flujo de la Metodología de Valor Ganado.	56
4.2 Terminología de Valor Ganado.	57
4.3 Fórmulas y su Interpretación.	57
4.4 Representación Gráfica de las Variables que Intervienen en la Aplicación del Concepto de Valor Ganado.	59

5. Caso de Estudio: “Aplicación del Concepto de Valor Ganado en la Medición del Desempeño de un Proyecto de Ingeniería”	61
5.1 Antecedentes del caso.	61
5.2 Bases de estudio.	62
5.3 Evaluación del caso.	63
5.3.1 Alcance de las Instalaciones.	63
5.3.2 Alcance de los Servicios.	63
5.3.3 Desglose de la Estructura del Trabajo.	64
5.3.4 Identificación de Actividades y Costos.	65
5.3.5 Medidas de Avance Físico.	66
5.3.6 Plan y Programa del Proyecto.	67
5.3.7 Resumen del Presupuesto General del Caso de Estudio.	68
5.3.8 Monitoreo del Desempeño del Proyecto.	69
5.4 Resultados y Recomendaciones del Caso de Estudio.	80
6. Conclusiones.	81
7. Bibliografía.	82
Anexo “A”	84
 Criterios para Implementar un Sistema de Administración con Valor Ganado.	
Anexo “B”	89
 Estimado de HH para el Caso de Estudio.	
Anexo “C”	95
 Integración del Precio de la Hora Hombre.	
Anexo “D”	98
 Programa Detallado para el Caso de Estudio.	

Anexo "E". 102
**Datos Tabulados para el Análisis y Reporte
del Caso de Estudio.**

Anexo "F". 106
**Curva de Personal Programado para el Caso
de Estudio.**

Anexo "G". 108
**Curvas de Avance Programado Vs. Real.
del Caso de Estudio**

i) Introducción.

Un Sistema de Medida y Evaluación del Desempeño de Proyectos, es componente crítico en cualquier Sistema de Administración; muchos líderes de proyectos lo reconocen como un medio para comunicar resultados veraces, para distribución de incentivos entre los participantes, o para dar seguimiento al logro y cumplimiento de la estrategia de la organización.

Sin embargo, a pesar de reconocer su utilidad, muchas organizaciones no operan con un sistema de medida adecuado; que brinde la información necesaria para la toma de decisiones, limitándose en algunos casos, únicamente al uso de indicadores de tipo financiero y a algunos sistemas de medida que se enfocan principalmente a desempeños pasados.

Un Proyecto de Ingeniería, como de cualquier otro tipo, tiene una génesis basada en una visión, que es una representación de los resultados (que deben satisfacer una necesidad) que se desean en el futuro. Para materializar la visión, se requiere de una estrategia que indique como lograr tales resultados u objetivos.

Ahora bien, para observar como se va formando la "fotografía" de un proyecto en el futuro, necesitamos de una herramienta que "revele" parcialmente la imagen; con el avance del tiempo y además, ilustre respecto a sí, la "fotografía" que se está formando, coincide con la que se desea del proyecto en tiempo y forma. Esta herramienta puede ser lo que se llama un Sistema de Medida y Evaluación del Desempeño, (SM y ED).

Las características de un SM y ED de un proyecto, no se refieren únicamente a indicar el desempeño actual de un proyecto, sino a brindar información veraz para *pronosticar* el resultado final en cuanto a tiempo y presupuesto.

El arte de construir un SM y ED consta de dos elementos principales:

- ❖ *Una arquitectura que incluya una estructura, una filosofía y una metodología para el diseño y desarrollo del nuevo sistema de administración.*
- ❖ *El compromiso ineludible de los participantes del proyecto de adoptar este sistema.*

Conforme la globalización se hace presente en las industrias, surgen nuevos retos, nuevas estrategias que requieren de nuevos SM y ED. La tendencia actual nos indica que paulatinamente, los patrocinadores de proyectos de inversión, han vuelto los ojos a la creación de valor para el cliente, con la garantía de que esto trae como consecuencia, ganancias para su inversión.

Lo anterior significa que los nuevos SM Y ED, incluyen las medidas permanentes de tipo financiero, combinadas con medidas de tipo operacional como pueden ser: la satisfacción

del cliente, los procesos internos, la innovación de la organización y la mejora continua en las actividades, entre otras.

Este trabajo pretende cubrir algunos problemas que preocupan a los Administradores de Proyecto: la **Medición Objetiva del Avance** y la **Evaluación del Desempeño del Proyecto en Costo y Tiempo** del proyecto; en cualquier punto en el tiempo con fines de **Reporte y Pronóstico**, para ello se propone la metodología de **Valor Ganado** aplicado a un Proyecto de Ingeniería, como una posible solución a los problemas mencionados.

Lo anterior es motivado por los constantes problemas de: retrasos en programas de trabajo, de superación de metas de costos, y de proyecciones subjetivas de terminación, que solo se aprecian en toda su magnitud, cuando se ejerce la Administración de Proyectos como una actividad profesional.

ii) Resumen.

En el **primer apartado** se expresa el motivo por el cual se realiza el presente trabajo. Mientras que en el **segundo apartado** se describe lo que contendrá cada capítulo que lo integra.

En el **capítulo 1**, se describen los conceptos que forman el contexto del tema central y sus interrelaciones. El **capítulo 2** hace mención de una investigación bibliográfica sobre los Sistemas de Medición del Desempeño de Proyectos, que la Gerencia de Proyectos utiliza. Se establece una comparación entre ellos y se enfatiza el valor ganado o devengado "Earned Value", como una metodología de Medición y Evaluación de Proyectos de Ingeniería en ciernes, sobre la que se centrará la atención de los siguientes capítulos.

El **capítulo 3** desarrolla ampliamente el concepto de Valor Ganado y se destaca su importancia como Sistema de Medición y Evaluación del Desempeño de Proyectos de cualquier tipo. Asimismo, se desarrollan los criterios necesarios para su aplicación. En el **capítulo 4**, se resume de manera esquemática la metodología del valor ganado así como las fórmulas para el cálculo de parámetros.

El **capítulo 5** esta dedicado a la aplicación del concepto de Valor Ganado a un caso específico de estudio, se utilizan los criterios derivados de la teoría y se presentan los resultados y recomendaciones.

En el **capítulo 6**, se exponen las conclusiones. Se describe el uso de la metodología de Valor Ganado como una forma precisa para medir y evaluar el desempeño de un proyecto de Ingeniería, además, se describe la contribución del caso de estudio presentado, a la Administración de Proyectos en México.

En el **capítulo 7** está registrada la bibliografía utilizada y finalmente se anexan documentos de soporte para los cálculos u otros que sirven de apoyo o referencia, para el desarrollo del presente trabajo.

1.0 El Marco Conceptual de los Proyectos de Ingeniería.

El desarrollo de cualquier tipo de proyecto, requiere de la participación de personal de diversas disciplinas, diversos estratos sociales, diversos puntos de vista, etc., por tal motivo, resulta importante revisar el contexto de los proyectos y elegir un concepto de proyecto de tal forma, que todos los participantes de un proyecto, cualquiera que éste sea, entiendan de manera homogénea el significado.

1.1 Definiciones de Proyecto.

El concepto de proyecto es un término que se usa con frecuencia por diversos sectores de la sociedad, cada sector lo conceptualiza y utiliza en su propio contexto, como se puede observar en los siguientes ejemplos:

Desde el punto de vista económico, un proyecto se define como:

"El plan prospectivo de una unidad de acción; capaz de materializar algunos aspectos del desarrollo económico y social, proponiendo la producción de algún bien o servicio, y empleando cierta tecnología para obtener alguna ventaja económica y social; además, supone la indicación de los medios necesarios para su realización y la adecuación de esos medios a los resultados que se persiguen" (ILPES, 1983).

Otro enfoque dice que un proyecto:

"Es un conjunto de actividades interdependientes e interrelacionadas que utilizan recursos humanos, materiales, financieros y naturales, sobre los cuales se imponen ciertas limitaciones o restricciones y cuyo propósito final es satisfacer las necesidades humanas". (Posse-Fregoso, J.L., 1981).

Una definición más es la que dice:

"Es una operación de envergadura y complejidad notables, de carácter no repetitivo, que se acomete para realizar una obra de importancia". (Pereña Brand Jaime, 1991).

La Real Academia Española de la Lengua, es una referencia obligada, que define al término proyecto con varias acepciones:

"Diseño o pensamiento de ejecutar algo".

"Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar una idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de Arquitectura o Ingeniería".

"Planta o disposición que se forma para un tratado, o para la ejecución de una cosa de importancia, anotando y extendiendo todas las circunstancias principales que deben concurrir para su logro".

Como se observa, cada definición de proyecto, representa un enfoque particular que satisface los requerimientos de determinados grupos, sin embargo, para los fines que se persiguen en esta tesis, conviene retomar el concepto de proyecto que forma parte del Project Management Body of Knowledge (PMBOK).

*"Un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto o servicio único".
(PMBOK, 1996).*

Temporal, significa que cada proyecto tiene un principio y un fin definidos.

Único, significa que el producto o servicio es diferente de alguna forma a productos o servicios similares.

Asimismo, el **PMBOK** menciona que las operaciones y los proyectos tienen muchas características comunes, por ejemplo, son:

- ❖ Desarrollados por gente.
- ❖ Restringidos a recursos limitados.
- ❖ Planeados, ejecutados y controlados

La diferencia entre operaciones y proyectos, radica en que las operaciones *son continuas y repetitivas*, mientras que los proyectos son *temporales y únicos*.

Algunos ejemplos de proyecto pueden ser:

- ❖ Desarrollo de un nuevo producto o servicio.
- ❖ Efectuar un cambio en la estructura, departamento o estilo de una organización.
- ❖ Diseño de un nuevo vehículo de transporte.
- ❖ Desarrollo o adquisición de un nuevo o modificado sistema de información.
- ❖ Construcción de una estructura para servicios.
- ❖ Desarrollo de una campaña política.
- ❖ Implantar un nuevo procedimiento o proceso de negocio.

El enfoque de este último concepto de proyecto, es de aplicación general y forma parte de una serie de conocimientos integrados por personas que están a la vanguardia en la Administración de Proyectos. De esta forma, para efectos prácticos y por considerar que este último concepto es el que más se apega al objetivo de este trabajo, esta definición será la referencia cuando sea necesario.

La importancia de revisar otras definiciones, refleja que los proyectos tienen diferentes perspectivas y solo nos conviene adoptar un concepto que reúna las características que satisfagan a la mayoría de los usuarios.

1.2 Clasificación de los Proyectos.

Una vez elegido el concepto de proyecto rector, es conveniente establecer una clasificación sobre los proyectos, tomando en cuenta que los conceptos de Administración de Proyectos, son aplicables a proyectos de cualquier tipo.

Una primer clasificación, es con relación a su enfoque de estudio (**Posse-Fregoso, J.L., 1981**), en la siguiente tabla se muestra esta clasificación que hace énfasis en el tipo de proyecto según su enfoque.

Enfoque	Tipo de proyecto
1.- Economía	<p>Agropecuarios: Abarcan la producción animal, vegetal, pesquera y forestal.</p> <p>Industriales: Comprenden la actividad manufacturera, la industria extractiva y el procedimiento extractivo de productos de pesca, de agricultura, y de la actividad pecuaria.</p> <p>Infraestructura económica: Incluye los proyectos que proporcionan a la actividad económica ciertos insumos, bienes o servicios de utilidad general tales como: energía eléctrica, transporte y comunicación, etc.</p> <p>Servicios: Su fin es prestar servicios de carácter personal, material o técnico mediante el ejercicio profesional y/o a través de instituciones.</p>
2.- Ingeniería	<p>Estáticos: Son los que tienen un comienzo y un fin definidos.</p> <p>Dinámicos: Se caracterizan por la existencia de un ciclo continuo de producción y no se puede determinar cuando terminará de operar el proyecto.</p>
3.- Administración	<p>Microproyectos: Son un conjunto de actividades que tienden a racionalizar la asignación de recursos escasos dentro de una institución, para satisfacer sus necesidades básicas que pueden ser individuales o colectivas.</p> <p>Macroproyectos: Son los que se realizan intersectorialmente, en donde por lo regular intervienen dos o más instituciones y cuyo objetivo es la satisfacción de alguna necesidad colectiva a través de la producción de bienes o de la prestación de servicios</p>

Tabla 1.- Clasificación de Proyectos con base en su Enfoque de Estudio.

Otra clasificación relaciona las características del proyecto y el tipo de industria (Harold Kerzner, PH.D.,1998). Para aquellas industrias que suelen manejar proyectos tales como la industria aeroespacial y la industria de la construcción en gran escala, por el alto valor monetario de sus proyectos requieren un enfoque más riguroso de Administración de Proyectos.

Para aquellas industrias que normalmente no desarrollan proyectos, estos pueden ser manejados con una Administración de Proyectos menos formal, sobre todo si no se ve involucrada una ganancia o utilidad significativa.

Tipo de Proyecto / Industria

Características	Investigación y Desarrollo	Pequeña construcción	Construcción en gran escala	Aeroespacial / Defensa	MIS*	Ingeniería.
Necesidad de habilidades interpersonales	Baja	Baja	Alta	Alto	Alta	Baja
Importancia de una estructura organizacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Baja
Dificultades administrativas de tiempo	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja
Número de reuniones	Excesivo	Bajo	Excesivo	Excesivo	Alto	Medio
Supervisión del administrador de proyectos	Admón. media	Admón. Alta	Admón. alta	Admón. alta	Admón. media	Admón. media
Presencia del patrocinador de proyectos	Si	No	Si	Si	No	No
Intensidad de conflictos	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja
Nivel de control de costos	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Nivel de planeación/programación	Solo Fechas Clave	Solo Fechas Clave	Plan detallado	Plan detallado	Solo Fechas Clave	Solo Fechas Clave

Tabla 2. Clasificación de los Proyectos con base en sus Características y Tipo de Industria.

*Management Information System: Administración de Sistemas de Información

1.3 Relaciones entre los Proyectos.

Como se puede observar en el punto anterior, la naturaleza de los proyectos es variable, así entonces, resulta importante revisar la relación que puede existir entre proyectos. De esta forma, los proyectos pueden ser: (Navarro, B. P., 1993)

- **Proyectos Independientes:**

Los proyectos A y B son independientes en la medida que la realización de uno no impida ejecutar el otro, y que los beneficios netos de cada uno, no se afecten por la realización del otro.

- **Proyectos Complementarios:**

Los proyectos A y B son complementarios si los beneficios netos de realizar ambos superan la suma de los beneficios netos de A (realizado sin B), y los de B (sin A).

- **Proyectos Sustitutos:**

El proyecto A es sustituto de B si su realización reduce la posibilidad de ejecutar B, o si se disminuye los beneficios de realizar B.

- **Proyectos Perfectamente Sustituibles o Mutuamente Excluyentes:**

Este es el caso extremo de proyectos sustitutos y se presenta si la realización de uno elimina la posibilidad de ejecutar el otro o si elimina los beneficios del otro. Dos proyectos pueden ser excluyentes por tres motivos:

A) Porque cada uno por su cuenta agota el presupuesto disponible para la inversión, y por lo tanto, si se realiza uno, no habrá dinero para realizar el otro.

B) Podrán ser excluyentes debido al hecho de que cada uno utiliza un insumo de oferta fija, y si se ejecuta un proyecto no habrá el insumo necesario para producir el segundo.

C) El carácter excluyente podría atribuirse a que los dos proyectos atienden a la misma necesidad, y por lo tanto, representan soluciones alternativas a la misma necesidad.

En la siguiente figura, se muestra el concepto de proyectos mutuamente excluyentes.

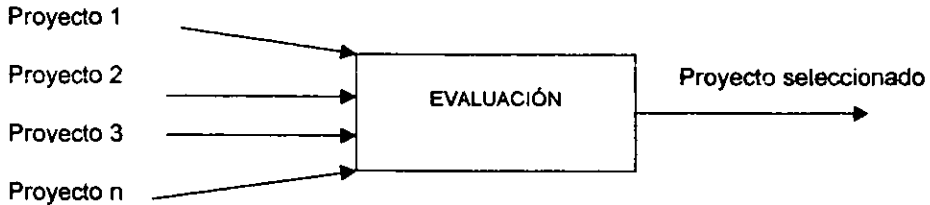


Figura 1. Esquema del concepto de Proyectos Sustituibles o Mutuamente Excluyentes.

Los proyectos de inversión de la industria petrolera nacional, utilizan a menudo el tipo de proyectos perfectamente sustituibles o mutuamente excluyentes, ya que para el mismo fin se tienen un grupo de soluciones o alternativas tecnológicas.

Para desarrollar un proyecto de esta índole, es necesario un planteamiento inicial que proponga exactamente los objetivos, el producto final deseado y los recursos disponibles. Una vez establecidos estos parámetros, pueden identificarse en la ejecución del proyecto las siguientes fases:

- ❖ Estudios Básicos de la Tecnología del Proceso.
- ❖ Estudios Preliminares de Costo.
- ❖ Estudios de Mercado.
- ❖ Estudios de Factibilidad.
- ❖ Ingeniería Básica.
- ❖ Ingeniería de Detalle.
- ❖ Procuración de Equipo y Materiales.
- ❖ Construcción.
- ❖ Pruebas y Arranque.
- ❖ Operación Continua o Normal.

1.4 Conceptos Relacionados a la Administración de Proyectos.

El marco conceptual del presente trabajo, requiere de la definición de algunos conceptos adicionales que darán forma al contexto del tema general.

No es intención abundar sobre los conceptos, sino proporcionar un panorama completo y rápido del lenguaje que se maneja en la disciplina de Administración de Proyectos. Una referencia inevitable es recurrir a la guía del PMBOK (**PMBOK, 1996**) la cual proporciona la información más completa y actualizada, sobre la práctica de Administración de Proyectos.

1.4.1. Administración de Proyectos:

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto, para satisfacer o exceder las expectativas de los que participan en un proyecto.

1.4.2. Ciclo de vida del proyecto.

Las organizaciones que trabajan con proyectos, generalmente dividen estos en algunas fases para proporcionar mejor control administrativo y vínculos adecuados entre operaciones continuas y el funcionamiento de la organización.

En suma, estas fases son conocidas como ciclo de vida del proyecto. Cada fase del ciclo de vida del proyecto puede ser definida particularmente para cada proyecto, sin embargo, cada ciclo de vida del proyecto debe incluir invariablemente, los términos de inicio y el fin del mismo y lo que involucra cada fase intermedia.

1.4.3. Estructura Organizacional.

Es una representación de la forma de operación de una organización y normalmente restringe la disponibilidad de recursos o los términos bajo los cuales los recursos estarán disponibles para el proyecto.

Así, la elección de una estructura para el proyecto, dependerá de sus características y del grado de influencia que requiera adoptar la organización sobre el proyecto.

1.4.4. **Procesos de la Administración de Proyectos.**

Un proceso es "una serie de acciones que provocan un resultado", de esta forma, un proceso de Administración de Proyectos está relacionado con la descripción y organización del trabajo del proyecto. Los procesos de administración de proyectos se pueden organizar en cinco grupos de uno o más procesos cada uno.

- ❖ **Proceso de inicio.** *Reconoce que un proyecto o una fase del mismo debe iniciar y existe el compromiso de hacerlo.*
- ❖ **Proceso de planeación.** *Traza y mantiene un escenario de trabajo a cumplir, para lograrlo, el proyecto debe ser entendido.*
- ❖ **Proceso de ejecución.** *Coordina personal y otros recursos para llevar a cabo el plan.*
- ❖ **Proceso de control.** *Asegura que los objetivos se alcanzan utilizando el monitoreo y la medida del desempeño que nos proporciona la información para tomar las acciones correctivas cuando sea necesario.*
- ❖ **Proceso de terminación.** *Formaliza la aceptación del proyecto o una de las fases para un cierre ordenado*

Los grupos de procesos son vinculados por los resultados que producen, así, los resultados de un grupo se convierten en la entrada de información del grupo siguiente.

Lo anterior puede esquematizarse en la siguiente figura.

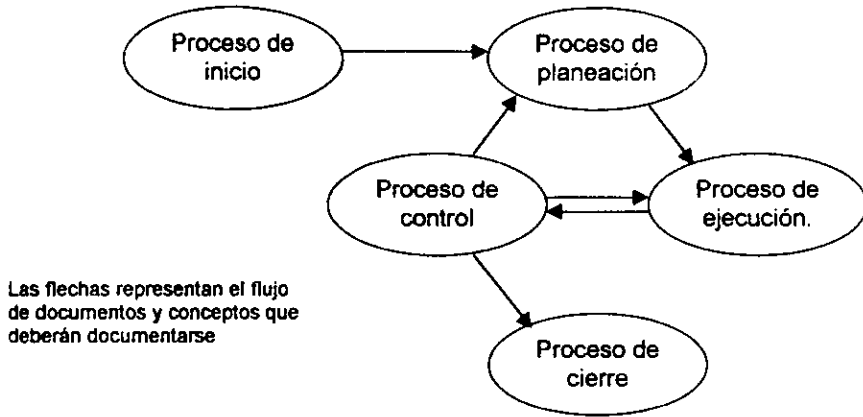


Figura 2. Vínculos entre los grupos de procesos en una fase.

1.4.5. Administración de la Integración del Proyecto.

Son los procesos requeridos para asegurar que varios elementos del proyecto estén coordinados adecuadamente.

1.4.6. Administración del Alcance del Proyecto.

Este proceso es requerido para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido.

1.4.7. Administración del Tiempo del Proyecto.

Es el proceso requerido para asegurar que el proyecto termine oportunamente.

1.4.8. Administración del Costo del Proyecto.

Proceso que se requiere para asegurar que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado.

1.4.9. Administración de la Calidad del Proyecto.

Es el proceso requerido para asegurar que el proyecto cubrirá las necesidades para las cuales fue emprendido.

1.4.10. Administración de los Recursos Humanos del Proyecto.

Proceso requerido para hacer más efectivo el uso del personal involucrado en el proyecto.

1.4.11. Administración de las Comunicaciones del Proyecto.

Es el proceso requerido para asegurar que la generación, colección, diseminación, almacenaje y disposición final de la información se realice oportuna y apropiadamente.

1.4.12. Administración del Riesgo.

Proceso relacionado con la identificación, análisis y respuesta a los riesgos del proyecto, esto incluye maximizar los resultados de posibles eventos y minimizar las consecuencias de resultados adversos.

1.4.13. Administración de la Procura del Proyecto.

Proceso requerido para adquirir bienes y servicios que no forman parte de la operación de la organización.

2.0 Metodologías para la Medición del Desempeño de Proyectos.

Sin duda, una de las preocupaciones principales de cualquier Administrador de Proyectos, es el **Monitoreo del Desempeño del Proyecto**, sobre todo para contar con parámetros que permitan saber que existe un control y para efecto de comunicar los avances parciales a los involucrados en el proyecto; quienes decidirán continuar, o abandonar el proyecto oportunamente, además, el Monitoreo del Desempeño resulta importante por motivo de pagos parciales por el cliente.

Ahora ¿Qué se entiende por monitoreo?. *"El monitoreo del Desempeño del Proyecto, requiere establecer un Sistema de Medida efectivo que involucre a la gente, a la secuencia de eventos, y una revisión periódica y permanente de los factores clave del proyecto."* (Gaynor Gerard H., 1996)

2.1 Evolución de las Medidas de Desempeño.

Las medidas de desempeño, han existido desde que nacen los conceptos de proyecto o negocio, y conforme cambian las estrategias de desarrollo empresarial, derivadas de las realidades competitivas, se requiere de nuevos Sistemas de Medida Desempeño. (Eccles Robert G 1991)

Sin embargo, en cuanto a Medidas de Desempeño, es inevitable recurrir a medidas relacionadas con esquemas financieros. Se ha intentado medir el desempeño con base en medidas no financieras, tal es el caso de la calidad, pero los indicadores de desempeño por si solos, son esfuerzos que no reflejan el verdadero estado de un proyecto o negocio y mucho menos sirven para compensar con bonos, incentivos u otros premios a los participantes de un proyecto.

Las nuevas tendencias del desempeño de las organizaciones, han motivado a incluir en los Sistemas de Medida, aspectos como: la satisfacción del cliente, índices de calidad, formación de recursos humanos, innovación etc.

La estrategia generalizada a seguir es sin duda, el enfoque sobre al cliente, sin embargo, la gran medida que resume todos los esfuerzos realizados, la que trae consigo éxitos o fracasos, es y seguirá siendo, *la utilidad*. La utilidad en todos los sentidos, la utilidad para poder subsistir y proyectarse al futuro, esta utilidad se integra y se ve reflejada en el **flujo de efectivo generado** del proyecto.

Pero, ¿porque es importante medir?. Seguramente porque lo que tiene un estándar de medida, recibe más atención que aquel que no lo tiene, (particularmente cuando estas medidas están ligadas a los estímulos a los participantes). Así entonces, existe un incentivo para completar oportunamente las tareas sujetas a medida.

Por tal motivo, antes que inicie un proyecto hay que preguntar. ¿Dada nuestra estrategia para el proyecto o negocio, cuales serán las Medidas de Desempeño más importantes?, ¿Esas medidas, como se relacionan con otras?, ¿Cuáles medidas predicen verdaderamente el éxito financiero del proyecto o negocio, en el largo plazo?.

La Medición y Evaluación del Desempeño de Proyectos usando medidas financieras no es un tema que deje satisfechos a todos los usuarios, ya que existen Gerentes de Proyecto que le quitan el lado "frío" del dinero a la Evaluación del Desempeño del Proyecto y a la rentabilidad, ellos le añaden otro tipo de ganancia como: ganancia de nichos de mercado, productividad, actitud de los empleados, responsabilidad pública, etc.

Un problema que se genera al incluir en las medidas financieras, medidas de carácter subjetivo como las descritas anteriormente, es que se presta para la manipulación de resultados según las interpretaciones particulares de los que generan el informe. Obviamente, que a los inversionistas, les interesan los resultados generales, pero el que más esperan es el expresado en función de flujo de efectivo.

Conforme avanza el tiempo, los Administradores de Proyectos han aprendido que el solo enfoque financiero, orienta a una producción masiva, esto trae como consecuencia, la insatisfacción del cliente que redundará en un círculo vicioso que deteriora los ingresos de la empresa.

Es posible formar un círculo virtuoso, donde los ingresos sean resultado de un producto de calidad orientado al cliente y atención profesional, para esta afirmación, la estrategia principal es la calidad y se incorporan en los Sistemas de Medida, aspectos como: tiempo de respuesta, número de defectos, entrega oportuna, etc., esto permite evaluar el desempeño de productos, de servicios y de operaciones. Lo anterior esta instituido en México a través del Premio Nacional de Calidad que es una evaluación del desempeño de la operación completa de la empresa, no es una medida de tipo financiero sino operacional.

De esta forma, *las medidas de calidad*, representan un paso importante en la evolución de las Medidas del Desempeño de un proyecto y en suma, de una organización. Otro paso importante es la medida de la satisfacción del cliente y esto es derivado de la estrategia de calidad, la satisfacción del cliente tendrá que realizarse con información proporcionada directamente por el cliente, con esto podrá medirse el grado de productos devueltos, o la percepción del cliente del valor de bienes y servicios.

Una vez que las métricas de calidad revolucionaron el concepto de Sistemas de Medida, se presenta un nuevo concepto que es *la Comparación Referencial* (Benchmarking), éste proporciona a los Administradores de Proyecto una metodología para medir tanto aspectos financieros como no financieros, aunque el enfoque principal es sobre no financieros.

El "Benchmarking", permite identificar a la competencia que posee las mejores prácticas en alguna actividad o función o proceso, y lograr una mejora, derivada de la comparación entre el desempeño de ellos con el propio.

Un papel importante en la evolución de los Sistemas de Medida, es la información tecnológica, gracias a ésta, se han abatido los costos de producción: los productos llegan a más gente, más rápido y más barato que en años anteriores, esto da lugar al establecimiento de medidas de desempeño adecuadas a las exigencias de la globalización.

De esta forma, se puede concluir que las medidas financieras no han dejado de ser importantes en los proyectos, sino que han evolucionado para enfocarse sobre aspectos operacionales, claro está que al final de cuentas todo redundará en beneficios económicos, pero estos son para todos los que participan en el proyecto: accionistas, cliente, trabajadores, administradores y sociedad en general

2.2 La Estructura de un Sistema de Medida.

Proponer un nuevo Sistema de Medida, no es tarea fácil, se necesita convicción, preparación y perseverancia, además, hay que considerar que la literatura identifica cinco áreas de actividad para el establecimiento de un Sistema de Medida: . (Eccles Robert G 1991)

2.2.1 El Desarrollo de un Sistema o Arquitectura de Información.

2.2.2 Identificar la Tecnología que soportará este Sistema de Información.

2.2.3 Alinear los incentivos con el nuevo Sistema de Medida.

2.2.4 Trabajar con Recursos Externos.

2.2.5 Crear un proceso que asegure que los 4 puntos anteriores funcionen.

1) La primer actividad en el desarrollo de una nueva Arquitectura de Información, es categorizar las necesidades de información y establecer las reglas que regularán el flujo.

El diseño de una nueva Arquitectura de Información, inicia con los datos que los Administradores necesitan para cumplir con la estrategia de la compañía o del proyecto. Este proceso parece obvio pero no lo es, por ejemplo: Algunas compañías describen sus estrategias en función de: servicio al cliente, innovación, calidad o capacidades del personal y miden muy poco esas variables.

Es importante cuestionar, acerca de que medidas son importantes y como se miden mejor, para ello es necesario un lenguaje común entre los integrantes de la

empresa, el objetivo de este primer punto es lograr *un vocabulario particular sobre Medidas de Desempeño*.

Diferentes negocios con diferentes medidas estratégicas, requieren diferentes Sistemas de Información y diferentes Sistemas de Medidas de Desempeño.

El cómo se generan los Datos de Desempeño, es otra parte de la Arquitectura de Información, no es sorprendente que los métodos para medir en términos financieros sean los más sofisticados, llevan una gran ventaja obtenida con el tiempo y con el trabajo de profesionistas de la contabilidad, respecto a medidas no financieras como: calidad, innovación, recursos humanos o satisfacción del cliente, que son temas en ciernes respecto a sus Sistemas de Medida.

Otro componente de una Arquitectura de Información son las reglas que gobiernan el flujo de información. ¿Quién es el responsable de que medidas?, ¿Quién genera los datos?, ¿Quién recibe y analiza los datos?, ¿Quién es el responsable de cambiar las reglas?. Hay que recordar que la información es considerada por muchos, como una fuente de poder con base en su control, esto forma una barrera que impide el flujo deseado.

- 2) Una vez que se ha establecido el Sistema de Información, se requiere determinar el Hardware, el Software y la Tecnología de Telecomunicaciones que permitirá el flujo de información. Esta determinación es difícil, sobretodo por la gran variedad de opciones disponibles en el mercado y muchas veces se elige sin tener claras las necesidades de información.
- 3) El próximo paso es Alinear el Nuevo Sistema con los Incentivos de la Compañía, es decir, estimular al personal en proporción a su desempeño sobre las medidas establecidas por los administradores. En retórica es fácil decir, pero muy difícil realizar, muchas organizaciones ofrecen estímulos ligados a medidas financieras como rentabilidad o retorno sobre la inversión.

La dificultad para alinear los incentivos con el desempeño se debe al hecho de que no hay fórmulas efectivas que ligen estos dos conceptos; los incentivos se pueden asociar al desempeño, cuando los Administradores explican a los integrantes del equipo de trabajo que recibirán estímulos proporcionales a los resultados cuantitativos y cualitativos realizados.

- 4) Trabajar con Recursos Externos, significa aprovechar la experiencia de organizaciones que trabajan con Sistemas de Medida de Desempeño, estas organizaciones pueden ser: Consultores, Industria Privada, Firmas de Ingeniería, Despachos de Contadores, etc. se puede decir que una empresa que ha revolucionado los sistemas de medida es IBM. Tan pronto como alguna compañía líder demuestre a los inversionistas que las medidas no financieras como calidad o

innovación son superiores a las financieras, se cambiará el esquema completo de medida, es sólo cuestión de tiempo.

- 5) Finalmente, para integrar la Estructura de un Sistema de Medida, se necesita diseñar un proceso que asegure que pase todo lo anterior. Esto requiere el compromiso de la alta dirección, pero un alto ejecutivo no puede hacer nada por sí solo, desarrollar un Sistema de Información, acompañado de Tecnología, Alineación de Incentivos y trabajar con Compañías Externas, requiere de la participación de mucha gente y de mucho trabajo.

El Diseño del Proceso debe incluir personal de diferentes especialidades de negocio y funciones como: Planeación Estratégica, Ingeniería, Producción, Ventas, Recursos Humanos, Finanzas, etc., además, el trabajo de Compañías Externas se debe sumar al esfuerzo de la organización.

Otro trabajo es Rediseñar el Sistema de Organización de acuerdo al esquema que más le convenga a la Empresa, lo más efectivo para una Empresa depende de su historia, cultura y estilo de Administración.

Para finalizar, la evolución de los sistemas de Medida de Desempeño, no solo trata de cambiar las bases de medidas financieras en alguna otra, se trata de llegar a una nueva filosofía de Medida del Desempeño que involucre a los procesos muy específicos de cada Empresa.

2.3 Clasificación de las Técnicas de Medida.

Se ha encontrado en la literatura (Bjom M. Werner and William E. Souder 1992), un enfoque general que clasifica las técnicas de medida en micro y macronivel. Las técnicas macronivel se enfocan al impacto que puede causar un proyecto sobre la sociedad en general, las técnicas micronivel se enfocan al impacto de un proyecto que desarrolla una firma sobre su propia efectividad, este último enfoque es el que tiene mayor importancia para los fines del presente trabajo.

Las microtécnicas se pueden clasificar, de acuerdo con la naturaleza de la medida, si es cuantitativa (numérica) o cualitativa (no numérica) y si la medida está basada en información objetiva o en juicios subjetivos.

Algunos métodos de evaluación, cuantitativo-objetivo, cuantitativo-subjetivo, y cualitativo-subjetivo se han encontrado en la literatura como se discute adelante. El nivel cualitativo-objetivo es eliminado porque es una contradicción de términos en el escenario aquí utilizado.

La figura siguiente muestra la clasificación antes descrita.

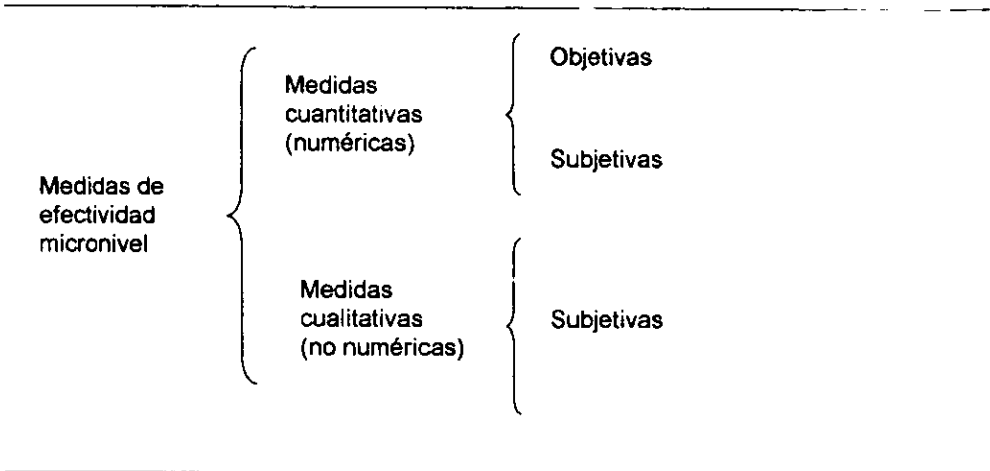


Figura 3. Clasificación de Medidas Micronevel.

2.3.1 Medidas Cuantitativas-Objetivas.

Las medidas Cuantitativas-Objetivas generan indicadores numéricos del desempeño usando algoritmos bien definidos que se enfocan en lo tangible, dimensiones contables (ver tabla 3, siguiente página).

Las medidas tales como "Número de Científicos Empleados", "Total de Gastos" y "La Inversión en Equipo de Investigación" son comúnmente usados como medidas cuantitativas-objetivas.

Las medidas de rendimiento como "Número de Patentes", "Reducción de Costos", "Número de Nuevos Productos Liberados" son también comúnmente usadas como medidas cuantitativas-objetivas.

• Índice de Efectividad	=	$\frac{\text{Ingresos generados por productos introducidos en los últimos 3 años}}{\text{Costos totales del proyecto}}$
• Índice de Innovación	=	$\frac{\text{Ingresos generados por productos introducidos en los últimos 3 años}}{\text{Total de ingresos}}$
• Índice de Calidad	=	$\frac{\text{Número de productos y servicios producidos conociendo las necesidades del cliente.}}{\text{Número de necesidades del cliente.}}$
• Porcentaje de patentes o propiedad intelectual que genera "valor" para la compañía		

Tabla 3. Ejemplos de Medidas Cuantitativas-Objetivas frecuentemente reportadas en la literatura.

Un ejemplo típico de esto es el de la cantidad de utilidad atribuible al proyecto, dividido por la inversión del mismo. Así la efectividad del proyecto quizá mejore con el decrecimiento del denominador, incremento del numerador o ambos.

2.3.2 Medidas Cuantitativas-Subjetivas.

Las medidas Cuantitativas-Subjetivas están basadas en *juicios intuitivos* que son convertidos en *números*. Esta conversión toma lugar por el soporte de juicios, definiciones o cuando los comportamientos pueden ser expresados como equivalentes numéricos.

Para incrementar la confiabilidad de las medidas, los múltiples juicios pueden ser colectados entre los participantes o pueden ser usadas las medidas por consenso. Así, mientras las técnicas cuantitativas-objetivas son limitadas a medidas objetivas de desempeños pasados, las técnicas cuantitativas-subjetivas pueden involucrar estimaciones de ambos: expectativas pasadas y futuras.

La evaluación Cuantitativa-Subjetiva de los proyectos, ha demostrado ser válida como indicador de éxito o fracaso de actividades de proyectos. La importancia para usar tales

medidas es que los métodos individuales, están más íntimamente conectados con las actividades de proyectos y pueden estar en la mejor posición para evaluarlas.

Cuando las perturbaciones normales en el corto plazo e influencias engañosas son descartadas con métodos estadísticos, las tendencias en el largo plazo pueden reflejar con precisión el éxito potencial del esfuerzo del proyecto, además, pueden ser válidos como indicadores avanzados del valor del proyecto. Esto permite a la administración, tomar acciones tempranas, replanear el esfuerzo o ahorrar dinero por la terminación oportuna del proyecto.

2.3.3 Ventajas y Desventajas de las Medidas Cuantitativas.

La principal ventaja de muchas Medidas Cuantitativas es su facilidad de uso. Por ejemplo, la medida y seguimiento del número de patentes y citas bibliográficas. En particular, las Medidas Cuantitativas-Objetivas son fáciles de interpretar y generalmente se correlacionan con otras medidas.

Por otra parte, las Medidas Cuantitativas algunas veces se enfocan sobre conceptos fácilmente cuantificables en lugar de aspectos que son importantes para la efectividad del proyecto. Además, como cualquier método de medida, las cuantitativas no pueden ser interpretadas sin tener sus estándares propios de desempeño.

El uso de Medidas Cuantitativas requiere de un cuidado especial en el paquete de estándares que deben ser realistas y representativos. La validación es un problema particular con las Medidas Cuantitativas-Objetivas, desde la naturaleza de sus objetivos que generalmente se prestan a falsa credibilidad.

Muchas de las Medidas Cuantitativas-Objetivas, descuidan el tiempo inherente al retraso ocasionado por las propias medidas. Por ejemplo: Dos proyectos con la misma proporción de utilidad a gasto pueden tener diferentes productividades. Estas diferencias pueden ser aparentes cuando sus utilidades y gastos son adecuadamente contabilizados por el estado de la moneda en términos de Valor Presente.

Cuando los ingresos o salidas no pueden presentarse en términos de Valor Presente, las dimensiones Cuantitativas-Subjetivas pueden sumarse a los números Cuantitativos-Objetivos para ajustarse. Pero la inclusión de factores subjetivos y juicios necesariamente lleva a otro error potencial de estimación por percepciones inadecuadas, sin embargo, es importante usar técnicas de consenso, opiniones de expertos y Comparación Referencial que controlen la influencia de errores por juicios subjetivos.

2.3.4 Uso de Medidas Cuantitativas Objetivas y Subjetivas.

Las Medidas Cuantitativas-Objetivas son recomendables para proyectos de larga duración, donde los rendimientos son más certeros y definidos.

Las Cuantitativas-Subjetivas son más apropiadas para proyectos de plazos cortos y pueden ser sólo recomendables como métodos apropiados de evaluación de etapas tempranas. Por la naturaleza altamente incierta de muchos proyectos, las Medidas Cuantitativas-Subjetivas **son recomendables para evaluación de Proyectos de Ingeniería de Plantas Industriales.**

Una combinación de Medidas Objetivas y Subjetivas, también es una alternativa recomendable para muchas evaluaciones de efectividad de proyectos. Los métodos particulares combinados pueden ser flexibles a los variantes requerimientos de evaluación de las diferentes etapas del trabajo de un proyecto.

2.3.5 Medidas Cualitativas

El soporte de la filosofía de las Medidas Cualitativas es muy diferente a las Cuantitativas. Aquí se evita la cuantificación y las operaciones aritméticas y los juicios se hacen confiando en los asesores expertos. Esos juicios son reportados típicamente en términos que reflejan su percepción.

Otra diferencia principal es que las Medidas Cualitativas se enfocan al desempeño de científicos individuales, equipos, grupos o departamentos. Por comparación, las Medidas Cuantitativas usualmente se enfocan más a los procesos técnicos, aspectos financieros y rendimientos numéricos. Así, los métodos cualitativos cambian el enfoque para evaluar, por ejemplo, desempeño humano como una medida de la efectividad del proyecto.

Existen 4 distintos tipos de técnicas de Evaluación Cualitativa:

- ❖ Autoevaluación.
 - ❖ Supervisión.
 - ❖ Observación.
 - ❖ Auditorías externas
-
- ❖ En la **Autoevaluación**, cada persona evalúa su propia contribución a las metas del trabajo del proyecto, de esta forma, la Autoevaluación presenta errores por la auto-estimación e imprecisión de la auto-percepción.
 - ❖ Por otra parte aunque también puede ser sujeto de error, la **Supervisión** es más objetiva. Consiste en que otra persona evalúa a otros.

-
- ❖ En los sistemas de **Observación** todos los miembros de un proyecto se evalúan así mismos y a otros, se combina la Autoevaluación y la Supervisión. Un asesor correlaciona los datos y los condensa en un estado general de la evaluación.

Un centro de evaluación es una versión común de sistemas de observación. De esta forma, técnicos expertos familiarizados con el trabajo o universidades están en excelentes posiciones para ser asesores.

- ❖ Las **Auditorías Externas** pueden parecer un centro de operaciones de Evaluación, pero son generalmente más comprensivos. El enfoque de una auditoría es todo el departamento o la operación del proyecto y todos los aspectos de la operación se examinan a detalle; Las auditorías son usadas con el fin de corregir errores y mejorar de esta forma las operaciones.

2.3.6 Ventajas y Desventajas de las Medidas Cualitativas.

Las Medidas Cualitativas pueden proveer una profunda observación del Desempeño de un Proyecto y de sus procesos, mientras que las Medidas Cuantitativas pueden ser criticadas por permitir verificaciones superficiales, las Medidas Cualitativas obligan a los participantes a pensar y desarrollar sus propias palabras para medir las cosas que ellos observan.

El proceso de conducir una Evaluación Cualitativa generalmente estimula interacciones que mejora el flujo de información, el aprendizaje y el entendimiento entre los participantes. Cuando las auditorías de algunos años se reúnen en una base de datos, la información puede llegar a ser utilizada para lograr la mejora continua.

Aunque muchos métodos de Evaluación Cualitativa han mostrado ser válidos y confiables, se requiere entrenamiento profesional para lograr esos niveles de efectividad en los procesos de evaluación, de esta forma las técnicas cualitativas requieren una seria inversión en tiempo y capacitación.

2.3.7 Recomendaciones para el Uso de Medidas Cualitativas.

Se debe formar un grupo pequeño (4 ó 5) de expertos en la materia. El grupo de evaluación debe consistir en ingenieros que evalúen los aspectos técnicos y de Gerentes que evalúen los aspectos de negocio. Auditores y Observadores pueden trabajar donde exista dificultad para expresar el desempeño en términos cuantitativos, por ejemplo en investigación Básica.

El campo de aplicación preferido de las Medidas Cualitativas es la etapa inicial de un proyecto donde la información necesaria para dar confiabilidad a los métodos cuantitativos no está disponible.

2.3.8 Medidas Integradas.

Los métodos integrados de evaluación del desempeño combinan medidas objetivas y subjetivas buscando las ventajas de ambos tipos de medida.

La tabla 4 presenta un ejemplo de una medida integrada desarrollada por los autores (Bjom M. Werner and William E. Souder 1992).

La combinación de tres Índices Cuantitativos y la calificación de una Auditoría Subjetiva en un simple valor numérico del proyecto.

El Índice de Efectividad es una Medida Cuantitativa-Objetiva de desempeño pasado del proyecto, el Índice de oportunidad es una Medida Cuantitativa-Objetiva y el Índice de Potencial Futuro es Medida Cuantitativo-Subjetivo. Finalmente, la Auditoría es una Medida Cualitativa-Subjetiva que necesita una escala de 0-100 por ciento.

A= Índice de Efectividad =	<i>Valor presente de ingresos generados por la introducción de productos en los últimos 5 años.</i>
	<hr/>
	<i>Valor presente del costo acumulado de proyectos de los últimos 5 años</i>
	<hr/>
	<i>Número de proyectos terminados a tiempo durante algún período representativo</i>
B = Índice de Oportunidad =	<hr/>
	<i>Número de proyectos iniciados en ese período.</i>
	<hr/>
	<i>Valor presente de ingresos futuros esperados de la tecnología que actualmente está en desarrollo</i>
C = Índice de Potencial Futuro =	<hr/>
	<i>Valor presente de todos los costos para el desarrollo de esas tecnologías.</i>
D =	<i>Auditoría de observación de necesidades futuras no cubiertas que pueden inhibir el logro del crecimiento futuro, expresado en una escala de 0-100 por ciento.</i>
O = Evaluación General del Valor del Proyecto =	A + [(C*B) * D]

Tabla 4 Ejemplo de una Medida Integral que combina Medidas Objetivas y Subjetivas.

2.4 Sistemas para la Medición del Desempeño de Proyectos de Ingeniería.

Los Sistemas para Medir el Desempeño de un Proyecto de Ingeniería o grupo de proyectos, no difieren de los conceptos desarrollados anteriormente. En el campo de la Ingeniería, se ha establecido un lenguaje particular para el uso de algunos Indicadores de Desempeño. Así por ejemplo, se describen algunos:

<u>Fórmula</u>	<u>Nombre.</u>
$\frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Egresos Totales}}$	Rentabilidad
$\frac{\text{Núm. de Proyectos Terminados a Tiempo.}}{\text{Núm. Total de Proyectos.}}$	Oportunidad
$\frac{\text{Núm. de Proyectos Vigentes}}{\text{Núm. de Propuestas Presentadas}}$	Promoción
$\frac{\text{Núm. de Proyectos que Sufren Cambios Significativos}}{\text{Núm. de Proyectos Totales.}}$	Planeación
$\frac{\text{Horas-Hombre Facturadas}}{\text{Horas-Hombre Usadas}}$	Uso del Recurso Humano
$\frac{\text{Horas-Hombre Cargadas a Proyectos}}{\text{Horas-Hombre Usadas}}$	Actividad
$\frac{\text{Núm. de Horas-Hombre Facturadas por Persona}}{\text{Total de Personas.}}$	Eficiencia del Personal

Otro Indicador de Desempeño que normalmente se presenta en las Propuestas de Ingeniería, es la **Curva Programada**, llamada también **Curva "S"**. En esta representación gráfica se presenta como será el avance acumulado de las actividades con respecto al tiempo, en una escala de 0 a 100 por ciento, con respecto al total de las actividades a realizar.

Conforme avanza el desarrollo del proyecto, se grafican los datos reales que son el resultado de una estimación de trabajo real terminado, estas actividades llevan implícito el costo y los recursos a utilizar.

En realidad, los Indicadores se usan de manera individual y muy pocas veces como Sistema, la información que se desprende de cada Indicador, se complementa con la

experiencia del Administrador del Proyecto, quién de manera indirecta puede hacer un pronóstico de la forma y tiempo de terminación del proyecto.

Una de las exigencias más fuertes en la Medida del Desempeño de un Proyecto, es de **naturaleza contractual**, de esta forma, el cliente y el proveedor establecen la forma de pago con respecto al avance de las actividades establecidas en el contrato.

El cliente, deposita la confianza en el Proveedor de Servicios de Ingeniería para medir el desempeño detallado del proyecto, de esta forma las desviaciones son estimadas por el proveedor para comunicar al cliente un pronóstico y de esta forma, acordar sobre las acciones necesarias que pueden mantener el proyecto en costo y tiempo aceptables.

Derivado de lo anterior, se hace necesario contar con Sistemas de Medida más eficaces que el simple uso de indicadores individuales que sólo muestran una visión estática en un determinado período.

2.4.1 El Valor Ganado "Earned Value".

La metodología de Valor Ganado (**NNH enterprise 1996**), permite comparar rápidamente, cuanto trabajo actualmente se ha terminado contra la cantidad de trabajo planeado en el mismo período. El Sistema de Valor Ganado requiere del Plan, del Presupuesto y los Programas de Alcance de Trabajo Autorizados.

El Plan y el Presupuesto con respecto al tiempo es el Valor Planeado y Presupuestado que da origen a una Base para la Medida del Desempeño. Tan pronto como el trabajo se completa se convierte en Valor Ganado, mismo que comparado con el Valor Planeado, proporciona información sobre las **desviaciones en programa**.

En cuanto a costos, normalmente se establece un Sistema de Cuentas que proporciona los costos acumulados del proyecto. Los costos actuales son comparados con el valor ganado para indicar la **desviación en costo**, con lo cual es posible establecer un **pronóstico de terminación**

Uno de los beneficios de usar un Sistema de Administración con enfoque de Valor Ganado (**Sean Alexander 1998**), es que proporciona una definición clara del trabajo antes de empezar su desarrollo (aplicable para cualquier sistema de Administración de Proyectos), esto ayuda a los Administradores de Proyectos a requerir los recursos apropiados y así establecer un plan realista contra el cual medir el Desempeño.

Con la aplicación del Sistema de Valor Ganado, se **obtienen medidas objetivas de trabajo terminado**, esto ayuda a los Administradores a tomar decisiones con información apegada a la realidad.

Si las tareas se realizan dentro del Alcance, Programa y Presupuesto, se puede confiar en alcanzar resultados exitosos, por el contrario, si las tareas no se pueden realizar

conforme al Alcance, Programa o Presupuesto, con Valor Ganado se pueden identificar los problemas y resolverlos oportunamente para que la solución sea relativamente barata.

Un Sistema de Administración basado en Valor Ganado, apoya a los Administradores del programa a identificar áreas que requieren mayor atención y proporciona verdaderas condiciones del costo, lo que permite lograr pronósticos precisos de costos para terminar el proyecto.

2.4.2 Registro Balanceado “Balanced Scorecard”

El Registro Balanceado esta enfocado a la Administración Estratégica, esto es, a largo plazo, la estrategia se introduce dentro del Sistema de Administración, a través de un mecanismo de medidas. El Registro Balanceado traduce la visión y la estrategia en una herramienta que comunica y motiva el Desempeño contra las metas establecidas (**Renaissance Worldwide, Inc. 2000**).

Una visión describe la última meta, una estrategia nos dice como lograr esa meta, así, el Registro Balanceado proporciona un medio para convertir la visión en un paquete claro de objetivos. Esos objetivos se traducen en un Sistema de Medida de Desempeño que efectivamente comunican un poderoso enfoque estratégico de la organización.

En contraste a los Sistemas de Medida tradicionales basados en aspectos puramente financieros, el Registro Balanceado, solidifica el enfoque de una organización sobre el éxito futuro, con base en un paquete de objetivos y un Sistema de Medida establecidos desde cuatro perspectivas.

La Perspectiva del Aprendizaje y Crecimiento dirige la atención sobre el éxito futuro, esto incluye a la infraestructura y a la gente. Una adecuada inversión en esas áreas es crítica para el éxito en el largo plazo, así como también es necesario el desarrollo de una Organización en Continuo Aprendizaje que garantiza el éxito de la siguiente perspectiva.

La Perspectiva Interna enfoca la atención sobre el desempeño de procesos clave que operan el negocio, una mejora en los procesos internos en el presente, es un indicador de éxito financiero en el futuro. Sin embargo, para convertir los procesos mejorados en éxito financiero, es necesario colocar en primer lugar al cliente.

La Perspectiva del Cliente considera que el negocio debe ser visto con los ojos del cliente, así la organización mantiene un cuidadoso enfoque sobre las necesidades y satisfacciones del cliente.

Finalmente, **La Perspectiva Financiera** mide los últimos resultados que la organización proporciona a los accionistas.

Juntas las cuatro perspectivas, proporcionan un balance entre el desempeño presente y el futuro del negocio.

¿Pero cómo obtener un paquete de Medidas de Desempeño de las cuatro perspectivas?

Tres criterios ayudan a determinar las Medidas de Desempeño.

Relaciones Causa – Efecto:

Cada medida seleccionada para un Registro Balanceado debe ser causa de una cadena de relaciones de Causa y Efecto que representan la estrategia.

Guías de Desempeño:

Las medidas comunes son conocidas como indicadores de pérdida o retraso, las guías de desempeño o indicadores guía, reflejan la diferencia entre lo realizado y la estrategia.

Vinculos financieros:

Las organizaciones se preocupan por lograr metas como la calidad, la satisfacción del cliente o la innovación. Estas metas son estratégicas y deben ser traducidas en medidas que se vinculen con indicadores financieros.

Desde la publicación inicial en la revista de Harvard Business Review* de enero de 1993, el concepto de Registro Balanceado ha sido interpretado en diversas formas, mientras algunos ven al Registro Balanceado como un simple paquete de medidas financieras y no financieras, otros piensan que es un Sistema de Medida por si solo no refleja la Estrategia de la Organización.

* Revista Bimestral publicada por "Harvard Business School Publishing Corporation"
Harvard Business Review
60 Harvard Way, Boston, MA 02163
www.hbr.com

2.5 Comentarios Sobre los Sistemas Presentados.

Una preocupación fundamental de los que patrocinan o pagan un proyecto es sin lugar a dudas, el resultado con respecto al tiempo, costo y calidad, para ello, un Sistema de Medida que permita monitorear efectivamente el Desempeño de un Proyecto bajo estos términos, es un componente crítico de control, de la Administración de Proyectos.

Los indicadores usados de manera individual, son muy efectivos cuando se complementan con la experiencia del Administrador de Proyectos, pero solo nos proporcionan una visión estática del proyecto.

Por otra parte, el Sistema de Valor Ganado combina algunas técnicas de medida cuantitativas y cualitativas que dan lugar a índices muy apegados a la realidad. Proporciona una situación real de costo y de programa. Con esta información, el concepto de Valor Ganado es preciso en cuanto a pronóstico se refiere.

El Registro Balanceado puede considerarse como un Sistema de Administración que mide del Desempeño Total de Administración de una Organización, aunque es posible escalarlo a un proyecto, su enfoque es más generalizado.

De lo anterior, y con base en la literatura abierta referida en páginas anteriores de este capítulo, es posible afirmar que una metodología adecuada en la Medición y Evaluación de Proyectos de Ingeniería, es el Sistema de Medida y Evaluación con Valor Ganado, el cual ya fue elevado al rango de estándar de la ANSI* con el número: **ANSI/EIA-748-1988** (www.acq.osd.mil/pm)

* American National Standards Institute.

3.0 El Sistema de Valor Ganado "Earned Value".

3.1 Antecedentes.

El concepto de Valor Ganado (VG), fue originalmente concebido por los Ingenieros Industriales de fabricas Estadounidenses ¡hace más de 100 años! (**Fleming W Quentin and Koppelman Joel M. 1999**). El concepto fue usado para manejar los Costos de Producción de los productos comercializados industrialmente.

Los Ingenieros Industriales sabían que la relación entre sus "*Estándares Planeados de Fabricación*" contra sus "*Horas Actuales de Fabricación*" no les proporcionaba una verdadera medida de los costos incurridos en la producción.

Actualmente, aún no se identifica esta diferencia crítica y muchas veces se comparan los costos planeados con los costos actuales y a esto, pomposamente se le llama: **Administración de Costos.**

Sólo cuando los Ingenieros Industriales convirtieron sus "Estándares Planeados de Fabricación" en "VG" y relacionaron esos "Estándares Ganados" contra las "Horas Actuales" ellos empezaron a enfocarse sobre el verdadero costo de desempeño.

Los Ingenieros Industriales hicieron esta distinción crítica hace más de 100 años y la práctica moderna de Administración del Desempeño, con enfoque de "Valor Ganado" aún basa su técnica en el legado de los pioneros Ingenieros Industriales.

3.2 El Camino hacia el Estándar # 748 ANSI/EIA.

El concepto de "VG", fue originalmente adaptado a la Administración de Proyectos sencillos de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos Americanos (EUA), **específicamente** en sus programas de misiles a inicios de los años sesenta. Posteriormente el "VG" fue introducido en las Firmas Industriales Estadounidenses, como una parte de la técnica de costos PERT (Program Evaluation Review Technique) en 1962.

En 1967, el Departamento de Defensa (DOD) de los EUA, formalmente adoptó el uso de la administración de "VG" como un nuevo sistema de adquisiciones principales, y esto ha sido consistentemente aplicado al gobierno de los EUA y otros gobiernos extranjeros (Japón, Australia) desde hace más de 30 años.

El DOD, inicialmente definió la Administración del Valor Ganado, en la forma de sus Criterios de Sistemas de Control de Costo y Programa (C/SCSC por sus siglas en inglés) para sus Sistemas de Adquisiciones.

Por 1995, la industria privada de los EUA a través de la Asociación Nacional de la Defensa Industrial (NDIA, por sus siglas en inglés), tomo un rol proactivo en la Reingeniería de la Administración del "VG" y redefinió el concepto en 1996. De esta

forma, el Sistema de Administración con Valor Ganado (EVMS por sus siglas en inglés), fue transferido del gobierno a la industria privada de los EUA en 1996 y en julio de 1998 el EVMS llegó a ser el estándar # 748 del Instituto Americano de Estándares Nacionales (ANSI/EIA).

En paralelo con esas acciones, el Congreso de los EUA redactó tres nuevas leyes relacionadas a la adopción del Sistema de Administración con Valor Ganado y ahora este sistema es una política oficial de la procuración del gobierno de los EUA.

3.3 El Colegio de Medida del Desempeño (CPM) del Instituto de Administración de Proyectos (PMI por sus siglas en Inglés) .

En 1985, se formó una organización profesional con el propósito de trabajar cercanamente con el departamento de defensa (DOD) en la implementación del Valor Ganado sobre sistemas mayores, esta organización se llamó la Asociación de Administración del Desempeño (PMA* por sus siglas en inglés).

Tiempo después, los miembros de la PMA decidieron unirse al Instituto de Administración de Proyectos (PMI**) para unir esfuerzos en torno a la aplicación de Valor Ganado a toda clase de proyectos. En marzo de 1999, se consolidó la unión y la PMA se convirtió en el colegio de medida de desempeño (CPM*** por sus siglas en inglés) del PMI.

En la pasada reunión de mayo de 1999, la organización PMI-CPM discutió acerca de la aplicación del Valor Ganado a todos los proyectos y se propuso tres metas:

1. Promover que el comité de estándares del PMI, adicione los conceptos de Administración de Valor Ganado, al Cuerpo de Conocimientos de Administración de Proyectos (Guía PMBOK****) citándolos como una herramienta escalable a todos los proyectos no solo a los grandes o complejos.
2. Motivar al comité de estándares del PMI a reconocer oficialmente el estándar de valor ganado ANSI/EIA # 748.
3. La organización PMI-CPM, desarrollará un cuerpo de conocimientos de valor ganado para anexarse a la guía PMBOK.

Del punto anterior, a continuación se describen algunos conceptos que se han manejado empíricamente desde 1970 y que podrán ser incluidos en el Cuerpo de Conocimientos de Valor Ganado.

* Performance Management Association.

** Project Management Institute.

*** College Performance Measurement.

**** Project Management Body of Knowledge.

3.4 Lo que se sabe acerca del Valor Ganado.

Desde 1997, el DOD de los EUA, ha reunido los resultados de Desempeño de Proyectos que aplicaron la técnica de Valor Ganado (**Beach Chester Paul Jr 1990**), estos resultados originaron una serie de conocimientos basados, además, en la consistencia y carácter predecible de los datos de Desempeño de Valor Ganado.

Así, se puede decir que el VG, proporciona datos precisos de desempeño en las etapas iniciales del ciclo de vida del proyecto, tales datos pueden ser usados para evaluar el estado actual del proyecto y pronosticar el costo y plazo requerido para terminar.

Otro conocimiento empírico importante, es que tan pronto como se complete el 15-20% de cualquier proyecto, los resultados de Desempeño de Valor Ganado pueden usarse para predecir el costo final y el tiempo requerido para terminar dentro de un rango de valores predecible.

Adicionalmente, se pueden citar otros conocimientos que representan la esencia de la Administración de Proyectos con Valor Ganado.

Conocimiento número 1.

El Valor Ganado proporciona un método para integrar el alcance técnico del proyecto con los requerimientos contractuales, con la programación y con el presupuesto. La aplicación de Valor Ganado permite a la organización, utilizar la Administración por Excepción (MBE por sus siglas en inglés), que enfoca la atención de los administradores, exclusivamente sobre las desviaciones de sus planes integrados del proyecto.*

Es común que el mismo proyecto tenga diferentes interpretaciones en cuanto a requerimientos se refiere, un método integrado, facilita el lenguaje común de todas las disciplinas que participan en el proyecto.

La siguiente figura muestra los enfoques entre la Administración tradicional y el Valor Ganado.

* Management By Exception.

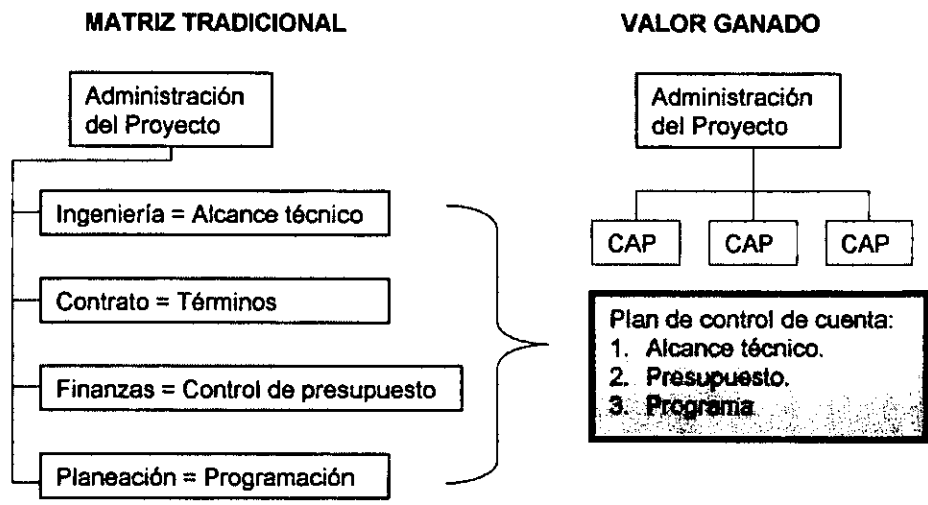


Figura 4. Enfoques de Administración de Proyectos, tradicional y con Valor Ganado

Una Administración de Proyectos tradicional presenta el problema de la integración, es decir, cada función tiene su interpretación del proyecto y esto se refleja en su Sistema de Medida y Evaluación. Por el otro lado los Proyectos con Valor Ganado usan el Desglose de la Estructura del Trabajo (WBS* por sus siglas en inglés), este desglose sirve para definir el proyecto y descomponerlo en partes pequeñas que son manejables de una manera integrada.

Cada elemento del WBS integra el alcance técnico del trabajo, los recursos presupuestados y la estructura de tiempo para realizar la tarea, a esto se le pueda llamar el Plan de Control de Cuenta (CAP** por sus siglas en inglés), de esta forma el CAP es el punto mínimo que servirá para medir el Desempeño del Proyecto y la suma de CAPs constituyen el total del proyecto.

Otro beneficio de usar la Medida de Desempeño de Valor Ganado, es que los Administradores, necesitan continuamente estar revisando el desempeño de las tareas del proyecto, con Valor Ganado, se aplica la Administración por Excepción., esto quiere decir que una vez que se ha establecido una Base de Desempeño, los Administradores solo se enfocan sobre las desviaciones de los planes autorizados, si todas las tareas se realizan de acuerdo con los planes, los Administradores no necesitan tomar acciones.

* Work Breakdown Structure
 ** Control Account Plan

Conocimiento número 2.

*La Administración de Proyectos con Valor Ganado proporciona medidas precisas del verdadero desempeño de costo y programa de proyectos. El Índice de Desempeño del Costo (*CPI por sus siglas en inglés) y el Índice de Desempeño de Programa (**SPI por sus siglas en inglés), proporcionan juntos, una precisa evaluación del estado de un proyecto.*

Se ha encontrado que tan pronto como se completa el 15-20% del proyecto, el Índice de Desempeño de Costo se mantiene estable independientemente del tipo de contrato, programa o servicio y el índice no sólo sirve para evaluar el estado del costo de desempeño, sino para predecir estadísticamente el rango final de costo para un proyecto dado. El Índice de Desempeño de Costo acumulado ha sido usado como un herramienta viable de predicción.

El CPI es calculado dividiendo el valor del trabajo actualmente terminado (*valor ganado*) entre los costos actuales incurridos para completar el trabajo físico (*valor ganado físico*).

Otra ventaja de emplear un sistema de VG, es la habilidad para cuantificar el trabajo que originalmente se programó y que actualmente ha sido físicamente desarrollado, en cualquier punto en el tiempo.

En cuanto al uso del Índice de Desempeño de Programa (SPI), éste por si solo, quizá no refleje el estado de la Ruta Crítica del proyecto, pero si este Índice se encuentra retrasado con respecto al trabajo planeado, es un primer indicador de problemas potenciales. A nadie le gusta estar retrasado en programa y una tendencia natural es utilizar más recursos, como tiempo extra o gente adicional, tales acciones tienen el efecto de hacer el mismo trabajo pero con el uso de más recursos, esto obviamente, cuesta más de lo originalmente planeado.

El SPI, se calcula dividiendo el valor del trabajo físicamente terminado (*Valor Ganado*), entre el valor del trabajo originalmente programado (*Valor Planeado*) en cualquier punto del tiempo. El SPI se usa junto con el CPI para predecir la fecha de terminación.

*CPI Cost Performance Index.

** SPI Schedule Performance Index

Conocimiento número 3.

Los dos Índices de Desempeño: Índice de Desempeño de Costo (CPI) y el Índice de Desempeño de Programa (SPI), pueden usarse independientemente y colectivamente para pronosticar un rango estadístico final de estimado de costos, proporcionando así una señal de alarma a tiempo a los Administradores de Proyecto para tomar acciones correctivas y evitar resultados adversos.

Una de las principales razones para emplear la Administración de Valor Ganado es que proporciona a la Administración, estimados de costos finales realistas para el proyecto.

Sin el uso de VG, es común que en el pasado, los Administradores de Proyectos, presentaran un panorama optimista del estado de sus proyectos, de esta forma, se gastaban los recursos autorizados, y más tarde se daban cuenta que sólo habían podido ejecutar una parte del proyecto, hasta entonces se decidía invertir más recursos económicos para continuar, o cancelar el proyecto con los gastos correspondientes que ello implica.

En la siguiente figura, se muestra un esquema que representa el rango de pronóstico mínimo y máximo. Esta predicción se puede hacer desde que el proyecto se ha completado en un 15-20%.

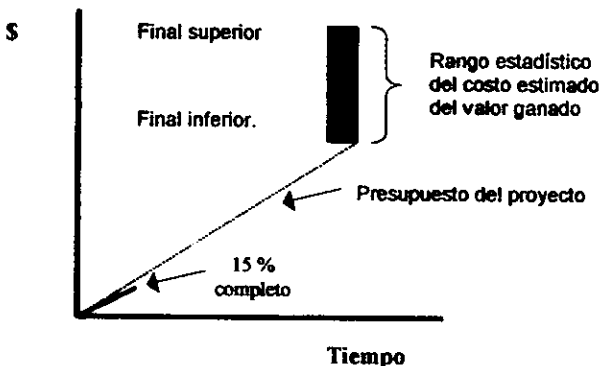


Figura Núm. 5 Esquema que representa el Rango de Pronóstico Mínimo y Máximo una vez que se completó el 15% del Proyecto.

Debido a que el Índice de Desempeño de Costo acumulado se estabiliza entre el 15 y 20% de ejecución, sirve para pronosticar rápidamente el punto final mínimo de estimado de costo de terminación. Como el CPI es estable, se supone que las tareas pendientes de proyecto se ejecutarán con el mismo factor de eficiencia, esta afirmación es soportada por la experiencia del DOD de los EUA, en cientos de proyectos realizados.

El pronóstico final máximo, se obtiene al combinar los dos índices el CPI y el SPI, cuando un proyecto se retrasa, los administradores agregan tiempo extra o más personal con la intención de superar el retraso, pero lo que ocasiona es que hay más gasto para hacer el mismo trabajo y esto trae como consecuencia un deterioro en el Índice de Costo.

Con el uso de estos dos indicadores CPI y SPI, se puede estimar los requerimientos finales de costo de un proyecto para compararlos con el presupuesto autorizado, con esta información se pueden tomar decisiones para continuar o abandonar el proyecto.

3.5. Metodología de Aplicación del Valor Ganado, "Earned Value".

La Metodología de aplicación del concepto de Valor Ganado, se compone de 5 criterios sencillos:

1. Definir el alcance del proyecto con WBS (Desglose de la Estructura del trabajo).
2. Planear y programar el alcance del proyecto.
3. Planear las cuentas de costos hacia las funciones.
4. Establecer y mantener una base de desempeño.
5. Monitorear el desempeño y pronosticar resultados finales.

3.5.1 Definición del Alcance del Proyecto.

La Administración del Alcance del Proyecto, es el *"Proceso requerido para asegurar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido, y solo el requerido para terminar el proyecto exitosamente"* (PMBOK, 1996).

Una parte de la Administración del Alcance del Proyecto (*Proceso de Planeación*), es precisamente la definición del alcance, la cual consiste en subdividir los entregables principales del proyecto en componentes mas pequeños y manejables, esto es lo que se llama, Work Breakdown Structure (WBS) o Desglose de la Estructura del Trabajo.

La definición del alcance del proyecto, tiene como propósito:

- ◆ Mejorar la precisión de los estimados de costos, tiempo y recursos.
- ◆ Definir una base para medida del desempeño y control.
- ◆ Facilitar y clarificar la asignación de responsabilidades.

Derivado de lo anterior, cuando se implementa la métrica de Valor Ganado al igual que cualquier otra métrica de desempeño, la importancia de la definición del alcance radica en que con esto, será posible:

- ◆ Saber cuando el trabajo originalmente acordado ha sido hecho.
- ◆ Tener una métrica tangible para actividades que ya han sido realizadas.
- ◆ Conocer la diferencia entre el trabajo acordado y trabajo fuera de alcance
- ◆ *Saber cuanto trabajo ha sido completado en cualquier momento.*

Uno de los pilares del concepto de Valor Ganado, es que el Administrador del Proyecto puede conocer en cualquier momento, que porcentaje de trabajo físico se ha completado, esta información es necesaria para comparar el trabajo físico realizado y los costos actuales incurridos para desarrollar el trabajo, en el mismo período de medición.

La relación entre el total del trabajo físico completado comparado con el total de dinero gastado, responde a la pregunta: *¿Qué hemos logrado con el dinero gastado?*.

3.5.1.1 La Información necesaria para la Definición del Alcance.

Es toda aquella que sirve para el objetivo de la definición del alcance: El Desglose de la Estructura del Trabajo (WBS, ver definición en el punto 3.5.1.2).

La Declaración del Alcance, proporciona una base documentada para la toma de decisiones futuras del proyecto y para confirmar o desarrollar un entendimiento común del alcance del proyecto entre los participantes. Conforme el proyecto avanza, la declaración del alcance puede ser revisada para reflejar posibles cambios al alcance del proyecto.

La definición del alcance es un proceso que involucra al método deductivo, es decir, la idea se perfecciona a partir de conceptos generales hasta los niveles de detalle que son suficientes para un entendimiento claro de los objetivos del proyecto con base en los entregables del mismo.

De esta forma, la aplicación de la metodología del VG, como Sistema de Medida y Evaluación del Desempeño de Proyectos, se puede iniciar con la definición del **Alcance de las Instalaciones y de los Servicios**.

"El Alcance de las Instalaciones es una descripción física y funcional de las instalaciones terminadas y entregadas al cliente, brinda una visión de cómo se va a ver el producto terminado.

Por otra parte, el Alcance de los Servicios, son todas las actividades que se hacen para lograr el proyecto: herramientas, recursos, estándares, criterios y técnicas necesarios para llevar a cabo el Diseño, Procuración y Construcción (en el caso de un proyecto de ingeniería). Las actividades y los productos, pueden ser especificaciones o dibujos".(Lozano Ríos Leticia, 1999)

Como ejemplo, se puede esquematizar de forma enunciativa mas no limitativa, el alcance del trabajo para un Proyecto de Ingeniería de una Planta Industrial:

1.0 Resumen ejecutivo.

2.0 Descripción del proyecto.

3.0 Alcance de las instalaciones.

3.1 Generales.

3.2 Procesos.

3.3 Equipos.

3.4 Tuberías.

3.5 Electricidad.

3.6 Instrumentación.

3.7 Civil.

3.8 Estructura.

3.9 Arquitectura.

3.10 Ambiente.

3.11 Protección contra incendios.

3.12 Plomería/servicios.

3.13 Calefacción, ventilación y aire acondicionado.

3.14 Integración de sistemas.

3.15 Manufactura/Industria.

4.0 Alcance de los servicios.

4.1 Generales.

4.2 Procesos.

4.3 Equipos.

4.4 Tuberías.

4.5 Electricidad.

4.6 Instrumentación.

4.7 Civil.

4.8 Estructura.

4.9 Arquitectura.

4.10 Ambiente.

4.11 Protección contra incendios.

4.12 Plomería/servicios.

4.13 Calefacción, ventilación y aire acondicionado.

4.14 Integración de sistemas.

4.15 Manufactura/Industria.

También es conveniente tomar en cuenta las restricciones y suposiciones que pueden limitar al proyecto, además de la información histórica de proyectos anteriores.

3.5.1.2 El Desglose de la Estructura del Trabajo (WBS).

Una vez que se ha definido el alcance en términos de producto final y servicios, el siguiente paso es ordenar la información con ayuda del Desglose de la Estructura o División del Trabajo (WBS).

El desglose de la estructura del trabajo (**PMBOK, 1996**), se puede definir como:

Una agrupación de elementos del proyecto, orientados a entregables, que organiza y define el alcance total del proyecto: el trabajo que no se incluye en la WBS se considera fuera del alcance del proyecto.

Al igual que la declaración del alcance, la WBS, es normalmente utilizada para desarrollar a confirmar un entendimiento común del alcance del proyecto. Cada nivel descendiente representa un incremento del detalle de los elementos del proyecto.

Para reafirmar la importancia de la WBS en esta etapa inicial de definición del alcance, se puede decir que la WBS es la base para:

- ◆ Asignar responsabilidad para cada entregable.
- ◆ Estimar costos y presupuesto.
- ◆ Planear.
- ◆ Describir el programa total como la suma de entregables.
- ◆ Enfocar la estructura organizacional hacia los entregables.
- ◆ Vincular los objetivos del proyecto con los recursos de la compañía.
- ◆ Vincular las actividades al contrato.
- ◆ Facilitar el reporte de avance, análisis de problemas y seguimiento al desempeño del costo y tiempo.
- ◆ Prevenir la omisión de entregables.
- ◆ Comprometer al personal que desarrolla el proyecto.
- ◆ Desarrollar una base para el plan del proyecto.
- ◆ Asegurar la visibilidad de los entregables.
- ◆ Reducir el riesgo.

El WBS, ha sido siempre una parte integrante del método de Valor Ganado, cada nivel descendiente de la WBS representa un control administrativo que puede ser llamado **cuenta de costo**, que es un punto crítico para la Medida del Desempeño, puesto que cada elemento de la WBS integra alcance, programa y recursos, la cuenta de costo es la unidad fundamental para construir una estructura veráz de Medida de Desempeño con Valor Ganado.

3.5.2 Plan y Programa del Proyecto.

Posterior a la definición del alcance del proyecto a través de la WBS, el siguiente paso de la metodología de aplicación del concepto de VG, es la *Planeación y Programación del Proyecto*.

El concepto de VG como Medida de Desempeño, requiere necesariamente un proceso de Planeación y Programación formal.

La planeación es un proceso iterativo que tiene los siguientes pasos (**Fleming W Quentin and Koppelman Joel M. 1999**):

- ◆ Definir el alcance del proyecto e identificar tareas específicas con el uso de la WBS.
- ◆ Asignar responsabilidades para el desarrollo de cada una de esas actividades específicas.
- ◆ Identificar las interfases entre tareas.
- ◆ Identificar los eventos claves (Milestone)* del proyecto.
- ◆ Preparar el programa maestro.
- ◆ Preparar el presupuesto general.
- ◆ Preparar programas detallados de tareas.
- ◆ Integrar los programas y presupuesto detallados con el programa maestro del proyecto y el presupuesto general.
- ◆ Preparar los archivos del proyecto.

No está de sobra decir que cada iteración mejora la planeación de manera progresiva, más aún si participan en este proceso iterativo, el equipo involucrado, incluyendo al cliente en la medida de lo posible.

Otro concepto que se toma en cuenta dentro del proceso iterativo de planeación, pero que por su gran trascendencia en estos tiempos, es importante tratarse por separado, es **La Administración del Riesgo del Proyecto**. De esta forma, la identificación, evaluación y mitigación del riesgo es de vital importancia para el proceso de planeación y éxito del proyecto.

El riesgo potencial del proyecto, se empieza a evaluar desde la estructura de la WBS, después de que el riesgo ha sido identificado, se cuantifica como una probabilidad de ocurrencia, la mitigación de riesgo, son acciones que se toman para reducir el impacto de las consecuencias a niveles aceptables, no necesariamente eliminando el riesgo.

Obviamente que esta descripción del riesgo es muy sencilla. Para una Administración del Riesgo completa, ahora es posible auxiliarse con herramientas de software modernas.

* Evento clave en el tiempo.

Por otra parte, una de las mejores formas de controlar el Plan del Proyecto es monitorear el desempeño regularmente con un sistema de programación formal, para ello a continuación se describen tres principios básicos de programación:

- ◆ Programar el trabajo autorizado de una manera que describa la secuencia de trabajo e identifique la interdependencia de tareas que integraran los entregables descritos en el contrato.
- ◆ Identificar productos físicos, Eventos Claves, metas de desempeño técnico u otros indicadores que serán usados para medir el rendimiento.
- ◆ Identificar diferencias significantes sobre una base mensual entre cumplimiento de programa planeado y actual y las razones de tal diferencia.

Claro está que según el tipo y tamaño de proyecto, será el requerimiento de programa, el cual va desde el más general hasta el más detallado. Para la aplicación de la Metodología de Valor Ganado, se necesita preferentemente de un Programa Maestro, un Intermedio y un Detallado. Un proyecto sencillo quizá solo necesite de un Programa Maestro, pero si aumenta la complejidad, debe también incrementarse el nivel de detalle,

La importancia de la programación en la implementación del concepto de VG, es que el "Valor Planeado" del proyecto es expresado a través del sistema de programación, que puede ser un Programa Maestro o Detallado que sea consultado a diferentes niveles de la organización tanto vertical como horizontalmente

3.5.3 Estimación y Presupuesto de Recursos del Proyecto Integrados a la Cuenta de Costos.

El siguiente paso en la Metodología del concepto de VG es responder a la pregunta:

¿Cuánto costará cada una de las tareas que integran el proyecto?. Para ello es necesario establecer la Base de Costos del Proyecto.

Los recursos que requiere el proyecto, deben ser estimados y cuantificados de una forma detallada para la autorización del director del proyecto, estos conceptos son de aplicación general a cualquier proyecto y no representa novedad alguna cuando se aplican en la metodología del VG.

Sin embargo, hay una característica particular del concepto de VG: la Medida de Desempeño se concibe desde los niveles más detallados de planeación pero dentro de celulas de control administrativo, estas celulas, dentro de la terminología de VG reciben el nombre de "**Cuenta de Costos**", las cuales son celulas de Medida de Desempeño.

Los conceptos desarrollados hasta aquí, nos indican que el concepto de VG integra: el alcance técnico del proyecto, la autorización de ese trabajo, la planeación, la programación, la estimación, la presupuestación, la acumulación de costos, etcétera.

Dicha integración se logra precisamente por la formulación de "cuenta de costos" para cada unidad de la WBS, de esta forma, por el carácter integrador de la "cuenta de costos" en cuanto a costo y programa, la Medida de Desempeño se puede realizar de manera vertical; en los niveles de la WBS, o de manera horizontal relacionan el desempeño con la organización funcional (OBS*).

El VG es una técnica usada para medir precisamente el Valor Planeado (*Programado*) del proyecto, contra el VG actualmente completado, además, el VG mide los costos incurridos contra el VG completado, estas relaciones, determinan el Índice de Desempeño de Costos y de Programa, todo esto es posible por la "cuenta de costos" como una unidad medible y que integra alcance, programa, presupuesto y además, esas "cuentas de costos" se relacionan con las unidades funcionales que realizan el trabajo

La siguiente figura muestra como el enfoque de las "cuentas de costos", se relacionan con la WBS y con el desglose de la estructura de la organización (OBS).

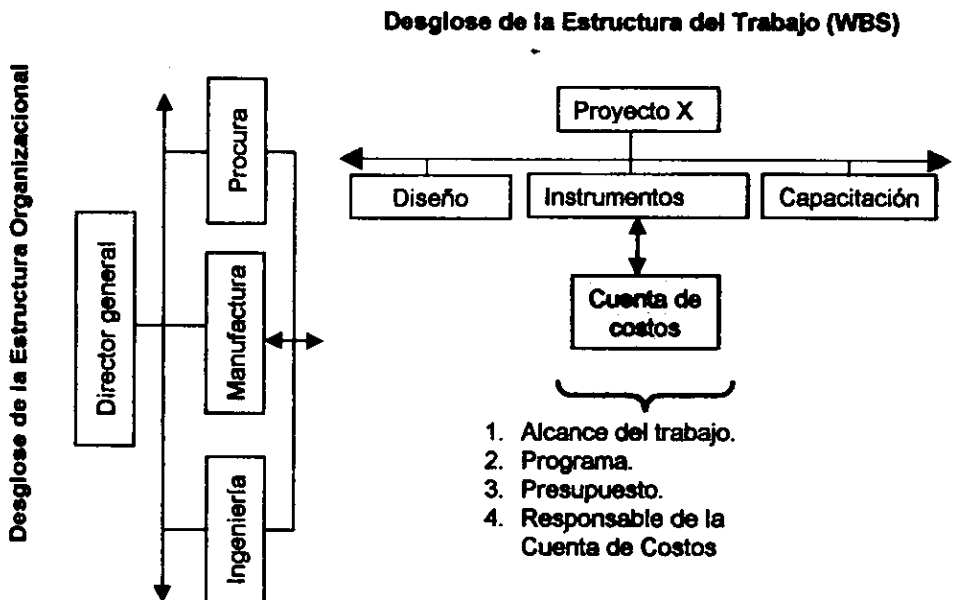


Figura 6. Forma detallada de la "Cuenta de Costos".

* Organization Breakdown Structure.

Cabe destacar las características fundamentales que deben tener las cuentas de costos:

- ◆ Un alcance de trabajo a realizar expresado en términos de tareas del proyecto.
- ◆ Una estructura de tiempo para completar esas tareas.
- ◆ Recursos autorizados en moneda, horas hombre, etc.
- ◆ Responsable para manejar la cuenta.

La cuenta de costos es la célula con la cual será posible medir el Desempeño con VG, la suma de todas las "cuentas de costos" será el valor total del proyecto.

Finalmente hay un aspecto a considerar, y es que derivado de la identificación y evaluación del riesgo del proyecto, es posible determinar una **Reserva Monetaria** para contingencia, ésta debe ser usada a juicio del Administrador del Proyecto con la condición de integrarla a las cuentas de costos autorizadas, para no alterar o desvirtuar la Medida de Desempeño.

La siguiente figura muestra de manera gráfica la Estructura del Presupuesto cuando se aplica el concepto de VG.

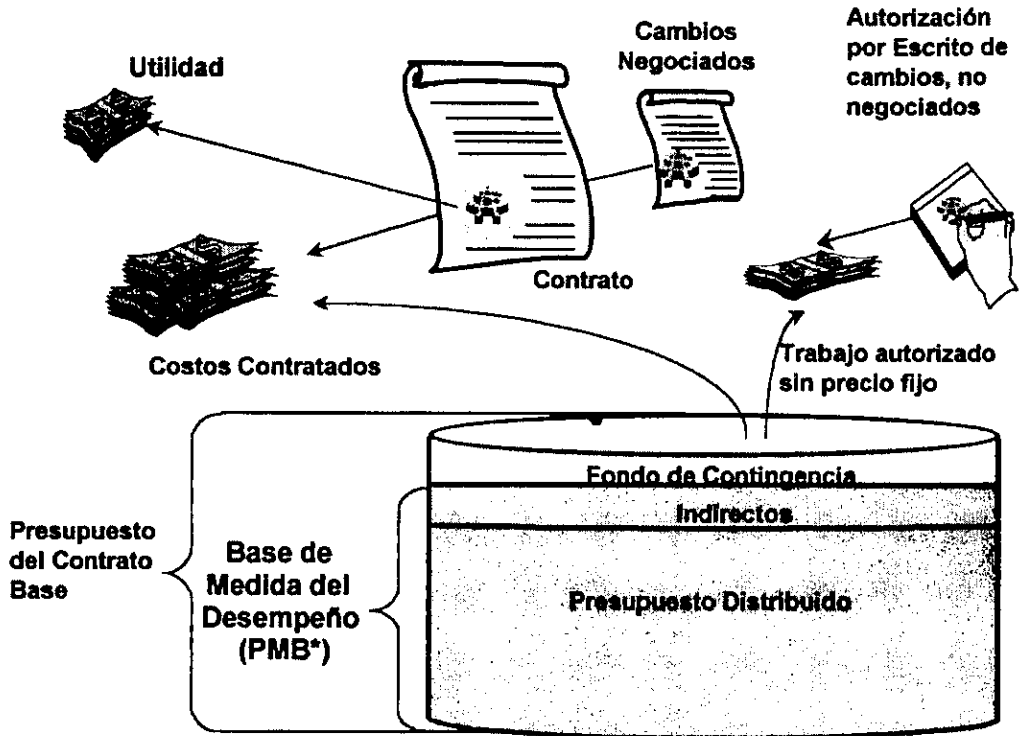


Figura 7 Estructura del Presupuesto con Valor Ganado.

* Performance Measurement Baseline

3.5.4 Establecimiento de la Base de Desempeño del Proyecto.

Desde cualquier punto de vista, la palabra control, no es un término absoluto, la importancia del concepto control usado aquí, es un punto de referencia con el cual medir el desempeño.

El paso siguiente en cuanto a la aplicación del concepto de VG como una Metodología de Medida del Desempeño de Proyectos, se refiere al establecimiento de una base presupuestal basada en el tiempo, la cual será indispensable para poder precisar:

¿Cuánto del trabajo planeado ha sido terminado?.

¿Cuáles son los costos incurridos para lograr tal trabajo?.

Con esto será posible pronosticar en cuanto tiempo se terminará el proyecto y además cuanto costará.

Una definición de la base de medida de desempeño puede ser:

"Es el presupuesto planeado para el proyecto basado en el tiempo contra el cual se mide el desempeño del contrato. Esto está integrado por los presupuestos asignados a cada una de las cuentas de costos programadas y la aplicación del presupuesto indirecto. Los trabajos adicionales, no planeados en el nivel de cuenta de costos, se deben incluir en la base de costos, así como también se deben incluir los presupuestos asignados a los niveles superiores de la WBS, la reserva administrativa quedará excluida".

(Fleming W Quentin and Koppelman Joel M. 1999)

3.5.4.1 Métodos de Medida del Valor Ganado.

Ahora bien, como podemos precisar ¿cuánto del trabajo planeado ha sido terminado? y ¿cuáles son los métodos para medir el VG?, lo que sigue a continuación, es de uso común en las Firmas de Ingeniería, al resultado comúnmente se le denomina "Avance", la base de cada métrica del avance, es un programa de trabajo que incluya alcance y recursos, de esta forma tenemos los siguientes métodos para medir el VG del proyecto.

1. **Porcientos Pesados de "Eventos Clave":** se usan para proyectos cortos, por ejemplo de 3 o 4 meses, cada Evento Clave tiene un presupuesto el cual será ganado una vez que se complete. Cada Evento Clave representa una porción del presupuesto y del trabajo total y la relación entre ese Evento Clave y el total será el peso que representa en el proyecto.

-
- Fórmula (0-100; 25-75; 50-50):** el número inicial representa el porcentaje que se asigna al avance de la actividad cuando ésta empieza y el número final es el porcentaje final que se asigna cuando se completa la actividad, la suma de los dos números representa el 100 % de la actividad.

Obviamente que la suma de las tareas representa el 100 % del proyecto y la suma de los avances parciales calculados por fórmula en un período, representará el avance parcial del proyecto en el mismo período. Se ha demostrado que no existe una diferencia significativa al utilizar alguna fórmula, la elección de alguna es solo por conveniencia de cliente y proveedor.

- Estimado de Porcientos Completos:** este método permite medir el desempeño del paquete de trabajo, expresado en valor acumulado contra el 100 % del valor del paquete de trabajo. Esto quiere decir, que el paquete de trabajo, puede ser desglosado en actividades y a cada parte se le asigna subjetivamente un peso, el cumplimiento de cada actividad en el tiempo, representara el avance parcial del paquete de trabajo.

Debido a que el método lleva una parte subjetiva (asignación del peso) y una parte objetiva (desglose y cumplimiento de actividades), se presta a manipulación de la información, y para evitarlo es indispensable mantener consistentemente los criterios de medida.

- Combinación de Estimados de Porcientos Completos con Eventos Clave:** este método evita la manipulación de la información cuando se usa sólo el estimado de medida de porcientos completos, al verificar el avance contra Eventos Clave de los mismos paquetes de trabajo.
- Unidades Completadas Equivalentes:** Este método asigna Valor Planeado para cada unidad completada o fracción equivalente de una unidad completa, quizá éste término sea común si nos referimos a la estimación por Precios Unitarios como un equivalente de este método.
- Estándares Ganados:** Es un método sofisticado que requiere disciplina. Para empezar, requiere del establecimiento de estándares para el desempeño de tareas que serán desarrolladas, éstos estándares son integrados por datos históricos de costos, estudios de tiempos y movimientos, etc., este método puede ser empleado para trabajos repetitivos o de producción.
- Prorrateso Relacionado a Trabajo Discreto:** los métodos presentados anteriormente, son consistentes y pueden ser la base de medida al aplicar el concepto de VG, este método de prorrateso significa que se puede elegir un método base y complementarlo con otro que cubra las características particulares de cada proyecto o Administrador de Proyecto.

8. **Nivel de Esfuerzo:** las actividades que se miden con nivel de esfuerzo, son aquellas que consumen tiempo pero son un tanto difíciles de medir; por ejemplo, las actividades de Administración de Proyectos, Administración del Contrato, Procura, Ingeniería de Campo, Guardias de Seguridad, etc., Aunque estas funciones son cargadas al contrato, prevalecen durante todo el proyecto sin que se pueda medir objetivamente el desempeño, por esta razón, no es recomendable como una medida base para medir el desempeño con VG.

3.5.4.2 El Plan de Cuenta de Costos.

El siguiente paso, es la elaboración del Plan de Cuenta de Costos, para ello es conveniente señalar que para autorizar el presupuesto del proyecto, deben estar integrados los costos de cada tarea específica. Los elementos que integran un Plan de Cuentas de Costos pueden ser:

1. Una breve descripción del alcance.
2. Fecha de inicio y terminación.
3. Presupuesto expresado en dinero u horas hombre.
4. Persona responsable.
5. Departamento responsable.
6. División en paquetes discretos de trabajo.
7. Método usado para medir el valor ganado.

En la siguiente tabla muestra un ejemplo de un Plan de Cuenta de Costos.

Paquete de trabajo.	Método de medida		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Presup.
Paquete 1	Porciento Pesado Even. Clave	Plan	Δ_{60}	Δ_{75}	Δ_{75}	Δ_{60}	Δ_{60}		300
		Ganado							
		Actual							
Paquete 2	Fórmula 25-75	Plan	Δ_{25}	Δ_{75}	Δ_{25}	Δ_{75}	Δ_{25}	Δ_{75}	300
		Ganado							
		Actual							
Paquete 3	Estimado Porciento Completo	Plan	100	100	100	100	100	100	600
		Ganado							
		Actual							
Paquete 4	Unidades equivalentes 75/unidad	Plan							300
		Ganado			Δ_{75}	Δ_{75}	Δ_{75}	Δ_{75}	
		Actual							
Total del plan de cuenta de costos		Plan	175	250	275	300	250	250	1500
		Ganado							
		Actual							

Tabla 5. Plan de Cuenta de Costos

Finalmente es preciso decir, que todos los cambios autorizados deben estar incluidos en la Base de Costos para mantener su integridad

3.5.5 Monitoreo del Desempeño y Pronóstico.

Ya que se ha establecido la Base de Costo y Programa contra la cual medir el desempeño de un proyecto, el siguiente paso es monitorear el desempeño.

Hay que recordar que el proyecto, en su estructura de costos con VG, está dividido en componentes discretos que son celdas de control administrativo, la suma de todas las celdas o cuentas de costos, más la reserva monetaria por contingencia, representa el valor total del proyecto.

El concepto de VG, es una clase de indicador de tendencia y el monitoreo del proyecto proporcionará la tendencia del mismo sobre dos parámetros específicos: *el tiempo y el costo*, en otras palabras, se podrán tener los elementos para contestar a las preguntas:

¿Cuánto tiempo tomará, terminar el proyecto?

¿Cuánto dinero necesitaremos para completar totalmente el proyecto?

Para obtener la tendencia del proyecto, es necesario calcular el Índice de Desempeño del costo (CPI) y el Índice de Desempeño del Programa (SPI). Un perfecto desempeño de lo planeado con lo realmente ejecutado es aquel cuyo Índice es igual a 1, si el índice cae por debajo de 1, es momento de tomar acciones para mejorar el desempeño.

El SPI es una representación de cuanto del trabajo originalmente programado ha sido terminado en un punto en el tiempo, el SPI es un reflejo preciso de cómo el trabajo está siendo hecho con respecto al plan o si es menor que 1 nos indica, que tanto está desviado con respecto al plan.

El CPI, es la relación entre el Valor Ganado (monetario) del trabajo físicamente terminado y los costos actuales incurridos para completar el trabajo, la importancia del CPI, se pone de manifiesto debido a que si opera por debajo de la unidad quiere decir que habrá gastos no recuperables del proyecto, en cuanto al SPI, su importancia decrece conforme el proyecto se acerca al final, mientras que el CPI está vigente durante todo el proyecto.

Como parte de la metodología para rastrear efectivamente el desempeño del proyecto con enfoque de valor ganado es indispensable, obtener los valores de SPI y CPI con las fórmulas siguientes, y si es necesario, graficar las curvas acumuladas de SPI y CPI como se muestra de una manera sencilla en la siguiente figura.

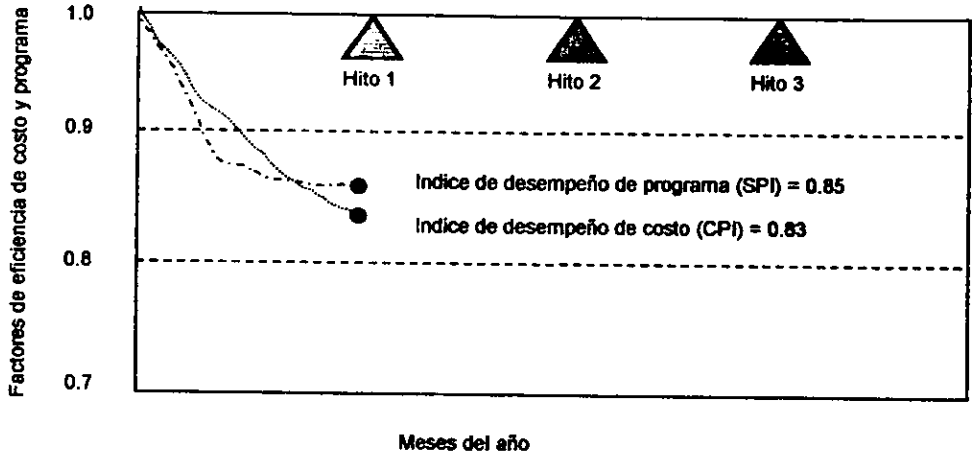


Figura 8. Rastreo de las Curvas Acumuladas de CPI y SPI.

Fórmula de SPI:

$$\text{Indice de desempeño de programa (SPI)} = \frac{\text{Valor Ganado}}{\text{Valor planeado}} = \text{Alrededor de 1}$$

Fórmula de CPI:

$$\text{Indice de desempeño de programa (CPI)} = \frac{\text{Valor Ganado}}{\text{Costos Actuales}} = \text{Alrededor de 1}$$

La figura anterior muestra, de manera representativa, tres hitos o eventos importantes a cumplirse con respecto al tiempo, cada punto de las gráficas acumuladas pueden ser preferentemente mensuales. De la gráfica se observa que las dos curvas muestran una tendencia negativa, parece que el SPI se estabiliza mientras que el CPI continúa con su tendencia negativa.

La gran trascendencia de monitorear los factores de eficiencia del valor ganado del SPI y del CPI, radica en que estos dos índices pueden ser usados para pronosticar estadísticamente el estimado final de costos, que es la siguiente parte de la metodología del valor ganado.

Las gráficas que más se utilizan, cuando se monitorea el desempeño del proyecto con VG, son las que se muestran en las siguientes figuras.

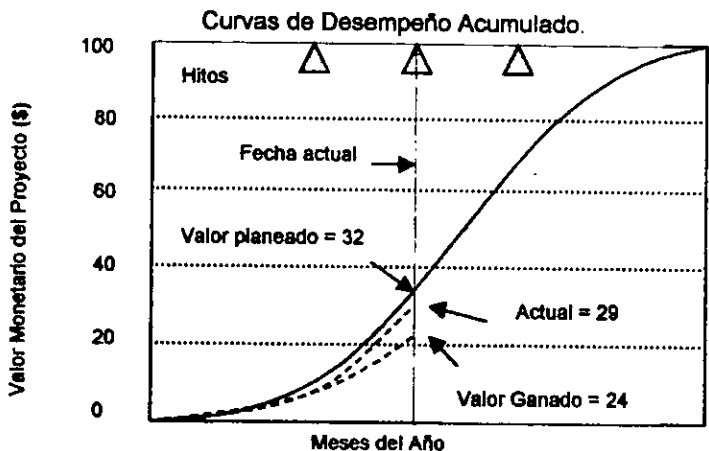


Figura 9. Curvas de Desempeño Acumulado.

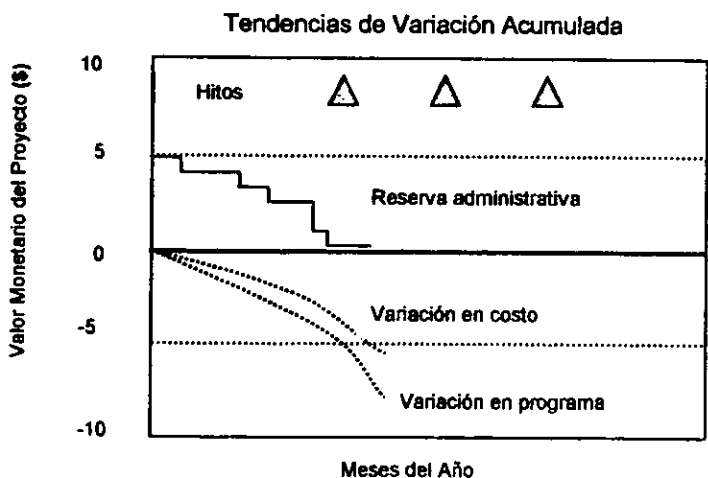


Figura 10. Tendencias de Variación de Costo y Programa Acumulados.

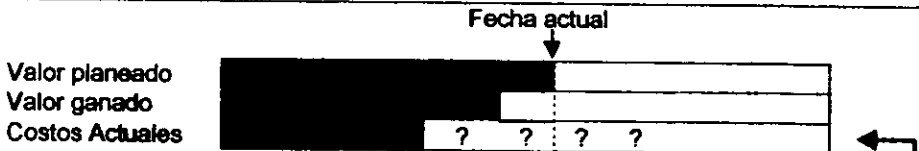
Uno de los grandes problemas de cualquier Medida de Desempeño, está relacionado con la cuantificación y medición de los costos asociados con materiales y subcontratos, es decir, mientras se trate de mano de obra directa, se integraran su correspondientes costos indirectos, el problema de Medida del Desempeño se presenta con los materiales, con los subcontratos y ciertos costos directos que tienen un determinado tiempo de arribo y son susceptibles de retraso.

A pesar de lo anterior, el Sistema de Medida de Desempeño debe ser capaz de monitorear dos relaciones críticas: la variación en programa y la variación en costo, basado en tres datos de medida: el "Valor Planeado", el "Valor Ganado" y los "Costos Actuales" del VG.

La variación en programa (SV), es la diferencia entre el Valor Planeado y el Valor Ganado, y la Variación en Costo (CV), es la diferencia entre el Valor Ganado y los Costos Actuales incurridos para lograr el VG.

Respecto al problema anterior que presenta la Medida de Desempeño cuando los costos indirectos por materiales y subcontratos no están sincronizados con el Valor Planeado, el Valor Ganado y los Costos Actuales incurridos. Esto quiere decir, que la recepción de bienes materiales que forman parte importante del proyecto y el pago al proveedor se hacen en diferentes períodos, ¿qué se hace en estos casos, para no alterar el sistema de medida con valor ganado?.

La siguiente figura representa gráficamente el problema y su posible solución cuando se usa el concepto de Valor Ganado.



Los costos actuales deben reducirse: _____

- ◆ Por pagos adelantados realizados sin que haya trabajo desarrollado.
- ◆ Por materiales en almacenes sin trabajo desarrollado.

Los costos actuales se deben incrementar: _____

- ◆ Por pagos retenidos a los proveedores que ya han hecho trabajo.
- ◆ Por trabajo desarrollado por proveedores sin que se les haya pagado.
- ◆ Por costos retrasados de trabajo desarrollado (envíos tardíos).

Figura 11. Representación Gráfica del Problema y su Posible Solución.

En el primer caso, cuando los costos actuales deben reducirse para igualar la medida de VG, por ejemplo, en el caso de la industria de la construcción, se tienen que realizar pagos por adelantado por concepto de movilización del personal, este pago tiene que ser sincronizado con los tres relaciones de *Valor Planeado*, *Valor Ganado* y *Costos Actuales* si es en el mismo período de reporte. Si la movilización ocurre en más de un período de reporte, el pago por adelantado debe repartirse para lograr la sincronización.

Otra situación se presenta cuando se compra material para el proyecto y parte de él se usa inmediatamente y el resto se mantiene bajo inventario, en esta situación, el material inventariado se separa en paquetes de trabajo para balancear los costos actuales y el desempeño.

En el segundo caso, cuando los costos actuales deben incrementarse para igualar la medida de VG, la situación que se presenta, es cuando se le retiene al proveedor de algún servicio que forma parte del proyecto medido, un cierto porcentaje y se le descuenta del dinero devengado por trabajo realizado, en esta situación se paga menos de lo que representa el trabajo realizado, pero en algún momento hay que reintegrarlo para no alterar la medida de VG, los costos actuales por materiales y subcontratos necesitan temporalmente ser ajustados para igualar la medida de VG que se pretende reportar.

3.5.6 Pronóstico Final de Costo y Programa.

Finalmente, una característica esencial del Sistema de Medida del Desempeño con VG, es la habilidad para ***pronosticar el costo y programa final***. Para tal efecto es necesario el Índice de Desempeño de Costo (CPI) y el Índice de Desempeño de Programa (SPI).

Antes de establecer la metodología del pronóstico con el uso de estos dos indicadores, es conveniente señalar que el resultado final del proyecto, está determinado por tres factores.

En primer lugar está la calidad con que se desarrollen los planes del proyecto, **posteriormente**; el siguiente factor es el factor de desempeño actual o grado de cumplimiento del plan, una vez que se establece el factor de eficiencia del proyecto se puede realizar un pronóstico confiable; **finalmente**, un factor importante en cuanto al rumbo final del proyecto son el conjunto de acciones que se toman desde el inicio con el fin de corregir los resultados del proyecto, esto depende de la influencia que tenga la Administración sobre el proyecto.

3.5.6.1 *Técnicas Utilizadas para Pronosticar los Resultados Finales de Costos.*

El primer elemento para realizar el pronóstico, es la medida del desempeño actual contra el programa planeado, el segundo elemento es la eficiencia del costo que representa la relación de trabajo terminado contra los actuales costos incurridos para hacer el trabajo.

Una vez definidos estos dos elementos estamos en condiciones de pronosticar el costo estimado para completar (EAC* por sus siglas en inglés).

Es importante incluir en el pronóstico final las Reservas Administrativas, éstas pueden incluirse de diversas formas; según el juicio del Administrador, pero se recomienda adicionar las Reservas Administrativas al Estimado para Completar el Proyecto (EAC).

La primer técnica para pronosticar el EAC, es utilizando el Índice de Desempeño de Costos acumulados (CPI) según la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{Presupuesto Total} - \text{Valor Ganado})}{\text{CPI acumulado}} + \text{Costos Actuales} = \text{EAC } \$$$

Algunos autores consideran el CPI acumulado/EAC como la fórmula que representa los costos mínimos que el proyecto necesitara para su culminación.

Otra versión de pronóstico que utiliza el CPI es el Índice de Desempeño para Completar (TCPI), el cual está representado por la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Trabajo remanente (Total del Presupuesto - Valor Ganado)}}{\text{Fondos Remanentes (EAC o BAC** o presupuesto - costos actuales)}} = \text{TCPI}$$

Finalmente, otra técnica es el estimado para completar combinando los dos índices, el de costos (CPI) y el de programa (SPI). Esta fórmula es completa para estimar el final del proyecto, puesto que incluye las dos dimensiones de costo y programa.

$$\frac{(\text{Presupuesto Total} - \text{Valor Ganado})}{(\text{CPI} * \text{SPI}) \text{ acumulados.}} + \text{costos actuales} = \text{EAC } \$$$

* Estimated At Completion.

** Budget At Completion.

Ahora bien, ya pronosticado el **costo final** que se estima para el proyecto, con base en el desempeño actual, el siguiente paso será predecir la duración del proyecto.

Para predecir el **tiempo de terminación**, no hay que olvidar que la Ruta Crítica es la herramienta que determina la estructura de tiempo más corta para la culminación del proyecto por su definición que representa: la ruta más larga de actividades que son absolutamente necesarias para la culminación del proyecto.

Adicionalmente al uso de la Ruta Crítica, el Desempeño del Programa planeado con VG se complementa con la información de la Ruta Crítica para predecir el tiempo de duración del proyecto. En la siguiente figura se representa como se puede pronosticar el tiempo de terminación con VG.

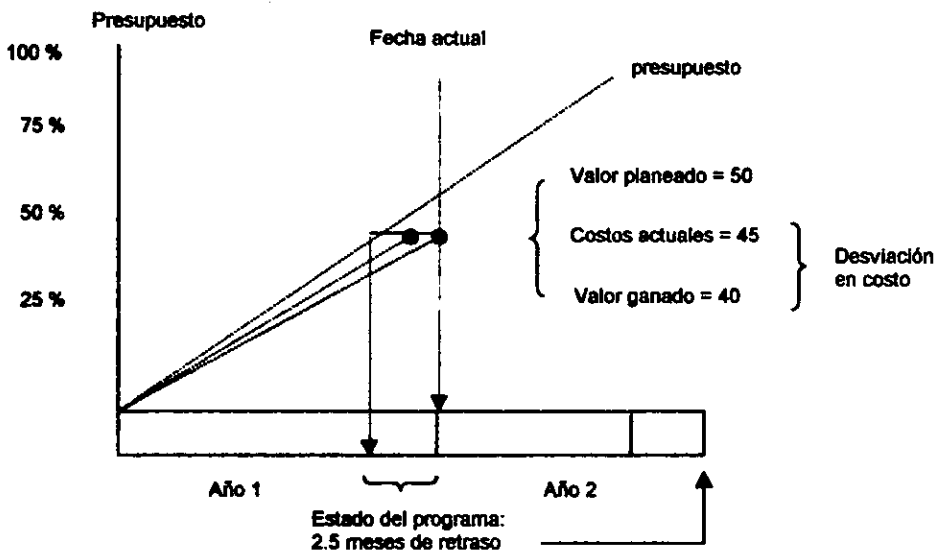


Figura 12 Monitoreo del Desempeño de Programa con VG.

En la gráfica se muestra los tres elementos esenciales del concepto de VG: el Valor Planeado del Programa, el Valor Ganado, y los Costos Actuales incurridos para completar el VG, las tres curvas son cuantificadas en valor monetario u horas hombre.

El ejemplo gráfico muestra un proyecto de 2 años de duración; en el primer año, el plan era completar 50%, sin embargo, solo se ha completado el 40%. Si tomamos el punto de intersección de la línea de VG y corremos un punto imaginario hasta la línea de Valor Planeado sobre la escala de tiempo, se puede observar que existe un retraso de 2.5 meses aproximadamente que se tienen que adicionar al total del proyecto.

4.0 Resumen de la Metodología y Fórmulas para la Metodología del Valor Ganado.

4.1 Diagrama de Flujo de la Metodología de Valor Ganado.

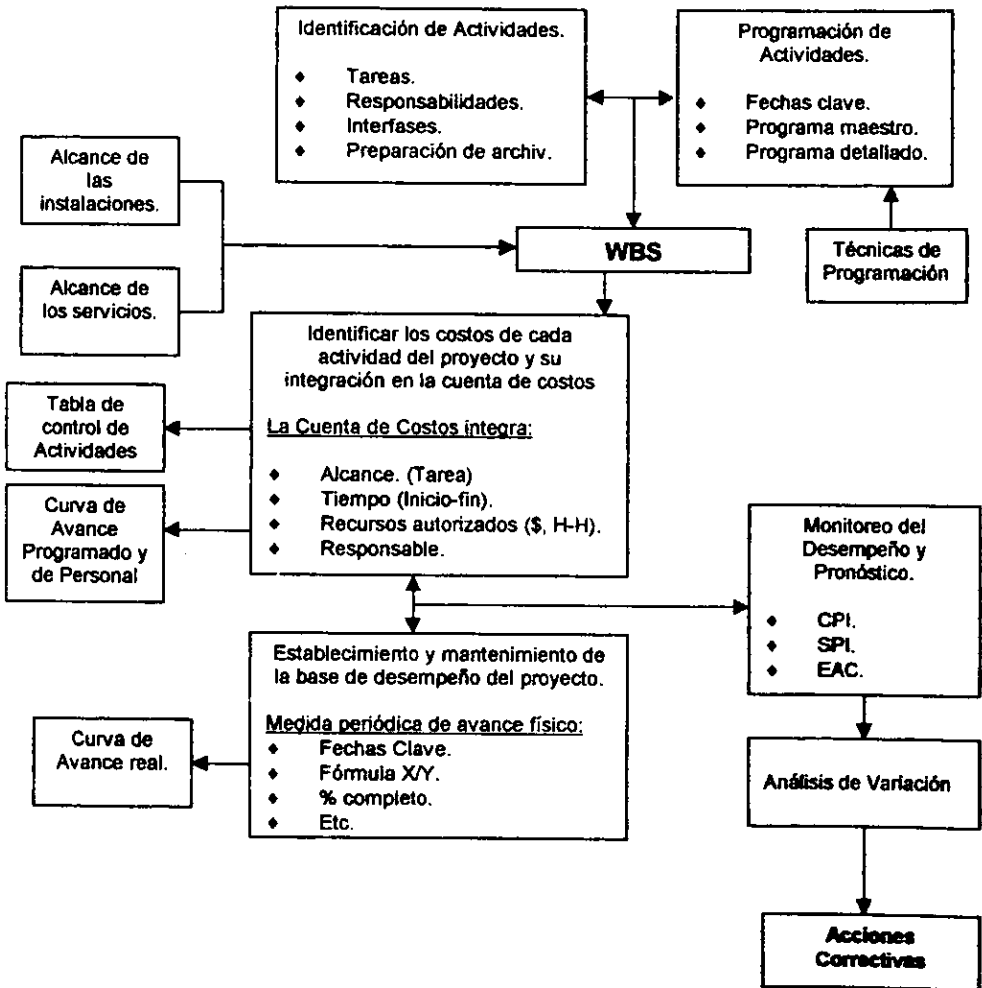


Figura 13 Metodología del Valor Ganado.

4.2 Terminología de Valor Ganado.

Dato común	Término de Valor Ganado	Siglas
Trabajo programado	Costo presupuestado de trabajo programado.	BCWS
Valor ganado	Costo presupuestado de trabajo desarrollado.	BCWP
Actual	Costos actuales de trabajo desarrollado.	ACWP
Trabajo autorizado	Presupuesto para completar.	BAC
Pronóstico de costos.	Estimado para completar.	EAC
Variación de trabajo.	Variación de programa.	SV
Variación de costo	Variación de costo.	CV
Variación de terminación	Variación para completar	VAC
Presupuesto	Base de medida de desempeño	PMB
Presupuesto + contingencia	Presupuesto total	TAB
Contingencia	Reserva administrativa	MR

4.3 Resumen de Fórmulas y su Interpretación.

Término	Símbolo	Fórmula	Interpretación
Porcentaje completo	% Hecho	$\frac{BCWP}{BAC}$	Proporción de trabajo completado en términos de la cantidad de trabajo a ejecutar
Índice de desempeño de costo o factor de desempeño	CPI o PF	$\frac{BCWP}{ACWP}$	Proporción de trabajo completado contra dinero gastado (como factor de eficiencia: trabajo hecho con recursos gastados)
Índice de desempeño para completar o factor de verificación	TCPI o VF	$\frac{BAC-BCWP}{EAC-ACWP}$	Proporción de trabajo remanente contra dinero remanente (la eficiencia se logra al completar el trabajo remanente con el dinero remanente esperado)
Índice de desempeño de programa	SPI	$\frac{BCWP}{BCWS}$	Proporción de trabajo completado contra lo que debería haber sido hecho (relación de eficiencia: trabajo hecho, comparado con lo que debería haber sido hecho)

(Continuación.....)

Término	Símbolo	Fórmula	Interpretación
Correlación de Programa	SC o S/C	$\frac{-P_{acum}}{SV}$	Proporción de variación de programa (SV) en términos de cantidad promedio de trabajo completado (en semanas o meses). Esto indica la verdadera condición del programa
Estimado Independiente para Completar	$\bar{I}EAC$	1) $\frac{BAC}{PF}$ 2) $ACWP + \frac{BAC - BCWP}{8CPI + 2SPI}$	Cálculo del estimado para terminar el proyecto: 1) Proporción de trabajo total a ser hecho contra la eficiencia de costos experimentado 2) Costos sumados a la proporción de trabajo remanente contra la eficiencia ponderada de costo y programa
Desempeño Promedio	P_{acum}	$\frac{BCWP_{acum}}{\text{Duración (meses o semanas) desde que empieza el ACWP}}$	Proporción promedio a la cual el trabajo ha sido completado desde que inició el mismo trabajo.
Promedio Esperado de Desempeño para Terminar	\bar{P}_{futuro}	$\frac{BCWP_{acum}}{\text{Duración (meses o semanas) que los administradores declararon la fecha probable de terminación}}$	Proporción promedio a la cual el trabajo debe ser completado en el futuro para terminar en la fecha que los administradores han pronosticado como posible fecha de terminación.

4.4 Representación Gráfica de las variables que intervienen en la aplicación del concepto de Valor Ganado.

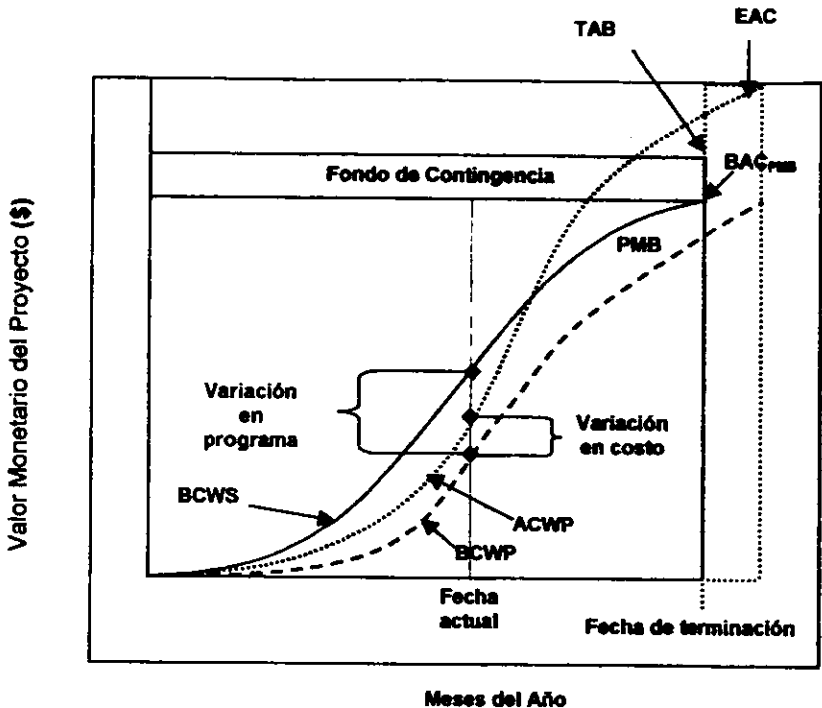


Figura 14. Representación Gráfica de las Variables de Valor Ganado.

Variación: (Favorable si es positivo, desfavorable si es negativo)

Variación en costo. $CV = BCWP - ACWP$ $CV\% = \frac{CV}{BCWP}$

Variación en programa. $SV = BCWP - BCWS$ $SV\% = \frac{SV}{BCWS}$

Variación en terminación. $VAC = BAC - EAC$

Indices de Desempeño: (Favorable si es mayor a 1, desfavorable si es menor a 1)

Eficiencia del costo:
$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP}$$

Eficiencia del programa:
$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$$

Estado General del Proyecto:

Porcentaje Completo:
$$= \frac{BCWP_{acum}}{BAC}$$

Porcentaje Gastado:
$$= \frac{ACWP_{acum}}{BAC \text{ (o EAC)}}$$

Índice de Desempeño para Completar (TCPI):

$$TCPI_{acum} = \frac{\text{Trabajo remanente}}{\text{Costo remanente}} = \frac{BAC - BCWP_{acum}}{EAC - ACWP_{acum}}$$

Estimado para Completar: (EAC = ACWP + Estimado para el trabajo remanente)

$$EAC_{CPI} = \frac{BAC}{CPI_{acum}} \quad EAC_{completo} = ACWP_{acum} + \frac{BAC - BCWP_{acum}}{(CPI_{acum}) \cdot (SPI_{acum})}$$

5.0 Caso de estudio “Aplicación del concepto de Valor Ganado, en la Medición del Desempeño de un Proyecto de Ingeniería”.

5.1 Antecedentes del caso.

El caso de estudio, se refiere al servicio de Administración de Proyectos que una Firma de Ingeniería (por confidencialidad se omite la razón social) presta a sus clientes en la República Mexicana.

El proyecto de estudio es un caso real y se realizó con las prácticas de Administración de Proyectos, normalmente practicadas por la citada Firma, con los datos generados se aplicó el concepto de Valor Ganado y de esta forma se obtendrán las ventajas y desventajas del uso de esta metodología.

Cabe mencionar que el caso de estudio sólo permitió el manejo de datos con el concepto de Valor Ganado posterior a la ejecución del proyecto y no hubo forma de influir oportunamente en la implementación de medidas correctivas

Por otra parte, la asignación del contrato no es motivo de este caso de estudio, pero es conveniente afirmar que el concepto de Valor Ganado es aplicable a cualquier tipo de contrato y a proyectos de cualquier magnitud.

Con respecto al catalogo de servicios de la firma, éste es variado, incluye servicios de Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle, Bases de Concurso, Asistencia Técnica, Estudios Especiales y Evaluación Económica de Proyectos.

El caso de estudio, se refiere a un área de aplicación que la Firma ha definido como:

“Rehabilitación, Ampliación y Modernización de Plantas Industriales.”

Dicha aplicación incluye para este caso de estudio,

La revisión de Bases de Usuario, el Diseño, el complemento de la Ingeniería Básica existente, el desarrollo de la Ingeniería de Detalle y las Bases de Concurso.

No es objeto de este caso de estudio, publicar datos o resultados; producto de los servicios sujetos a contrato, sino aplicar el concepto de Valor Ganado a la Administración de Proyectos que realiza la Firma de Ingeniería.

Lo anterior será una forma de mejorar el Sistema de Control de Proyectos de ésta Firma y de otras firmas de ingeniería, así como mejorar también, las comunicaciones tanto con el cliente interno como el externo.

5.2 Bases de Estudio.

En este caso no se pretende implementar todo un Sistema de Administración de Proyectos, ni tampoco proponer un paquete de conocimientos generales de Administración de Proyectos que bien sabemos, ya están documentados en el PMBOK (PMBOK, 1996), de una manera completa y generalmente aceptada.

La propuesta, es lograr un enfoque de valor ganado en los proyectos que realice, cualquier firma de Ingeniería, con fundamento en su actual forma de Administración de Proyectos, aunque para ello, es necesario tomar en cuenta, algunos criterios indispensables para tal propósito. Los criterios completos pueden observarse en el Anexo "A"

Es conveniente mencionar que el sistema de Organización, Planeación, Presupuestación y Control de Cuentas de la Firma de Ingeniería que desarrolló el proyecto, cumple con los criterios necesarios para aplicar el concepto de Valor Ganado, excepto con la forma de Análisis y Administración de Reportes.

Esta forma de análisis no se aplica en la Administración de Proyectos de ésta Firma, tampoco en muchas Firmas de Ingeniería reconocidas por su estabilidad y fortaleza en el mercado Nacional e Internacional, por tal motivo, el enfoque de valor ganado, se refiere precisamente a cubrir esa carencia en la **forma de Análisis y Reporte de la Información.**

Por otra parte, el proyecto de estudio muestra una serie de tareas, que son producto de diversas reuniones entre cliente y proveedor, dichas tareas integran el proyecto de estudio y se asume que **representan todo el trabajo requerido**, asimismo, se asume que los programas están realizados considerando los recursos disponibles de una manera óptima.

Lo anterior obedece a la confidencialidad que la Firma ha convenido con sus clientes, por tal motivo, no se analiza como o porque se llegaron a tales tareas que integran el alcance, mas bien, se pretende proponer una metodología para el manejo de los datos de control generados por la Firma, bajo el concepto de Valor Ganado.

5.3 Evaluación del Caso de Estudio.

5.3.1. Alcance de las Instalaciones.

Aún cuando este caso está limitado hasta la elaboración de las bases que servirán para el proceso de concurso de la construcción, es necesario reiterar que el alcance de las instalaciones se refiere a:

"Una descripción física y funcional de las instalaciones que serán entregadas al cliente " (Lozano Ríos Leticia, 1999).

Para este caso, serán definidas completamente por la firma constructora y estarán referidas a: *Un sistema de lagunas de tratamiento de aguas residuales que permitan desecharlas a los cuerpos receptores, dentro de los parámetros fijados por los organismos reguladores en materia de legislación ambiental.*

5.3.2. Alcance de los Servicios.

El alcance de los servicios está definido como:

"Las actividades que se hacen para lograr el proyecto: herramientas, recursos, estándares, criterios y técnicas para llevar a cabo nuestro diseño, procuración y construcción. Las actividades y los productos pueden ser especificaciones o dibujos" (Lozano Ríos Leticia, 1999).

El objetivo del caso de estudio, es complementar los documentos de Ingeniería Básica, elaborar los documentos de Ingeniería de Detalle y Paquete de Concurso, para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

El Alcance de los Servicios considera la ejecución de las siguientes actividades:

- ❖ Recopilación y análisis de información de Bases de Diseño e Ingeniería Básica existentes.
- ❖ Revisión del sistema de separación de grasas y aceites.
- ❖ Levantamiento en campo.

Además, incluye la elaboración de los siguientes documentos:

- ❖ Hojas de Datos de Bombas, Verticales y Horizontales.
- ❖ Hojas de Datos de Aereadores.
- ❖ Diagramas de Tubería e Instrumentación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.
- ❖ Diagramas de Tubería e Instrumentación de Servicios Auxiliares.
- ❖ Plano de Notas, Leyendas Generales y Simbología.

- ❖ Lista de Líneas de Proceso y Servicios Auxiliares.
- ❖ Plano de Localización General.
- ❖ Ingeniería Básica del Sistema Contra incendio y Sistema de Seguridad.
- ❖ Ingeniería de Detalle del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.
- ❖ Bases de Concurso para la Construcción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

5.3.3 Desglose de la Estructura del Trabajo (WBS*).

Para reflejar la forma en que será manejado el proyecto, en la siguiente figura se representan de manera general, tres niveles de desglose del trabajo, se reitera la suposición de que se incluye todo el trabajo requerido, derivado de diversas reuniones multidisciplinarias entre el cliente y el proveedor del servicio.

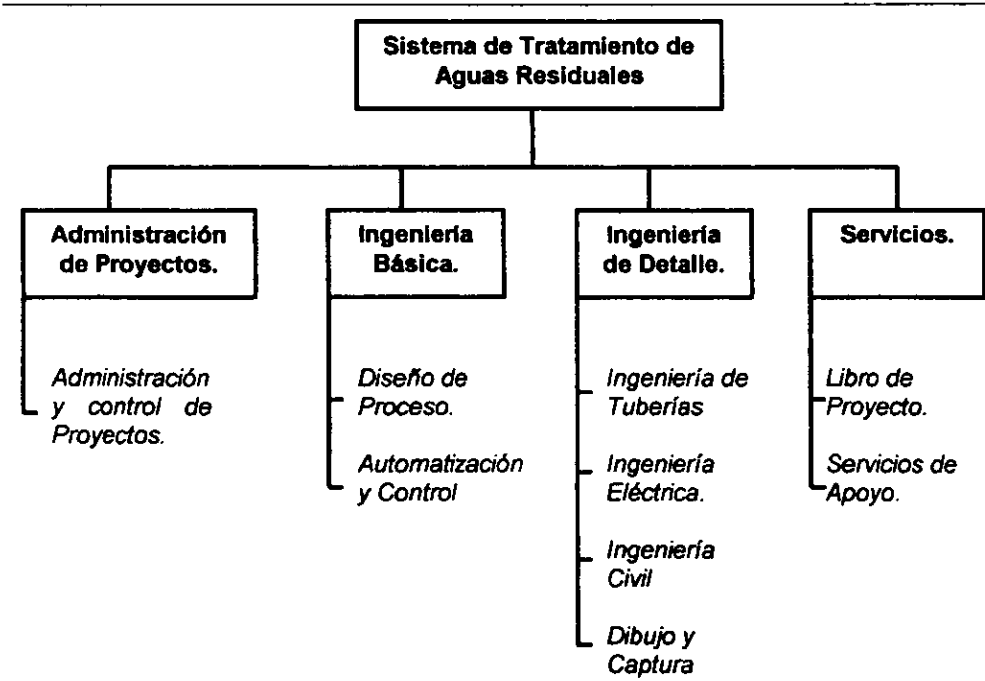


Figura 15 Desglose de la Estructura del Trabajo, del Caso de Estudio.

*Work Breakdown Structure.

El desglose de la estructura del trabajo representa, además, los niveles de responsabilidad que se asignaran a las actividades; de acuerdo con la estructura funcional de la Firma de Ingeniería.

5.4.4 Identificación de Actividades y Costos.

Una vez que se ha establecido el Desglose de la Estructura del Trabajo (WBS), el siguiente paso es elaborar una lista de actividades que serán programadas. En esta lista se integrará el costo planeado para cada actividad, el resultado será el costo presupuestado para el proyecto.

La lista completa de actividades para este caso y su respectivo costo en horas hombre, se encuentra en el **Anexo "B"**.

Las actividades representan cada unidad medible y a ésta se ha integrado el tiempo y recursos estimados, se espera que al final de esta parte, el proyecto este listo para la **autorización por el cliente**, de lo contrario, será necesario revisar nuevamente el alcance, y de esta forma lograr la autorización.

Cada actividad de la lista, lleva implícita un responsable de su ejecución y desde el punto de vista de Valor Ganado, cada actividad representa un Plan de Cuenta de Costos (CAP* por sus siglas en Inglés) que será la Base de Desempeño.

Aunque los presupuestos de ingeniería generalmente se estiman en horas hombre, el costo real para una firma de ingeniería es variable y depende de la forma de integrar el precio de la hora hombre, derivado de lo anterior es necesario tener una referencia de conversión de hora hombre cotizada y su costo real.

Para ello en el **Anexo "C"** se representa una forma de integrar un precio de hora hombre y a partir de esto es posible deducir el costo real, según las prácticas de cada Firma de Ingeniería en cuanto a proporción de indirectos y utilidad.

Para este caso de estudio, la hora hombre se cotiza a un **precio unitario y fijo**, es decir, el precio de la hora hombre es un promedio del costo del personal que participa en el proyecto más indirectos y utilidad, de esta forma cada hora hombre cotizada tiene el mismo precio sea cual fuere la actividad cotizada.

5.4.5 Medida de Avance Físico.

De acuerdo con las características del caso de estudio, para medir el avance físico, se aplicará a cada actividad; la fórmula de **"% completo"**, es decir, la actividad se descompone en tareas y el avance de cada tarea será registrado periódicamente para integrar el avance del paquete de trabajo.

La objetividad de esta medida, permite comprobar físicamente el trabajo desarrollado, puesto que los trabajos parciales reportados como terminados por el personal, estarán a la vista o de una forma tangible.

La definición completa de esta medida se ha discutido en el punto 3.5.4.1 (Métodos de medida del Valor Ganado.) de este trabajo.

* Cost Account Plan

5.3.6. Plan y Programa del Proyecto.

La siguiente parte de la metodología, es la programación de las actividades a diferentes niveles de detalle, de esta forma, en la siguiente figura se presenta un Programa Maestro y en el Anexo "D" se presenta un Programa Detallado del caso de estudio.

Estos programas se realizaron con barras tipo "Gantt", para otros casos más complejos quizá sea necesario programar con Ruta Crítica, cuya metodología no se presenta aquí por ser un tema ampliamente discutido en la literatura abierta. El resultado de estos programas es la curva "s", la cual, desde el punto de vista de VG recibe el nombre de "*Costo Presupuestado de Trabajo Programado*" (BCWS* por sus siglas en inglés).

Num.	Actividad	Duración (Días)	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1	Recopilación de información	4	■			
2	Levantamiento en campo	5	■			
3	Complementación de la Ing. Básica.	29	■	■		
4	Especificación de equipos.	19	■	■		
5	Automatización y Control	16	■	■		
6	Ingeniería de Tuberías	32		■	■	
7	Ingeniería Eléctrica.	30		■	■	
8	Ingeniería Civil	56	■	■	■	
9	Elaboración de requisiciones.	14			■	■
10	Volumen de obra	11				■
11	Paquete de concurso.	6				■
12	Libro de proyecto	6				■
13	Administración de proyecto	87	■	■	■	■

Figura 16. Programa Maestro del Caso de estudio.

*Budgeted Cost of Work Scheduled.

El Programa Maestro indica que el tiempo de realización del proyecto es de 87 días hábiles o cuatro meses calendario, aproximadamente.

5.3.7. Resumen del Presupuesto General del Caso de Estudio.

De acuerdo con la lista de actividades y programa que se incluyen en los Anexos "B" y "D", el proyecto tiene un total de 10, 760 horas hombre, distribuidas de la siguiente forma:

<i>Especialidad</i>	<i>Horas Hombre</i>
Proceso	850
Automatización y Control.	815
Mecánica.	1,210
Eléctrica.	1,220
Civil.	2,695
Dibujo.	2,320
Archivo Técnico y Normalización.	250
Administración de Proyecto.	1,400
Total	10,760 Horas Hombre

Es conveniente mencionar que para este caso de estudio, el presupuesto está en horas hombre, considerando que la hora hombre tendrá un costo unitario y fijo que incluye:

(Ver anexo C)

- ◆ Mano de obra.
- ◆ Material de consumo.
- ◆ Reproducibles.
- ◆ Transportación.
- ◆ Viáticos.
- ◆ Indirectos y Utilidad.

Por actividad, las horas hombre se distribuyen de la siguiente forma:

<i>Actividad</i>	<i>Horas Hombre</i>
Recopilación de Inf. Y Levantamiento en Campo	360
Ingeniería.	5,740
Dibujo.	2,320
Volumen de Obra y Paquete de Concurso.	690
Libro de Proyecto.	250
Administración de Proyecto.	1,400
Total	10,760 Horas Hombre

5.3.8. Monitoreo del Desempeño del Proyecto con enfoque de Valor Ganado.

El siguiente paso de la metodología es tabular los datos para el análisis y reporte. En el **Anexo "E"** se muestra para cada paquete de trabajo del proyecto, y para cada mes, los 3 elementos básicos del concepto de Valor Ganado (**Tammo T. Wilkins 1999**).

Asimismo, en el **Anexo "F"** se muestra la curva del personal requerido y en el **Anexo "G"**, se muestra el comportamiento de las curvas de Avance programado y Real del caso de estudio.

Siglas	Traducción	Significado
BCWS*	Costo Presupuestado de Trabajo Programado	Representan los presupuestos de las actividades que se programa completar.
BCWP**	Costo Presupuestado de Trabajo Desarrollado	Representa el costo planeado de las actividades que se completaron.
ACWP***	Costos Actuales de Trabajo Desarrollado	Representa los costos actuales cargados hacia las actividades que fueron completadas o están en progreso.

En la siguiente tabla, se muestran los datos tabulados del proyecto de estudio, dicha tabla desde el punto de vista de Valor Ganado, recibe el nombre de **Plan de Cuenta de Costos**.

* Budgeted Cost of Work Scheduled.

** Budgeted Cost of Work Performed.

*** Actual Cost of Work Performed.

A) Plan de Cuenta de Costos.

Num	Paquete de Trabajo.	Valor	Meses					Presup.
			1	2	3	4	5	
1	Recopilación de Información	Plan	Δ_{300}					360
		Ganado	309	25,5	25,5			360
		Actual	442	37	37			516
2	Complementación de la ingeniería Básica.	Plan	Δ_{850}	Δ_{325}				850
		Ganado	406	316	91	17,5	19,8	850
		Actual	582	454	131	34	21	1222
3	Especificación de Equipos	Plan	Δ_{300}	Δ_{120}				495
		Ganado	0	74,5	157	264		495
		Actual	0	106	228	375		707
4	Automatización y Control	Plan		Δ_{440}	Δ_{10}			450
		Ganado		0	228	189	33	450
		Actual		0	328	272	48	648
5	Ingeniería de Tuberías	Plan	Δ_{90}	Δ_{275}	Δ_5			940
		Ganado	0	165	486	179	110	940
		Actual	0	231	667	240	152	1290
6	Ingeniería Eléctrica.	Plan	Δ_{340}	Δ_{240}				1180
		Ganado	0	80	381	542	177	1180
		Actual	0	115	524	747	229	1615
7	Ingeniería Civil.	Plan	Δ_{1120}	Δ_{1300}	Δ_{1120}			3705
		Ganado	1192	207	1056	799	452	3705
		Actual	1466	168	1376	989	605	4604
8	Elaboración de Requisiciones.	Plan			Δ_{440}			440
		Ganado			215	181	44	440
		Actual			514	449	105	1068
9	Volumen de Obra	Plan			Δ_{120}	Δ_{450}		600
		Ganado			120	360	120	600
		Actual			173	520	173	866
10	Paquete de Concurso	Plan				Δ_{90}		90
		Ganado				0	90	90
		Actual				0	130	130
11	Libro de Proyecto	Plan				Δ_{250}		250
		Ganado				0	250	250
		Actual				0	361	361
12	Administración del Proyecto	Plan	Δ_{350}	Δ_{350}	Δ_{350}	Δ_{350}		1400
		Ganado	350	350	350	350		1400
		Actual	350	350	350	350		1400
	Total del Plan de Cuenta de Costos.	Plan	3100	4435	2085	1140		10,760
		Ganado	2257	1218	3110	2880	1295	10,760
		Actual	2840	1461	4326	3976	1824	14,427

Tabla 6. Plan de Cuenta de Costos del Caso de Estudio.

B) Evaluación del Proyecto de Estudio en el Mes 1.

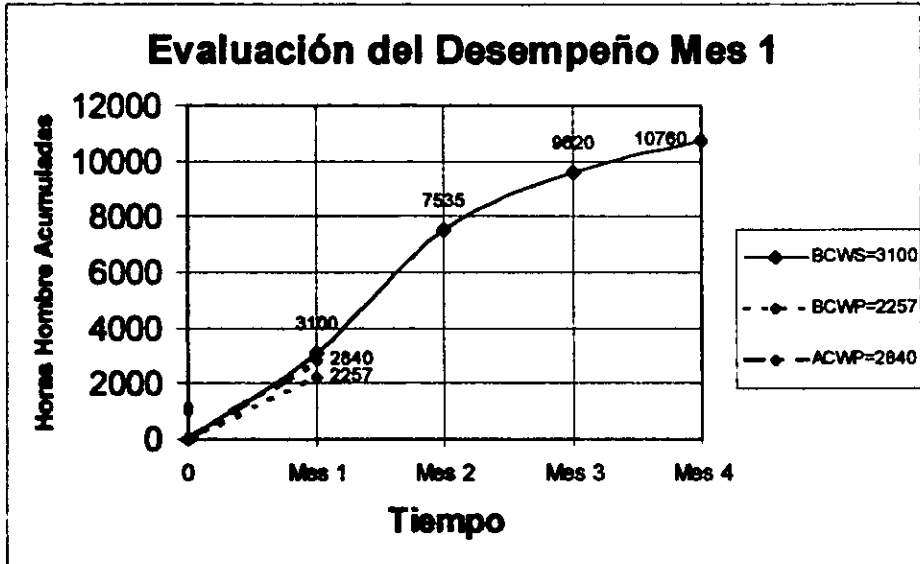


Figura Número 17, Evaluación del Desempeño en el Mes Uno

BCWS: Costo Presupuestado de Trabajo Programado
BCWP: Costo Presupuestado de Trabajo Desarrollado
ACWP: Costos Actuales de Trabajo Desarrollado.

Cálculo de indicadores del concepto de Valor Ganado mes 1

Indicador	Sigla	Fórmula	Cálculo	Resultado Mes 1
Variación en Programa	SV	$SV = BCWP - BCWS$	$SV = 2257 - 3100$	SV= -843 HH
Variación en Costo	CV	$CV = BCWP - ACWP$	$CV = 2257 - 2840$	CV= -543 HH
Indice de Desempeño de Programa.	SPI	$SPI = BCWP / BCWS$	$SPI = 2257/3100$	SPI= 0,728
Indice de Desempeño de Costo.	CPI	$CPI = BCWP / ACWP$	$CPI = 2257/2840$	CPI= 0,794
Porcentaje de Variación en Programa.	SV%	$SV\% = SV / BCWP$	$SV\% = -843/2257$	SV%= - 37,3
Porcentaje de variación en Costo.	CV%	$CV\% = CV / BCWP$	$CV\% = -593/2257$	CV% = -26,2
Avance	Avance (%)	$Avance(\%) = BCWP/BAC$	$Avance(\%) = 2257/10760$	Avance(%)= 20,9
Estimado para completar	EAC	$EAC = ((BAC - BCWP)/CPI) + ACWP$	$EAC = ((10760 - 2257)/0,794) + 2840$	EAC = 13,549 HH

Análisis de la Información:

La variación en programa es negativa, esto quiere decir que el trabajo en proceso se encuentra retrasado con respecto a lo programado, el retraso en este mes es equivalente a 843 horas hombre, aunque la variación en programa es un indicador subjetivo, nos da idea de la magnitud del retraso en programa que es del orden del 37,3%.

Asimismo, la variación en costo también es negativa al final del primer mes, esto quiere decir que el trabajo terminado cuesta más que el valor de los recursos planeados, y por cada hora hombre gastada solo se recibió 0,794 horas hombre en Valor Ganado durante el primer mes. La diferencia negativa en costo en tanto por cien es de 26.2, con respecto al valor planeado.

Finalmente, el pronóstico es terminar con 13,549 horas hombre, en un plazo de 5.5 meses, según los 4 meses inicialmente programados dividido entre el SPI actual. Al final del primer mes, el avance en tanto por cien del trabajo total es de 20.9%.

Situación del Proyecto.

En este primer mes, los estudios de Mecánica de Suelos y Estudios Topográficos consumieron tiempo adicional al programado, estas actividades consideradas críticas retrasaron la elaboración del Plano de Localización General, el cual a su vez retraso el desarrollo de la Ingeniería de detalle.

La recopilación de Información, fue otra actividad que sufrió retraso por la ausencia o ilegibilidad de datos de Diseño de Equipo y de Integración de Servicios Auxiliares.

Estas desviaciones de los planes originales, se ven reflejados en los datos analizados con las fórmulas de Valor Ganado.

Acciones Correctivas.

La situación del proyecto parece indicar que la causa de las desviaciones en los planes originales son imputables en su mayoría al proveedor de Servicios de Ingeniería en cuanto a estimación.

Como acción correctiva, se trabajó conjuntamente con el cliente en la obtención de información de campo para terminar la recopilación lo antes posible.

Adicionalmente se decide iniciar actividades con información parcial y los datos de desempeño se dieron a conocer a los participantes del proyecto.

De la misma forma que en el mes 1, ahora se analizan los datos acumulados en el mes 2.

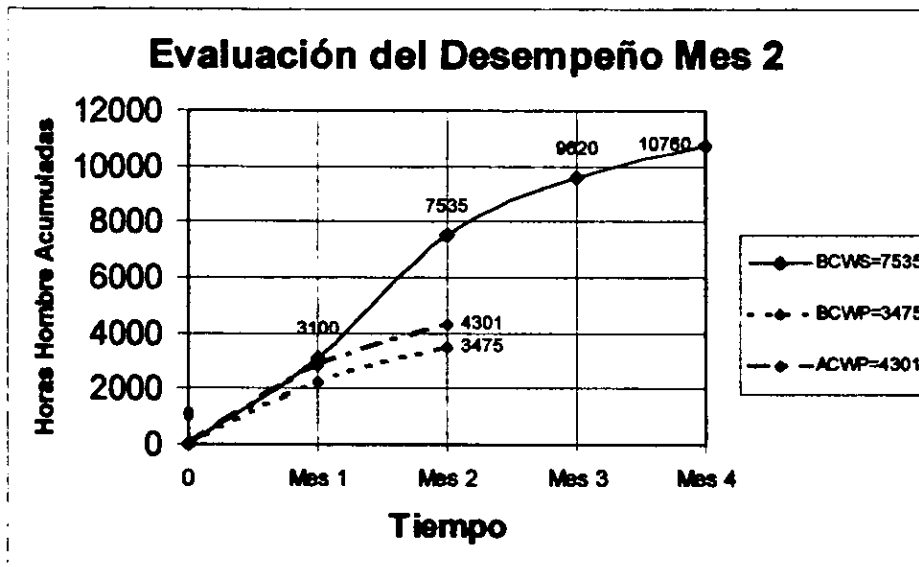


Figura Número 18, Evaluación del Desempeño en el Mes Dos.

BCWS: Costo Presupuestado de Trabajo Programado
BCWP: Costo Presupuestado de Trabajo Desarrollado
ACWP: Costos Actuales de Trabajo Desarrollado.

Cálculo de indicadores del concepto de Valor Ganado Mes 2

Indicador	Sigla	Fórmula	Cálculo	Resultado Mes 2
Variación en Programa	SV	$SV = BCWP - BCWS$	$SV = 3475 - 7535$	SV= -4060
Variación en Costo	CV	$CV = BCWP - ACWP$	$CV = 3475 - 4301$	CV= -826
Índice de Desempeño de Programa.	SPI	$SPI = BCWP / BCWS$	$SPI = 3475/7535$	SPI= 0,461
Índice de Desempeño de Costo.	CPI	$CPI = BCWP / ACWP$	$CPI = 3475/4301$	CPI= 0,807
Porcentaje de Variación en Programa.	SV%	$SV\% = SV / BCWP$	$SV\% = -4060/3475$	SV%= - 1.168
Porcentaje de variación en Costo.	CV%	$CV\% = CV / BCWP$	$CV\% = -826/3475$	CV% = -23,7
Avance	Avance (%)	$Avance(\%) = BCWP/BAC$	$Avance(\%) = 3475/10760$	Avance(\%)= 32,2
Estimado para completar	EAC	$EAC = ((BAC - BCWP)/CPI) + ACWP$	$EAC = ((10760 - 3475)/0,807) + 4301$	EAC = 13,317

Análisis de la Información:

La variación en programa continúa su tendencia negativa, de esta forma, el trabajo en proceso aún se encuentra retrasado con respecto a lo programado, el retraso en este mes es equivalente a 4060 horas hombre acumuladas, que representa un retraso del orden de 1,168%. Es conveniente reiterar en el carácter subjetivo de esta medida.

Por otra parte, la variación en costo sigue siendo negativa al final del mes dos, por cada hora hombre gastada solo se recibió 0,807 horas hombre en valor ganado. La diferencia negativa en tanto por cien es de 23,7, con respecto al valor planeado.

El pronóstico estimado al final del segundo mes, es terminar con 13,317 horas hombre, que son muy congruentes con las estimadas en el mes uno. Para este caso, el plazo estimado de ejecución, se incrementa a 8.5 meses que no es un dato confiable por su carácter subjetivo. Al segundo mes, el avance representa el 32% del trabajo total.

Situación del proyecto.

Los retrasos ocasionados en el mes uno son irrecuperables y se ven reflejados en los datos de desempeño del mes dos.

En este mes dos, se terminaron los Estudios de Topografía y Mecánica de Suelos. En general, todas las actividades interdependientes con estos estudios se vieron afectadas.

Se presentan retrabajos por iniciar actividades con información parcial, esto originó un incremento en los costos incurridos para realizar la misma actividad.

Acciones Correctivas.

Con la intención de estabilizar el desempeño del Programa, se continúan realizando actividades con información parcial, también actividades del tipo "Fast Track", es decir, aquellas que pueden realizarse de manera anticipada con la experiencia del especialista.

Finalmente se analizan los resultados en el mes 5 que es cuando se declara el final del proyecto.

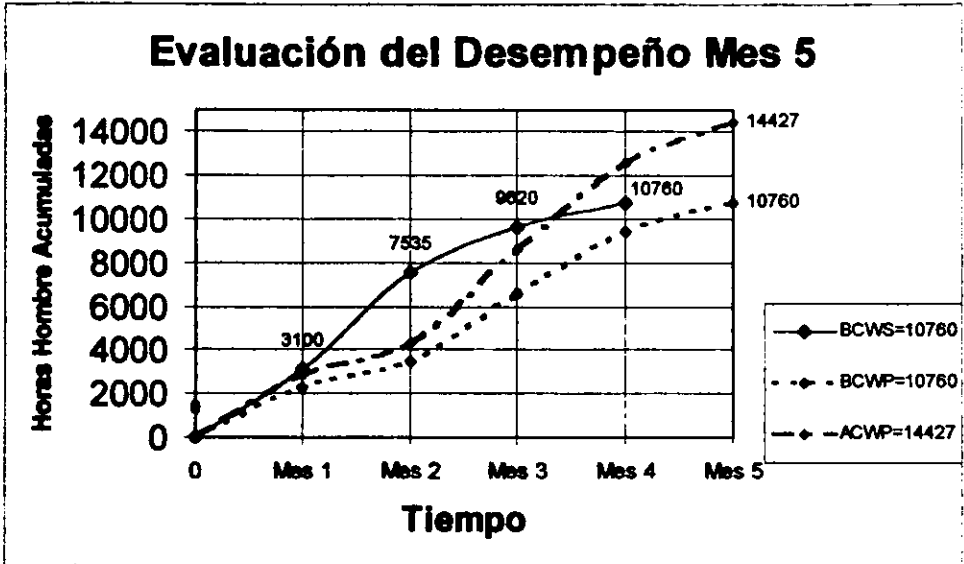


Figura Número 19, Evaluación del Desempeño en el Mes Cinco.

BCWS: Costo Presupuestado de Trabajo Programado
BCWP: Costo Presupuestado de Trabajo Desarrollado
ACWP: Costos Actuales de Trabajo Desarrollado.

Es conveniente señalar, que la evaluación al final del proyecto, tiene el objetivo de proporcionar datos de verificación del Índice de Desempeño de Costos y Programa

De la misma forma, se comprueba el estimado para completar (EAC* Por sus siglas en Inglés) el cual se pronosticó durante los meses uno y dos de desarrollo del proyecto de estudio.

*Estimated at Completion.

Cálculo de indicadores del concepto de Valor Ganado Mes 5

Indicador	Sigla	Fórmula	Cálculo	Resultado Mes 5
Variación en Programa	SV	$SV = BCWP - BCWS$	$SV = 10760 - 10760$	$SV = 0$
Variación en Costo	CV	$CV = BCWP - ACWP$	$CV = 10760 - 14427$	$CV = -3667$
Índice de Desempeño de Programa.	SPI	$SPI = BCWP / BCWS$	$SPI = 10760/10760$	$SPI = 1$
Índice de Desempeño de Costo.	CPI	$CPI = BCWP / ACWP$	$CPI = 10760/14427$	$CPI = 0,745$
Porcentaje de Variación en Programa.	SV%	$SV\% = SV / BCWP$	$SV\% = 0/10760$	$SV\% = 0$
Porcentaje de variación en Costo.	CV%	$CV\% = CV / BCWP$	$CV\% = -3667/10760$	$CV\% = -34,0$
Avance	Avance (%)	$Avance(\%) = BCWP/BAC$	$Avance(\%) = 10760/10760$	$Avance(\%) = 100$
Estimado para completar	EAC	$EAC = ((BAC - BCWP)/CPI) + ACWP$	$EAC = ((10760 - 10760)/0,745) + 14427$	$EAC = 0$

Análisis de la Información:

La variación en programa al final del proyecto debe ser cero, la razón es que el proyecto terminó y el valor ganado es igual al valor programado, lo mismo ocurre con el estimado para completar, por tal motivo, estos indicadores no son de utilidad al final del proyecto.

Sin duda el indicador relevante al final del proyecto, pero para este caso como un indicador de verificación, es el índice de desempeño de costo. El CPI final es de **0.745**, esto quiere decir que permaneció relativamente estable durante todo el ciclo de vida del proyecto, y no se mejoró significativamente como consecuencia de las medidas correctivas.

Las horas hombre reales reportadas como gastos incurridos para el desarrollo del proyecto fueron de **14,427**, mientras que desde el primer mes se pronosticaron **13,549**. La

diferencia es de 878 y con esto el grado de precisión del pronóstico en cuanto a costo es de 94%.

Situación del Proyecto.

El proyecto, originalmente programado con una duración de cuatro meses, finalmente tuvo una duración de cinco meses.

Con las adversidades que se presentaron, compartidas entre cliente y proveedor, se reconoció un cambio en el plazo de ejecución por un mes, de esta forma el proyecto se reprogramó en tiempo de cuatro a cinco meses. Cabe mencionar que posterior a este nuevo plazo la penalización por retraso es de 0.1% (Cero punto uno por ciento), sobre el monto total del contrato por cada día calendario de retraso.

Acciones Correctivas.

Al final del proyecto, es conveniente revisar los puntos críticos motivo de desviaciones, en este caso, la Planeación, las formas y métodos de estimación, la preparación del personal, etc.

Esta información se puede documentar como una serie de "Lecciones Aprendidas" que servirán para lograr la mejora continua en el desarrollo futuro de proyectos.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

5.4 Resultados y Recomendaciones del Caso de Estudio.

El objetivo del proyecto se puede resumir como: Complementar los documentos de Ingeniería Básica, elaborar los documentos de Ingeniería de Detalle y Paquete de Concurso, para la construcción de un sistema de tratamiento de agua, en un plazo de 4 meses y un presupuesto equivalente a 10,760 horas hombre. Considerando, además, las especificaciones establecidas entre la Firma y el Cliente.

Al final del proyecto, los resultados reflejaron un impacto en sobrecosto del orden de **3667 horas hombre** que representan una **desviación del 34%** en costo y un mes de retraso que representa un **25%** adicional al establecido inicialmente.

Las desviaciones acumuladas en costo en los meses de monitoreo son:

<u>Periodo</u>	<u>Desviación en costo</u>	
Mes uno	-26,2%	
Mes dos	-23,7%	promedio de los meses uno y dos: -24,9%
Mes cinco	-34,0%	

Las desviaciones en costo son irrecuperables, tienden a incrementarse y en el mejor de los casos a mantenerse, conforme avanza el proyecto. En este caso de estudio, desde el primer mes, se calculó el grado de desviación; el cual debía ser motivo para revisar el alcance y en su caso documentar los elementos para renegociar el presupuesto y el plazo de ejecución. Sólo se logró el cambio en el plazo.

Uno de los resultados al aplicar la metodología de Valor Ganado, es contar con los elementos para el control del proyecto. Las variaciones en el desempeño del programa se presentaron principalmente por imprecisiones en la estimación, derivadas de falta de información, falta de experiencia, y la urgencia de presentar la propuesta.

La metodología de Valor Ganado, desde el punto de vista de manejo de datos, es sencilla. Lo importante de la metodología es su **sustento**, es decir, la definición completa del alcance, la elaboración realista de programas, el control de cuenta adecuado para cada uno de los paquetes de trabajo y el mantenimiento de la base del desempeño.

Para que la metodología de Valor Ganado tenga éxito, es recomendable cumplir con lo descrito en el párrafo anterior, además, la información derivada de la aplicación de la metodología de Valor Ganado, siempre será mejor interpretada por un Administrador de Proyectos con experiencia por lo que también es recomendable esto último.

Finalmente, el análisis de la información con Valor Ganado, no tiene sentido, si al detectar desviaciones no favorables, no se toman **las acciones correctivas** pertinentes, por tal motivo es indispensable tomar acciones correctivas que permitan a los Índices de Desempeño cuando menos mantenerse o adquirir una tendencia hacia la unidad, que es el índice ideal.

6.0 Conclusiones.

En el caso de estudio, las curvas de avance programado y real (ver "anexo c") muestran una desviación significativa: el avance programado refleja la necesidad de una programación agresiva, mientras que el avance real muestra el máximo desempeño alcanzado por el grupo de Ingeniería y se nota más "suavizada" como es la tendencia normal de una curva "S".

Cuando se utiliza el enfoque de Valor Ganado, el desempeño del proyecto se mide en función de costo y programa. El desempeño de costo es un elemento objetivo dentro del enfoque de Valor Ganado, por tal motivo, es el más indicado para estimar el pronóstico.

El pronóstico de desviación promedio en costo de los primeros dos meses de ejecución del proyecto indica $-24,9\%$, y el final fue de -34% . Al primer síntoma de desviación negativa detectada con Valor Ganado, es motivo de alarma para identificar las causas y documentar objetivamente los elementos para una renegociación del presupuesto, que mantenga los niveles de desviación dentro de parámetros tolerables para la firma y el cliente.

Los datos generados con Valor Ganado, por sí solos, no contribuyen de manera significativa a la mejora de la productividad del proyecto, los datos generados sirven para la toma de decisiones orientadas hacia la implementación de medidas correctivas. No existe una metodología para implementar acciones correctivas, éstas dependen de factores como: personalidad y experiencia del Administrador de Proyectos, influencia del proyecto dentro de la firma de ingeniería, limitantes económicas para el desarrollo del proyecto.

Las acciones correctivas siempre están en armonía con la creación de valor de la firma y su interés por el cliente, tal creación de valor tiene diferente significado para cada firma de ingeniería: Utilidad, aprendizaje, imagen, prestigio, nuevos mercados, etc. de esta forma, la implementación de acciones correctivas oportunas en los proyectos son la principal área de oportunidad que pone al descubierto el enfoque de Valor Ganado.

El enfoque de Valor Ganado en los Proyectos de Ingeniería pretende sólo generar información objetiva para la toma de decisiones, es una herramienta que depende completamente de la definición completa del alcance, de la elaboración de programas realistas, de la asignación de recursos apropiados y oportunos, etc.

El enfoque de Valor Ganado pretende contribuir con la Administración de Proyectos al mostrar el detalle del cálculo de Índices de Desempeño y la consecuencia de sus resultados. Esto es susceptible de automatizarse por medios electrónicos y generar una base confiable para identificar desviaciones en plazo, en costos, y realizar pronósticos muy cercanos a la realidad, además, puede ser considerada como una herramienta de negociación de cambio de alcance, que sin duda será de gran utilidad para cualquier firma de ingeniería.

7.0 Bibliografía.

Beach Chester Paul Jr 1990, A-12 Administrative Inquiry, studies by Gaylord E. Christle et al. From the office of under secretary of defense for acquisitions. Documentado en el departamento de la naval de USA con memorándum del 28 de noviembre de 1990.

Bjorn M. Werner and William E. Souder 1992, "Measuring R&D performance, state of art", Research Technology Management, march-april 1992, pp. 34-32.

Eccles Robert G 1991, "The Performance Measurement Manifesto", Harvard Business Review, January-february 1991, pp.131-137.

Fleming W. Quentin and Koppelman Joel M. 1999, "The Earned Value Body of Knowledge", Primavera Systems, Inc.

Gaynor Gerard H., 1996, "Monitoring projects, it's more than reading reports", Research Technology Management, published by Research Technology, Inc, march-april 1996, vol. 39, number 2.

Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social, ILPES, 1983 "Guía para la presentación de proyectos", Siglo XXI Editores, México.

Kerzner Harold, PH.D., 1998, "Project Management, a systems approach to planning, scheduling, and controlling", editorial Wiley, USA.

Lozano Ríos Leticia, 1999 "Apuntes del Curso de Administración de Proyectos", Maestría de Ingeniería Química, Facultad de Química, UNAM.

Navarro, B. P., 1993, "Evaluación de proyectos de inversión", notas del seminario, sociedad mexicana de ingeniería económica, financiera y de costos, A. C., septiembre, México.

NNH Enterprise 1996 "Earned Value, Frequently Asked Questions", www.nnh.com.

Pereña Brand Jaime, 1991, "Dirección y Gestión de Proyectos", Ediciones Díaz de Santos, S.A., España.

Posse-Fregoso, J.L., 1981, "Administración de Proyectos", Cuaderno 3, Departamento de Administración Pública, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

Project Management Body of Knowledge, PMBOK, 1996, Project Management Institute, USA.

Renaissance Worldwide Inc., "Knowledge-Based Competition: Accelerating Strategic Performance Through Knowledge Management"
www.rens.com/viewpoint/papers/knmgmt.html. Consultado el mes de febrero de 2000.

Sean Alexander 1998. "EVMS Basics Concepts", Meridian Consulting Group, Inc.,

Tammo T. Wilkins 1999, "Earned Value, Clear and Simple" Primavera Systems Inc, April 1999, www.asq.osd.mil/pm. Consultado en febrero de 2000.

ANEXO "A":

**"CRITERIOS PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA
DE ADMINISTRACIÓN CON VALOR GANADO**

ANEXO A:

**“CRITERIOS PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN
CON VALOR GANADO**

ORGANIZACIÓN

1. Definir los elementos del trabajo autorizado. Es común usar en este proceso, el Desglose de la Estructura del Trabajo (**WBS** por sus siglas en inglés).
2. Identificar los elementos de la organización interna y la de los principales subcontratistas responsables de contribuir en el desarrollo del trabajo autorizado.
3. Integrar la Planeación, Programación, Presupuestación, Trabajo Autorizado y procesos de control de costos acumulados de la compañía, con la de otros participantes, a través de la WBS y la estructura organizacional (**OBS**).
4. Identificar al ejecutivo responsable de controlar los costos indirectos.
5. Integrar la WBS y la OBS de una manera que permita la medida del desempeño del costo y programa por cada uno de los elementos.

PLANEACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN.

6. Programar el trabajo autorizado de una manera que describa la secuencia del trabajo y las interdependencias requeridas para conocer el desarrollo, producción y requerimientos de entrega establecidos en el contrato.
7. Identificar productos físicos, fechas clave, metas de desempeño técnico u otros indicadores que serán usados para medir el avance.
8. Establecer y mantener una base de presupuesto y el nivel de control de cuenta contra el cual se pueda medir el desempeño del programa. Los presupuestos que serán ejercidos por periodos largos, quizá necesiten un estricto nivel de cuenta. Los presupuestos establecidos inicialmente para medida del desempeño, deben basarse en metas internas de administración o en metas externas con el cliente, incluyendo estimados para trabajos que aún no están definidos.

-
9. Establecer presupuestos de trabajo autorizado identificando los elementos de costo: mano de obra, materiales, etc., para efectos de control interno y de los subcontratistas.
 10. De acuerdo con la magnitud del proyecto, es práctico identificar el trabajo autorizado en paquetes discretos, estableciendo presupuestos para este trabajo en cuanto a pesos, horas hombre u otra unidad medible. Donde no se pueda integrar el trabajo en paquetes, identificar el esfuerzo para propósitos de planeación y programación.
 11. Comprobar que la suma de los paquetes de trabajo y aquellos esfuerzos estimados para fines de planeación integren el presupuesto total.
 12. Identificar y controlar el nivel de esfuerzo dentro del presupuesto establecido, solo el trabajo que no se pueda medir será clasificado como nivel de esfuerzo.
 13. Establecer presupuestos de indirectos en cada nivel de la organización, la cantidad total de indirectos será la que aparezca en el programa como costos indirectos.
 14. Identificar la reserva administrativa o fondo de contingencia y presupuesto no distribuido.
 15. Verificar que la meta de costos del programa coincidan con la suma de todos los presupuestos de programas internos y el fondo de contingencia.

CONSIDERACIONES DE CONTABILIDAD.

16. Registrar los costos directos de una manera consistente con los presupuestos en un sistema formal controlado por el catálogo de cuentas.
17. Cuando se usa el **WBS**, se suman los costos directos de cada control de cuenta y no se permite un control de cuenta para dos a más elementos del **WBS**.
18. Sumar los costos directos del control de cuentas dentro de los elementos suministrados por el contratista, no se permite un control de cuenta para dos o más elementos organizacionales.
19. Registrar todos los costos indirectos del contrato.
20. Identificar costos unitarios, costos unitarios equivalentes u otros costos.

21. Para un Sistema de Administración con Valor Ganado el catálogo de cuentas para materiales debe servir para:

- ❖ Precisión en los costos acumulados, y asignación de costos al catálogo de cuenta de una manera consistente con el presupuesto, usando para ello técnicas de costeo reconocidas y aceptadas.
- ❖ La medida del desempeño de costo en un periodo debe ser la más recomendable, según el tipo de material involucrado. Se deben equilibrar los pagos con respecto a la recepción del material.
- ❖ La contabilidad completa de todas las compras de material para el programa incluye los inventarios remanentes.

ANÁLISIS Y ADMINISTRACIÓN DE LOS REPORTES.

22. Al menos, sobre una base mensual se debe generar la siguiente información del control de cuentas y otros niveles según sea necesario para el control administrativo, usando datos actuales de costos; congruentes con el sistema de contabilidad:

- ❖ Comparar la cantidad de presupuesto planeado y la cantidad de presupuesto ganado para el trabajo completado, esto se conoce como variación en programa.
- ❖ Comparar la cantidad de presupuesto ganado y los costos directos actuales para el mismo trabajo, esto se conoce como variación en costo.

23. Identificar al menos mensualmente las diferencias significativas entre desempeño de programa planeado y actual y desempeño de costos planeados y actuales, de acuerdo con la duración del proyecto.

24. Identificar costos indirectos presupuestados aplicados en los diferentes niveles y con la frecuencia que necesite la administración para un control efectivo.

25. Sumar los datos y variaciones asociadas del programa o del **WBS** con la intención de satisfacer necesidades administrativas y cualquier reporte al cliente especificado en el contrato.

26. Implementar **acciones correctivas** como resultado de la información de Valor Ganado.

-
27. Desarrollar estimados de costos para terminar el proyecto, con base en datos de desempeño, valores comprometidos para material y estimado de futuras condiciones. Comparar esta información con la base de medida de desempeño para identificar variaciones importantes en la terminación y reportar al cliente estos requerimientos incluyendo declaraciones o requerimientos de fondos.

REVISIONES Y ACTUALIZACIÓN DE DATOS.

28. Incorporar cambios autorizados de una manera oportuna, registrando los efectos de tales cambios; éstos cambios pueden ser en presupuesto o programas. Antes de la negociación de un cambio basar tales revisiones en la cantidad estimada o presupuestada en la organización funcional.
29. Conciliar presupuestos actuales antes de cotizar, desde el punto de vista de cambios de trabajo autorizado, y replaneación interna en el detalle necesario para un efectivo control administrativo.
30. No se permiten cambios retroactivos que pertenecen a trabajo desarrollado del cual ya se reportó: costos directos, costos indirectos o presupuestos, excepto para corrección de errores y ajustes rutinarios de contabilidad, o para mejorar la integridad de la base y precisión de los datos de medida de desempeño.
31. No revisar la base de presupuesto contratado excepto por cambios autorizados.
32. Documentar los cambios en la base de medida de desempeño.

Referencia: www.acq.osd.mil/pm/faqs/criteria.htm
Consultado en febrero de 2000.

ANEXO "B"

**"ESTIMADO DE HORAS HOMBRE
PARA EL CASO DE ESTUDIO"**

Anexo "B" Estimado de Horas Hombre para el caso de estudio:

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

Num. Doc.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO O TÍTULO DE DIBUJO	HORAS HOMBRE POR ESPECIALIDAD										TOTAL	
		DESEÑO DE PROCESOS Y CONTROL	INGENIERIA MECÁNICA	INGENIERIA ELÉCTRICA	INGENIERIA CIVIL	ARCH. TEC. Y NORM.	DIBUJO	ADMON. Y C. DE PROY					
-	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN	50	30	20	50								160
-	LEVANTAMIENTO EN CAMPO	120	60										210
1	HOJA DE DATOS DE BOMBAS VERT.	30		30									30
1	HOJA DE DATOS DE BOMBAS RECUP. AC	20											20
1	HOJA DE DATOS DE AERADORES	80											80
1	REV. SISTEMA DE SEPARADORES API	100											100
1	DTI SIST. LAGUNAS DE IGUALACIÓN	100								50			180
1	DTI SERVICIOS AUXILIARES	70								35			105
1	PLANO DE LEYENDAS Y SIMBOLOS	15								10			25
2	LISTA DE LÍNEAS (PROC. Y SERV. AUX.)	30											30
1	PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL	90								50			140
1	PLANO DE SIST. CONTRAINCENDIO.	40								20			60
1	PLANO DE SIST. DE SEGURIDAD	40								20			60
1	PLANO DE LOC. DE INSTTOS Y RUTA		140							40			180
15	TÍPICOS DE INSTALACIÓN.		90							60			150
12	HOJA DE ESPECIF. DE INSTTOS.		120										120
14	REQUISICIONES DE EQUIPO.		200							45			245
4	REQUISICIONES DE MATERIALES		36							9			45
1	PLANO DE TUBERÍA DE PLANTA									30			30
25	ISOMÉTRICOS DE TUBERÍA									60			60
1	PLANO DE APOYO PARA TUBERÍA									350			350
1	PLANO SIST. CONTRAINCENDIO Y DET.									15			15
1	ESPECIF. EQUIPO AIRE ACONDICIONADO									110			110
										95			95
	Subtotal esta página	785	646	60	60	60	60	60	60	60	60	60	2780

Anexo "B" Estimado de Horas Hombre para el caso de estudio: (Continuación...)

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

Num. Doc.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO O TÍTULO DE DIBUJO	HORAS HOMBRE POR ESPECIALIDAD							DIBUJO	ADMÓN. Y C. DE PROY	TOTAL
		DISEÑO DE PROCESOS Y CONTROL	AUTOMAT. Y CONTROL	INGENIERÍA MECÁNICA	INGENIERÍA ELÉCTRICA	INGENIERÍA CIVIL	ARCH. TEC. Y NORM.				
1	PLANO DE CASA DE MAQ. (AIRE ACOND.)			45					30		75
1	PLANO DE NOTAS Y SIMBOLOGÍA.			10					10		20
2	ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS			50					15		65
1	ESPECIFICACIÓN DE AERADORES			40					10		60
1	ESPECIFICACIÓN DE MALLA DE IZAJE			80					15		95
1	PLANO DE AIRE ACOND. (SIST. DUCTOS)			30					20		60
1	Y DIAGRAMA DE CONTROL DE FUERZA										0
1	DIAGRAMA UNIFILAR Y CED. TUB. Y COND.						80		30		110
1	SIST. GRAL. DE FUERZA (13.8 KV)						60		30		110
1	DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE FUERZA						80		30		110
1	CORTE DE DUCTOS T DET. DE INSTAL.						80		20		100
1	SISTEMA DE TIERRA						60		20		80
1	ALUMBRADO EN EDIFICIO DE CONTROL						70		30		100
1	ALUMBRADO EXTERIOR						70		30		100
1	SIST. DE ALIMENTACIÓN A INSTTOS.						70		30		100
1	REQ. DE TRANSFORMADOR DE POT.						20		5		25
2	REQ. DE TRANSFORMADOR DE DIST.						40		10		60
1	REQ. DE TABLERO DE BAJA TENSIÓN						30		10		40
1	REQ. DE TAB. MEDIA TENSIÓN (13.8 KV)						20		10		30
1	REQ. DE TAB. MEDIA TENSIÓN (4-16 KV)						40		15		65
1	REQ. DE MATERIALES DE FUERZA						15		5		20
1	REQ. DE MATERIALES DE ALUMBRADO						15		5		20
1	REQ. DE MATERIALES DE TIERRA						10		5		15
Subtotal esta página		0	0	265	780	0	0	0	385	0	1420

Anexo "B" Estimado de Horas Hombre para el caso de estudio: (Continuación....)

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

Num. Doc.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO O TÍTULO DE DIBUJO	HORAS HOMBRE POR ESPECIALIDAD										TOTAL	
		DISEÑO DE PROCESOS Y CONTROL	AUTOMAT. Y CONTROL	INGENIERIA MECÁNICA	INGENIERIA ELÉCTRICA	INGENIERIA CIVIL	ARCH. TEC. Y NORMA.	DIBUJO	ADMON. Y C. DE PROY				
1	REQ. DE COND. DE ALTA TENSIÓN				10						5		16
1	REQ. DE COND. DE BAJA TENSIÓN				10						5		16
1	REQ. DE TUB Y ACCESORIOS				10						5		16
1	ESP. DE TRANSF. 13.8 / 4.16 KV				30						10		40
1	ESP. DE TRANSF. 14.16 A 480 V				20						10		30
1	ESP. DE TRANSF. DE 480 A 220 V				20						10		30
1	ESP. BAJA TENSIÓN.				30						10		40
1	ESP. TAB. BAJA TENSIÓN				30						10		40
1	ESP. TAB. MEDIA TENSIÓN 4.16 KV				20						10		30
1	ESP. TAB. MEDIA TENSIÓN 13.8 KV								30				30
1	EST. TOP. E INT (POLIGONAL)								40				40
1	EST. TOP. (CONFIGURACIÓN)								120				120
1	EST. DE MEC. DE SUELOS E INTER								85		35		120
1	CIMENTACIÓN DE AREAS								60		30		90
1	SEP. DE AGUA DE LLUVIA (CIMENT.)								60		30		90
1	REJILLAS DE BARRAS (CIMENTACIÓN)								50		30		80
1	REJILLAS DE BARRAS, CORTES Y DET.								80		30		110
1	DESARENADOR (CIMENTACIÓN)								80		30		110
1	SEPARADOR DE ACEITE (CIMENTACIÓN)								60		30		90
1	REG. DE ENTRADA A LA LAGUNA (DET.)								60		30		90
1	AERACIÓN POR VERTEDEROS (DET)								60		30		90
3	LAG. DE GUAL. (CIMENT. CORT Y DET.)								240		90		330
1	CANAL DE SALIDA DE LAGUNA (DET.)								80		30		110
Subtotal esta página		0	0	0	180	0	0	1105	0	470	0	0	1755

Anexo "B" Estimado de Horas Hombre para el caso de estudio: (Continuación...)

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

Num. Doc.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO O TÍTULO DE DIBUJO	HORAS HOMBRE POR ESPECIALIDAD						ARCH. TEC. Y NORM.	DIBUJO	ADMÓN. Y C. DE PROJ	TOTAL
		DISEÑO DE PROCESOS Y CONTROL	INGENIERIA MECÁNICA	INGENIERIA ELÉCTRICA	INGENIERIA CIVIL	INGENIERIA MECÁNICA	INGENIERIA ELÉCTRICA				
2	CARGAMO DE BOMB. Y CIMENT. BOMBAS				130			60		190	
1	REG. DE VAC. DE LAGUNA (CIMENT.)				70			30		100	
1	CANAL PIVACIADO DE LAG.(DETALLES)				50			30		80	
1	INSTALACIONES SUBTERRANEAS				60			30		90	
1	COBERTIZO PARA CILINDROS DE CLORO (CORTES, ELEVACIONES Y DETALLES)				50			30		80	
1	PLATAFORMAS Y BARANDALES				50			30		80	
1	MONORRIEL Y ESTRUCTURAS METALIC.				60			30		90	
1	REGISTROS PLUMALES				60			30		90	
1	REGISTROS ELÉCTRICOS Y DETALLES				60			30		90	
1	NIVELES Y PAVIMENTOS				60			30		90	
1	DETALLES DE LOSAS Y TALUDES				80			30		110	
1	CUARTO CONT. (PTA., ARQ., FACHADAS)				80			30		110	
1	CUARTO CONT. (CORTES Y ELEV.)				90			30		120	
1	CUARTO CONT. (ESTRUC., CORT., DET.)				50			30		80	
1	CUARTO CONT. (ACABAD. Y CANCELEL.)				60			30		90	
1	INST. HIDRAULICAS Y SANITARIAS (PTA)				50			30		80	
1	FOSA SÉPTICA Y DETALLES				60			30		90	
1	TERRACERIAS				60			30		90	
1	PLANO DE URBANIZACIÓN				70			30		100	
1	SOPORTES TIPO MOCHETA				60			30		90	
										0	
										0	
	Subtotal esta página	0	0	0	1300	0	0	630	0	1930	

ANEXO "C"

"INTEGRACIÓN DEL PRECIO DE LA HORA HOMBRE PARA EL CASO DE ESTUDIO"

Anexo "C":

INTEGRACIÓN DEL PRECIO DE LA HORA HOMBRE

1) Determinación del desglose e integración de factor de salario real.

Costo directo pagado a un trabajador.

(A)	DÍAS PAGADOS AL AÑO		
	A1- Año Calendario	Año Civil	365 días
		Año Bisiesto	0,25 "
	A2- Aguinaldo		20 "
	A3- Prima Vacacional	(0.25 x 6 días por vacaciones)	1,5 "
	TOTAL (A)		386,75 días"
(B)	DÍAS NO LABORABLES AL AÑO		
	B1- Domingos		52 días
	B2-Días Festivos por Ley		
	1° de Enero		1 días
	5 de Febrero		1 "
	21 de Marzo		1 "
	1° de Mayo		1 "
	16 de Septiembre		1 "
	20 de Noviembre		1 "
	1° de Diciembre c/6 años		0,17 "
	25 de Diciembre		1 "
		SUMA (B2)	7,17 días
	B3-Días Festivos por Tradición		
	3 de Mayo		1 días
	2 de Noviembre		1 "
	12 de Diciembre		1 "
	24 de Diciembre		1 "
	31 de Diciembre		1 "
	Sindicato		1 "
		SUMA (B3)	6 "
	B4- Vacaciones		6 días
	B5- Por Enfermedad		3 "
	B6- Por Mal Tiempo		8 "
		SUMA (B4,B5,B6)	17 "
	TOTAL (B)		82,17 días

INTEGRACIÓN DEL PRECIO DE LA HORA HOMBRE

(C)	DIAS EFECTIVOS LABORABLES AL AÑO		
	Año Calendario (A1) - Días No Laborables (B)		
	365.25 - 82.17 = 283.08		
(D)	FACTORES DE PERCEPCIONES		
	D1= Percepción Total = (A) / (C) = 386.75 / 283.08 = 1,3662		
(E)	FACTORES DE SALARIO REAL		
	E1- Factor de Percepción Total	(D1) =	1,3662
	E2- Salario Mínimo	0,297950 x D1=	0,4071
	E3- Salario Superior al Mínimo	0,245950 x D1=	0,3360
	E4- Guarderías 1%	0,010000 x D1=	0,0137
	E5- Impuestos sobre nómina 2%	0,020000 x D1=	0,0273
	E6- Infonavit y SAR	0,070000 x D1=	0,0956
	FACTOR DE SALARIO REAL		2,2459
(F)	COSTO DE MANO DE OBRA		
	Sueldo Base (de tabulador) p/ Coatzacoalcos, Ver.. x Factor de Salario Real		
	Por hora*	\$50.00 x 2,2459 =	112.30 \$/hora

* Suponiendo un sueldo base de \$ 50.00 por hora

2) Integración del precio de hora hombre de Ingeniería.

a) Sueldo y prestaciones	1
b) Material de consumo	0,2
c) Indirectos	0,6
d) Viáticos	0,4
e) Utilidad	0,2

Factor de Precio = a * b * c * d * e = (1) * (1,2) * (1,6) * (1,4) * (1,2) = 3,2256

Precio promedio = costo de hora hombre * Factor de precio = \$112,30 * 3,2256

Precio promedio por hora = \$ 362,23

Nota. Este desglose solo es un ejemplo de integración y no representa necesariamente la práctica común de integración del precio de hora hombre de una firma de ingeniería.

ANEXO “D”

“PROGRAMA DETALLADO PARA EL CASO DE ESTUDIO”

Anexo "D" Programa Detallado para el caso de estudio:

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concorso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

NUM	TAREA	H-H	DURACION	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
1	RECOPILACION DE INFORMACION	360	9 días				
2	Recopilación de información.	150	4 días				
3	Levantamiento en campo.	210	5 días				
4	COMPLETAMIENTO DE INGENIERIA BASICA	650	34 días				
5	Hoja de datos de bombas	50	4 días				
6	Hoja de datos de seneador	80	3 días				
7	Revisión separador API	100	6 días				
8	DTI Laguna de Igualación	150	11 días				
9	DTI Servicios auxiliares	105	6 días				
10	Plano de trayendas y simbología	25	3 días				
11	Lista de líneas	30	2 días				
12	Plano de localización general	140	8 días				
13	Plano del sistema contraincendio	60	6 días				
14	Plano del sistema de seguridad	60	5 días				
15	Plano de detalles contraincendio	50	6 días				
16	ESPECIFICACION DE EQUIPO	495	19 días				
17	Especificación de bombas	65	3 días				
18	Especificación de seneadores	50	2 días				
19	Especificación de equipo de aire acondicionado	110	3 días				
20	Especificación de separador API	75	3 días				
21	Especificación de malla de izaje	85	6 días				
22	Especificación de extintores	30	2 días				
23	Especificación de sistemas de detección	70	4 días				
24	INGENIERIA DE AUTOMATIZACION	450	13 días				
25	Hojas de instalación	120	6 días				
26	Típicos de instalación	150	7 días				
27	Plano de localización de instrumentos	180	9 días				
28	INGENIERIA DE TUBERIAS	940	29 días				
29	Plano de tuberías en planta	90	12 días				
30	Isométricos de tubería	500	14 días				
31	Plano de apoyos de tubería	30	2 días				
32	Plano de detalles contraincendio	150	6 días				
33	Plano de aire acondicionado	150	4 días				
34	Plano de notas y simbología	20	2 días				

Anexo "D" Programa Detallado para el caso de estudio: (Continuación...)

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

NUM	TAREA	H-H	DURACIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
35	INGENIERÍA ELÉCTRICA	1180	26 días				
36	Diagrama unifilar	110	5 días				
37	Sistema general de fuerza	110	5 días				
38	Distribución secundaria de fuerza	110	5 días				
39	Cortes de ductos y detalles de instalación	100	4 días				
40	Diagrama de tierra	80	3 días				
41	Alumbrado del edificio de control	100	4 días				
42	Alumbrado exterior	100	4 días				
43	Sistema de alimentación de instrumentos	100	4 días				
44	Especificación de transformadores	100	5 días				
45	Especificación de tableros	170	6 días				
46	Arreglo de equipo eléctrico en cuarto de control	100	2 días				
47	INGENIERÍA CIVIL	3706	61 días				
48	Estudio topográfico e interno	70	4 días				
49	Estudio de mecánicas de suelos	120	5 días				
50	Separador de agua de lluvia	90	5 días				
51	Rejilla de barras	170	9 días				
52	Desarenador	110	6 días				
53	Separador de aceites	110	6 días				
54	Registro de entrada y detalles	180	5 días				
55	Aeración vertedero	90	5 días				
56	Lagunas de liguación	330	12 días				
57	Canal de salida de lagunas	110	6 días				
58	Cárcamo de bombeo	190	9 días				
59	Registro de vaciado de lagunas	100	5 días				
60	Canal de vaciado de lagunas	80	4 días				
61	Alimentación áreas	120	6 días				
62	Instalaciones subterráneas	90	6 días				
63	Cobertizo para cilindros de cloro	80	6 días				
64	Plataforma, estructura metálica	150	6 días				
65	Registros pluviales	90	4 días				
66	Caja de válvulas	170	4 días				
67	Registros y ductos eléctricos	90	5 días				
68	Niveles y pavimentos	80	6 días				

Anexo "D" Programa Detallado para el caso de estudio: (Continuación...)

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

NUM	TAREA	H-H	DURACIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
69	Detalles de Pavimentos, guarn. Y banquetas	125	4 días				
70	Distribución de losas, pavimentos y taludes	90	5 días				
71	Cuadro de control	420	11 días				
72	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	90	4 días				
73	Fosa séptica	80	4 días				
74	Terracerías	90	5 días				
75	Plano de urbanización	100	5 días				
76	Soportes tipo mocheta	90	4 días				
77	REQUISICIONES	440	20 días				
78	Requisiciones de equipo	395	14 días				
79	Requisiciones de material	45	7 días				
80	VOLUMEN DE OBRA	600	12 días				
81	Volumen de obra	800	12 días				
82	PAQUETE DE CONCURSO	90	6 días				
83	Paquete de concurso	90	6 días				
84	LIBRO DE PROYECTO	250	6 días				
85	Libro de proyecto	250	6 días				
86	ADMINISTRACIÓN	1400	85 días				

ANEXO “E”

“DATOS TABULADOS PARA EL ANÁLISIS Y REPORTE DEL CASO DE ESTUDIO”

Anexo "E" Datos tabulados para el análisis y reporte del caso de estudio:

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

Item. Cont.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO O TÍTULO DE TRABAJO	NAH	% Pese	Mes 1			Mes 2			Mes 3			Mes 4			Mes 5		
				América Real	BCVBS	BCVFP	ACVFP	América Real	BCVBS	BCVFP	ACVFP	América Real	BCVBS	BCVFP	ACVFP	América Real	BCVBS	BCVFP
1	RECOPLACACIÓN DE INFORMACIÓN	300	3.35	300	300	442	25.5	37	25.5	37	25.5	37	25.5	37	25.5	37	25.5	37
2	Recopilación de información.	150	1.39	80	150	172	10	0	15	22	10	0	15	22	10	0	15	22
3	Univertamento en campo.	210	1.94	90	210	199	270	5	10.5	15	5	0	10.5	15	5	0	10.5	15
4	COMPILAMENTO DE INGENIERÍA BÁSICA	850	7.73	495	495	486	582	355	318	454	87	131	17.5	34	0	0	18.0	21
5	Hola de dbea de bombas	50	0.46	50	50	45	64	10	6	7	0	0	6	7	0	0	6	7
6	Hola de dbea de sarrador	80	0.74	80	80	72	103	5	4	6	5	4	6	5	4	6	5	4
7	Revisión aspirador API	100	0.93	80	100	90	130	5	5	7	5	5	7	5	5	7	5	5
8	DTI Laguna de liguración	150	1.39	80	80	120	172	10	100	15	22	0	10	15	22	0	10	15
9	DTI Servicios auxiliares	105	0.98	0	0	0	80	105	84	120	15	16	23	0	8	5	5	5
10	Plano de lencas y simbología	25	0.23	50	22.5	32	5	25	1.25	2	5	1.3	2	0	0	0	0	0
11	Lista de lencas	30	0.28	0	0	90	30	27	39	5	1.5	2	0	0	0	0	0	0
12	Plano de localización general	140	1.3	40	140	56	81	40	56	81	15	15	21	0	0	0	0	0
13	Plano del sistema control de medio	50	0.46	0	50	0	0	70	45	42	61	25	15	21	0	0	0	0
14	Plano del sistema de seguridad	50	0.46	0	15	0	0	70	45	42	61	25	15	21	0	0	0	0
15	Plano de detalles constructivos	50	0.46	0	0	0	0	70	50	35	49	25	12.5	18	5	2.5	4	0
16	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO	495	4.6	300	0	0	0	195	175	199	157	238	264	375	0	0	0	0
17	Especificación de bombas	65	0.6	0	65	0	0	50	32.5	47	60	32.5	47	60	0	0	0	0
18	Especificación de sarradores	50	0.46	0	50	0	0	50	25	35	50	25	35	50	0	0	0	0
19	Especificación de equipo de alta presión	110	1.02	0	110	0	0	10	11	16	70	17	111	20	22	32	32	32
20	Especificación de separador API	75	0.7	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Especificación de muelle de carga	55	0.51	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Especificación de mermos	30	0.28	0	0	0	0	20	30	6	9	7.5	22.5	32	5	1.5	2	0
23	Especificación de sistemas de conexión	70	0.65	0	0	0	0	0	30	70	0	0	0	0	0	0	0	0
24	INGENIERÍA DE AUTOMATIZACIÓN	450	4.13	0	0	0	0	449	0	0	0	19	239	339	169	272	33	49
25	Hola de datos de instrumenta	120	1.12	0	0	0	0	120	0	0	60	72	104	40	46	80	15	22
26	Típicos de instalación	150	1.39	0	0	0	0	140	0	0	80	10	120	172	10	15	22	10
27	Plano de localización de instrumentos	180	1.67	0	0	0	0	180	0	0	20	36	57	70	125	181	10	18
28	INGENIERÍA DE TUBERÍAS	840	8.74	0	0	0	0	875	166	231	5	418	607	179	249	119	163	119
29	Plano de tuberías en planta	50	0.46	0	50	0	0	30	0	0	40	35	51	30	27	39	27	39
30	Isométricos de tubería	500	4.65	0	0	0	0	30	500	150	210	250	350	10	50	70	10	18
31	Plano de apoyo de tubería	30	0.29	0	0	0	0	30	0	0	20	6	9	70	21	30	3	4
32	Plano de detalles constructivos	150	1.39	0	0	0	0	10	150	15	21	70	105	147	10	15	21	10
33	Plano de aire acondicionado	150	1.39	0	0	0	0	150	0	0	50	75	90	40	60	77	10	15
34	Plano de notas y simbología	20	0.19	0	0	0	0	0	0	0	20	5	14	20	30	6	8	0

Anexo "E" Datos tabulados para el análisis y reporte del caso de estudio: (Continuación...)

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

Núm. Cont.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO O TÍTULO DE DIBUJO	HH	% Peso	Mes 1			Mes 2			Mes 3			Mes 4			Mes 5		
				Avance Real	BCWS	BCWP/ACWP	Avance Real	BCWS	BCWP/ACWP	Avance Real	BCWS	BCWP/ACWP	Avance Real	BCWS	BCWP/ACWP	Avance Real	BCWS	BCWP/ACWP
30	INGENIERÍA ELÉCTRICA	1189	11	340	0	0	840	80	115	391	58	747	177	229	0	0	0	
31	Diagrama unifilar	110	1,02	0	110	0	55	80	44	63	0	0	11	16	0	0	0	
31	Sistema general de fuerza	110	1,02	0	110	0	0	0	99	143	0	0	11	16	0	0	0	
32	Distribución secundaria de fuerza	110	1,02	0	55	0	55	0	70	111	20	22	32	10	11	16	14	
33	Cortes de tubos y detalles de instalación	100	0,83	0	65	0	36	0	0	0	0	90	130	10	10	14	14	
34	Sistemas de tierra	80	0,74	0	0	0	60	0	0	0	0	72	103	10	6	12	12	
35	Aumbrado del edificio de control	100	0,93	0	0	0	100	0	0	0	0	90	130	10	10	14	14	
36	Aumbrado exterior	100	0,93	0	0	0	100	0	0	0	0	90	130	10	10	14	14	
37	Sistema de alimentación de instrumentos	100	0,93	0	0	0	100	0	0	0	0	70	101	20	20	29	10	
38	Especificación de transformadores	100	0,93	0	0	0	100	0	0	0	0	70	101	20	20	29	10	
39	Especificación de tableros	170	1,56	0	0	0	170	0	0	30	51	48	40	40	68	63	30	
40	Arreglo de equipo eléctrico en cuarto de control	100	0,93	0	0	0	100	26	36	40	40	58	20	20	26	26	15	
40	INGENIERÍA CIVIL	1195	34,4	1195	1192	1466	1340	297	164	1139	1656	1716	452	605	0	0	0	
41	Estudio topográfico e interior	70	0,85	80	70	56	81	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	Estudio de mecánica de suelos	120	1,12	80	120	96	137	20	34	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	Reparador de agua de lluvia	90	0,84	60	90	54	103	0	0	20	16	34	10	9	17	10	9	
44	Repilla de barras	170	1,96	50	170	96	101	0	0	20	34	40	10	17	20	20	34	
45	Desarrollador	110	1,02	50	110	55	101	0	0	20	22	41	10	11	20	20	22	
46	Separador de aceite	110	1,02	100	110	110	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	Registro de armados y detalles	180	1,97	100	180	180	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
48	Aeración ventarero	90	0,84	100	90	90	90	0	0	20	66	84	20	66	63	10	0	
49	Lamparas de iluminación	330	3,07	50	330	165	262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50	Canal de salida de aguas	110	1,02	60	70	66	40	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
51	Cárcamo de bombeo	190	1,77	10	20	19	30	170	57	10	19	40	19	19	76	10	19	
52	Registro de vaciado de lagunas	100	0,93	60	60	80	100	0	0	40	54	40	0	40	0	0	0	
53	Canal de vaciado de aguas	60	0,74	60	46	75	0	60	0	40	32	50	0	40	0	0	0	
54	Construcción áreas	120	1,12	50	60	87	0	20	24	34	0	0	0	0	0	0	0	
55	Instalaciones subterráneas	90	0,84	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	90	81	117	10	
56	Concreto para cimientos de cloo	60	0,74	0	0	0	60	0	0	60	48	69	0	60	0	0	40	
57	Planoforma, estructura metálica	150	1,36	0	0	0	150	0	0	0	0	0	0	60	120	197	20	
58	Registros pluviales	90	0,84	0	0	0	90	0	0	30	27	26	50	45	43	20	18	
59	Caja de válvulas	170	1,56	0	0	0	170	0	0	60	102	78	20	34	26	20	34	
60	Registros y ductos eléctricos	90	0,84	0	0	0	45	0	0	90	45	81	117	0	0	0	10	

Anexo "E" Datos tabulados para el análisis y reporte del caso de estudio: (Continuación...)

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

Mes Cont.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO O TÍTULO DE DEBIDO	H.H	% Peseo	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5										
				Avance Real	BCWS BCWP/ACWP	Avance Real	BCWS BCWP/ACWP	Avance Real	BCWS BCWP/ACWP	Avance Real	BCWS BCWP/ACWP	Avance Real	BCWS BCWP/ACWP									
61	Medios y paramentos	80	0,74	0	0	80	16	29	16	29	40	72	10	15								
62	Durales de Piedras, guarn. y banquetas	125	1,18	0	0	20	25	29	20	25	50	72	10	14								
63	Distribución de losas, paramentos y taludes	90	0,84	0	0	30	27	55	10	20	30	55	30	56								
64	Cuanto de control	420	3,8	0	0	0	0	0	420	252	360	20	20	64								
65	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	50	0,84	0	0	0	0	0	50	36	52	40	36	18								
66	Fosa séptica	80	0,74	60	48	69	0	0	20	80	16	22	10	12								
67	Terracerías	50	0,84	0	0	0	0	0	30	30	27	39	60	9								
68	Piso de urbanización	100	0,93	0	0	0	0	0	100	90	90	10	10	0								
69	Soportes tipo moctitas	90	0,84	0	0	0	0	0	90	90	72	104	20	13								
VIII	REQUISICIONES	448	4,09	0	0	0	0	0	448	215,5	518,0	183	449	44								
70	Requisiciones de equipo	395	3,67	0	0	0	0	0	395	197,5	430	40	158	39,5								
71	Requisiciones de material	45	0,42	0	0	0	0	0	45	18	84	50	23	4,5								
IX	VOLUMEN DE OBRA	600	5,58	0	0	0	0	0	150	120	173	450	368	120								
72	Volumen de obra	600	5,58	0	0	0	0	0	150	120	173	60	450	368								
X	PAQUETE DE CONCURSO	90	0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
73	Pago de concurso	90	0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100								
XI	LIBRO DE PROYECTO	250	2,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250								
74	Libro de proyecto	250	2,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250								
XII	ADMINISTRACIÓN	1600	13	25	350	350	25	350	350	350	350	25	350	350								
	Totales	90768	100	211	31000	2257	2840	11,32	4435	1218	1461	28,9	3110	4326	26,77	1140	2880	3976	12,84	0	1295	1824
	Avance Programado			28,8				41,2					19,4		19,6				0	0		
	Cantidad de Personas			19,3				27,7					13		7,12				0	0		

Notas:

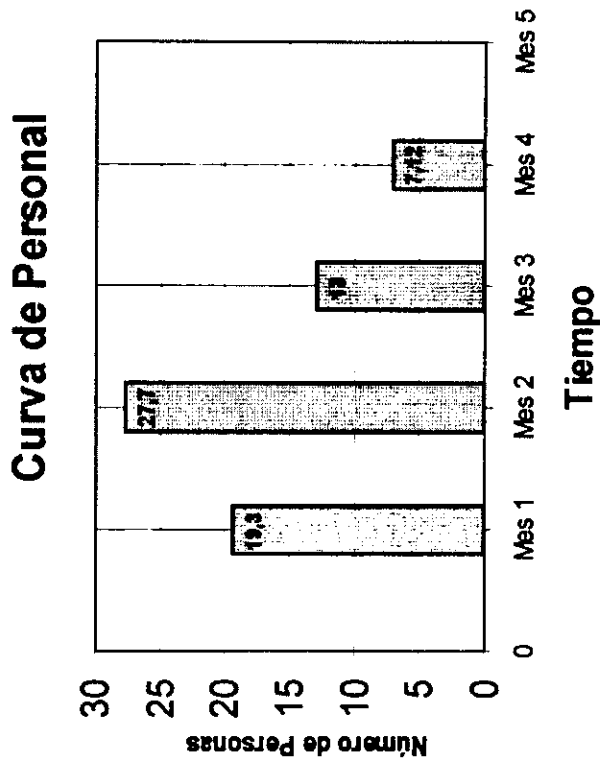
1. El Costo Presupuestado de Trabajo Programado (BCWS), está de acuerdo al Programa Detallado y a la estimación de horas hombre para cada actividad.
2. El Costo Presupuestado de Trabajo Desarrollado (BCWP), es calculado con los avances parciales reportados para cada actividad: (% hecho) * (Presupuesto de la tarea) = BCWP.
3. Los Costos Actuales de Trabajo Desarrollado (ACWP), son las horas hombre cargadas por el personal de diferentes disciplinas a cada actividad y registradas en formatos de control de horas hombre.

ANEXO “F”

**“CURVA DE PERSONAL PROGRAMADO
PARA EL CASO DE ESTUDIO”**

Anexo "F" Curva de Personal Programado para el Caso de estudio:

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concurso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"



ANEXO "G"

**"CURVAS DE AVANCE PROGRAMADO
VS. REAL DEL CASO DE ESTUDIO"**

Anexo "G" Curvas de Avance Programado vs. Real del Caso de Estudio:

"Complementación de la Ingeniería Básica y Elaboración de la Ingeniería de Detalle y Bases de Concorso para la Construcción de un Sistema de Tratamiento de Efluentes"

