Tesis
GP2008
A38

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS
EXTENSIÓN GUAYANA

Trabajo Especial de Grado

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CONTROL DEL DESEMPEÑO DE LOS PROYECTOS ADICIONANDO LAS DIMENSIONES DE CALIDAD Y RIESGO A LA TÉCNICA DE VALOR GANADO

Presentado por:

Acuña Núñez Julio César

Como un requisito parcial para obtener el título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor:
Pietroniro Rangel Mario Antonio

Puerto Ordaz, Febrero de 2008

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CONTROL DEL DESEMPEÑO DE LOS PROYECTOS ADICIONANDO LAS DIMENSIONES DE CALIDAD Y RIESGO A LA TÉCNICA DE VALOR GANADO

Autor: Julio Acuña Núñez.
Asesor: Mario Pietroniro Rangel.
Año: 2008.

RESUMEN

Un sistema de control de proyectos es el responsable de la medición y reporte del desempeño del proyecto para su evaluación, con la finalidad de tomar las acciones necesarias para evitar las diferencias con la planificación (Cabano, 2005). Estos sistemas pueden ser unidimesionales o multidimensionales. Dado que son múltiples los factores de éxito de los proyectos, un sistema de control multidimensional sería el indicado para lograr los objetivos del proyecto. El sistema de control multidimensional más utilizado en la Gerencia de Proyectos es el método del valor ganado, el cual integra el tiempo y el costo. No obstante, el tiempo y el costo en los proyectos son sólo dos factores de éxito. Existen estudios que sugieren que las dimensiones de calidad y riesgo son igualmente importantes y deben ser consideras para el control del desempeño.

En este sentido, con esta investigación se pretende proponer una metodología que integre las dimensiones de calidad y riesgo con la metodología del valor ganado. Esta investigación se sitúa dentro de una investigación del tipo proyectiva, con un diseño documental, con la finalidad de obtener como resultado una metodología, que permita la toma de decisiones oportunas ante las desviaciones del proyecto, contribuyendo a su seguimiento y corrección en cuanto a tiempo, costo, calidad y riesgo.

La dimensión de calidad está representada por los índices de valoración obtenidos de la aplicación de la metodología de calidad ganada (EQM). Estos índices de valoración son utilizados, a través de un análisis de confiabilidad, para obtener un índice de probabilidad que represente la incertidumbre de culminar una actividad del proyecto dentro de los esquemas planificados en términos de calidad y tiempo. Este índice de confiabilidad es utilizado en sustitución del porcentaje de completación de una actividad en el método del valor ganado.

Palabras Clave: Control del desempeño, Control multivariable, Valor Ganado, EQM, TPM.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen i
Dedicatoria ii
Agradecimientos iii
Índice de Contenido iv
Índice de Tablas vi
Índice de Figuras vii
Introducción 1
Capítulo I. Planteamiento del Problema 3
1.- El Problema 3
2.- Objetivos de la Investigación 11
2.1.- Objetivo General 11
2.2.- Objetivos Específicos 11
Capítulo II. Marco Teórico 12
1.- Control de Proyectos 12
1.1.- Grupo de Procesos de Seguimiento y Control 16
1.2.- Control del Cronograma 18
1.3.- Control de Costos 19
1.4.- Control del Desempeño 20
1.4.1.- Aseguramiento de la Calidad 20
1.4.2.- Control de la Calidad 21
1.4.3.- Seguimiento y Control de los Riesgos 22
2.- El Método del Valor Ganado 24
2.1.- Historia del Método del Valor Ganado 25
2.2.- Variables 27
2.3.- Índices de Rendimiento 29
2.4.- Proyecciones 29
3.- El Método del Technical Performance Measurement (TPM) 33
3.1.- Historia del TPM 33

ÍNDICE DE CONTENIDO (cont.)

3.2.- Metodología del TPM..... 34
4.- El Método de la Calidad Ganada (Earned Quality)..... 38
4.1 Metodología del EQM..... 38
Capítulo III. Marco Metodológico..... 44
1.- Tipo de Investigación..... 44
2.- Diseño de la Investigación..... 45
2.1.- Recopilación de la Información..... 46
2.2.- Estructuración de la Información..... 46
2.3.- Análisis de la Información..... 46
2.4.- Elaboración de la Propuesta Metodológica..... 47
3.- Unidad de Análisis..... 47
4.-Variables..... 47
5.- Estrategia de Recolección, procesamiento y Análisis de la Información..... 50
6.- Resultados Esperados..... 50
7.- Consideraciones Éticas..... 51
Capítulo IV. Desarrollo y Resultados de la Investigación..... 53
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones..... 70
1.- Conclusiones..... 70
2.- Recomendaciones..... 72
3.- Propuestas de Investigación..... 74
Referencias Bibliográficas..... 75

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.- Relación de las Variables del Método del Valor Ganado..... 28

Tabla 2.- Relación de las Variables del Método del Valor Ganado en Función de las Variaciones..... 28

Tabla 3.- Cuantificación del Impacto del Riesgo de No Cumplir con los Valores de TP Esperados..... 36

Tabla 4.- Atributos de la Calidad del Producto en la Metodología EQM.. 39

Tabla 5.- Contribución Potencial de las Actividades en la Metodología EQM..... 40

Tabla 6.- Cálculo del PQWP..... 41

Tabla 7.- Cálculo del AQWP..... 42

Tabla 8.- Variaciones del Método EQM..... 43

Tabla 9.- Operacionalización de la Variable..... 49

Tabla 10.- Significado del SPI..... 65

Tabla 11.- Significado del QPI..... 65

Tabla 12.- Relación del QPIxSPI y la Probabilidad de Alcanzar los Objetivos de la Calidad..... 66

Tabla 13.- Valores de Ejemplo de PQWS, PQWP, AQWP..... 67

Tabla 14.- Valores de Ejemplo de QPI y SPI..... 67

Tabla 15.- Valores de Ejemplo del Índice de Probabilidad de Éxito..... 68

Tabla 16.- Valores de Ejemplo de BCWS, BAC, ACWP y BCWP..... 68

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.- Proceso de la Dirección de Proyectos..... 12

Figura 2.- Proceso de Control del Cronograma..... 18

Figura 3.- Proceso de Control de Costos..... 19

Figura 4.- Proceso de Aseguramiento de la Calidad..... 20

Figura 5.- Proceso de Control de la Calidad..... 21

Figura 6.- Proceso de Seguimiento y Control de Riesgos..... 23

Figura 7.- Curva de Costos Tradicional. 25

Figura 8.- Relación de las Variables del Valor Ganado con la Proyección de Costos..... 32

Figura 9.- Esquema de Organización de los TP..... 35

Figura 10.- Estructura Jerárquica de los Atributos y Actividades en la Metodología EQM..... 40

Figura 11.- Cálculo del PQWS..... 41

Figura 12.- Diseño de la Investigación..... 46

Figura 13.- Relación del WBS y el QWS..... 56

Figura 14.- Relación de los Procesos para la Gestión de la Calidad y el EQM..... 58

Figura 15.- Relación de los Procesos para la Gestión del Riesgo y la Propuesta Metodológica..... 61

Figura 16.- Integración de la Calidad y el Riesgo con el Valor Ganado... 63

Introducción

Para el éxito de los proyectos es necesario controlar una serie de factores que influyen directamente en el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos. Entre los más importantes de estos factores se tienen el costo, el tiempo, la calidad y el riesgo.

Para el control de estos factores existen guías que sugieren la utilización de herramientas metodológicas e identifican los elementos a considerar para su manejo exitoso durante todas las etapas del proyecto. No obstante, estas herramientas se enfocan en cada uno de estos factores de manera independiente. Sería de gran utilidad el disponer de herramientas que permitan el control de estos factores de forma integrada, ya que daría una mayor perspectiva del desarrollo del proyecto y su impacto en el cumplimiento de los objetivos del mismo.

En este sentido, existen herramientas como el valor ganado, que integra el tiempo y costo; la calidad ganada, que integra la calidad y el tiempo; y el "Technical Performance Management" (TPM), que integra el riesgo y el costo. Sin embargo, estas herramientas, a pesar de que poseen semejanzas en su base conceptual, no están relacionadas entre sí y generalmente se selecciona alguna de ellas para el control de proyectos de acuerdo al factor a controlar de mayor influencia en los resultados.

Como propósito de este trabajo se tiene el proponer una metodología que relacione las mencionadas herramientas, para así obtener un Sistema de Control del Desempeño de los Proyectos que integre las dimensiones de tiempo, costo, calidad y riesgo.

Para el logro de esta propuesta se ha estructurado este documento en cinco (5) capítulos, los cuales se describen a continuación.

En el capítulo 1, Planteamiento del Problema, se presentan los motivadores de este estudio, su justificación, cuál es el problema al que se le dio respuesta con este trabajo, y cuáles son los objetivos a cumplir.

El capítulo 2, Marco Conceptual, es una recopilación documental que sirve de base conceptual para este trabajo en lo referente a los procesos de control de proyectos, control del desempeño y una descripción de las metodologías valor ganado, TPM y calidad ganada.

En el capítulo 3, Marco Metodológico, se detallan las variables, operaciones y procedimientos necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados. Básicamente, en este capítulo se describe el "cómo" se realizó la investigación para dar respuesta al problema expuesto en el capítulo 1.

El capítulo 4, Desarrollo y Resultados de la Investigación, refiere al desarrollo de los procedimientos planteados en el capítulo 3 para el cumplimiento de los objetivos específicos de este trabajo. En él se describe la base de la integración de las dimensiones ya mencionadas y una descripción detallada de la propuesta metodológica.

Finalmente, en el capítulo 5, Conclusiones y Recomendaciones, se plantean las ideas obtenidas como resultado de la investigación y una serie de recomendaciones necesarias para la aplicación de esta propuesta. Además, en este capítulo se sugieren temas que podrían servir para futuras investigaciones en base a lo planteado en este trabajo.

Capítulo I. Planteamiento del Problema.

"Sabemos por qué fracasan los proyectos,
sabemos cómo prevenir su fracaso. Entonces,
¿por qué siguen fracasando los proyectos?"
(Cobb, 1995; cp. Standish Group, 1996).

1. EL PROBLEMA.

El entorno de hoy es muy complejo, ya nada es constante ni previsible. La globalización, los grandes adelantos tecnológicos, las mayores facilidades de comunicación, el aumento de alianzas comerciales y la evolución de la calidad y del servicio propician un alto nivel de incertidumbre.

Este escenario ha potenciado la competencia y la necesidad de las organizaciones de poder enfrentar mayores retos y transformaciones profundas. Cada vez más organizaciones están tratando de definir nuevas formas de competir, innovar en sus productos y lograr una mayor eficiencia en su operación.

El planteamiento y planificación de una estrategia adecuada para enfrentar este contexto es vital para el éxito de cualquier organización. De acuerdo a Francés (2005), la estrategia refiere al conjunto de acciones que se emplean para el logro de los objetivos en un medio de incertidumbre. El establecimiento de estas acciones se logra a través de la planificación estratégica, o "proceso en el cual se definen de manera sistemática los lineamientos estratégicos, o líneas maestras, de la empresa u organización, y se los desarrolla en guías detalladas para la acción, se asignan recursos y se plasman en documentos llamados planes" (Francés, 2005, p. 29).

Los lineamientos estratégicos son expresados a través de postulados generales que caracterizan la planificación estratégica. Entre estos postulados se encuentran la misión, razón de ser de la empresa u organización, y la visión que no es más que el estado que se desea alcanzar en un determinado período de tiempo. Los esfuerzos, cambios, y acciones que debe emprender una empresa u organización para lograr su visión, a partir de su misión, se hacen realidad a través de los proyectos. El Project Management Institute (PMI, 2004) define al proyecto como "un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único" (p. 5).

Este rol que poseen los proyectos en las organizaciones son un elemento clave para el éxito y la permanencia en el mundo competitivo actual. Esta posición ha realzado la importancia en la manera en que los proyectos son dirigidos, destacando la disciplina de la gerencia de proyectos. La gerencia de proyectos es definida por Kerzner (2001) como la planificación, organización, dirección y control de los recursos de la organización para el cumplimiento de objetivos en un relativo corto plazo. El Estándar Británico para la Gerencia de Proyectos BS7069 (1996; cp. Atkinson, 1999) define la gerencia de proyectos como la planificación, seguimiento y control de todos los aspectos del proyecto y la motivación de todos aquellos involucrados en él, para el cumplimiento de sus objetivos a tiempo, costo, calidad y desempeño.

La gerencia de proyectos ha sido practicada por miles de años, pero no fue hasta mediados de los años 50 que las organizaciones comenzaron a aplicar herramientas y técnicas formales para la gerencia de proyectos. Para los años 80, el uso del computador propició la aplicación de herramientas mucho más sofisticadas y complejas. Hoy día, existen una gran cantidad de teorías, herramientas y técnicas a disposición de la gerencia de proyectos para la dirección exitosa de proyectos independientemente de su complejidad (Azzopardi, 2002).

A pesar de este desarrollo en la disciplina de la gerencia de proyectos, existe una alta ocurrencia de proyectos culminados de manera no exitosa. De acuerdo a Kerzner (2001), un proyecto es exitoso cuando se ha completado dentro de las restricciones de tiempo, costo, desempeño y aceptación del cliente, además de poseer un mínimo de cambios de alcance, que no hayan afectado ni el flujo de trabajo ni la cultura de la organización promotora.

Sólo el 9% de los proyectos en compañías con más de 500 millones de dólares americanos de ganancias al año, en los Estados Unidos, son culminados exitosamente. Para compañías con ganancias entre 200 y 500 millones dólares americanos, el porcentaje es de 16,2%. Para compañías con ganancias entre 100 y 200 millones de dólares americanos el porcentaje es de 28% (Standish Group, 1995). Otros estudios revelan que entre el 60% y el 75% de los proyectos son culminados sin cumplir con sus objetivos (Michalack y Williams, 2005).

Existen distintos factores que contribuyen al fracaso de los proyectos. La Oficina de Comercio del Gobierno del Reino Unido (2005) establece que las principales razones por la que los proyectos fracasan, son las siguientes: (1) falta de alineación de los objetivos del proyecto con los objetivos estratégicos de la organización, (2) falta de liderazgo de la alta gerencia, (3) deficiencias en la relación con los involucrados del proyecto, (4) deficiencias en la planificación, (5) deficiencias en el uso de las técnicas de la gerencia de proyectos y de riesgo, (6) deficiencias en la integración del equipo de proyecto.

En un estudio llevado a cabo entre 1450 empresas del sector público y privado, se llegó a la conclusión de que la falta de la gerencia del riesgo es la principal causa del fracaso de los proyectos. Este estudio también reveló que otros importantes factores son la falta de las habilidades requeridas por el equipo de proyecto y la falta de control (Whittaker, 1999; cp. Rozenes, Vitner y Spraggett, 2006).

Un caso de estudio en una planta de energía del Este asiático demostró que un factor clave para la éxito del proyecto fue la aplicación de procedimientos de control, por parte de los involucrados del proyecto (Ling y Lau, 2002; cp. Rozenes et al., 2006). Otro estudio realizado en 100 proyectos de defensa israelíes encontró que existe una relación significativa entre el éxito del proyecto y los siguientes factores: (1) la cantidad de esfuerzo empleada en la definición de los objetivos del proyecto, (2) los requerimientos funcionales, y (3) las especificaciones técnicas del proyecto (Dvir, Raz y Shenhar, 2003; cp. Rozenes et al., 2006).

Para alcanzar el éxito del proyecto se debe realizar un seguimiento a los factores que contribuyen al fracaso, e integrar aquellos que son claves para el éxito. Para Rozenes et al. (2006), una forma de lograr este seguimiento e integración es a través de la implementación de un sistema de control de proyectos.

Un sistema de control de proyectos es el responsable de la medición y reporte del desempeño del proyecto para su evaluación, con la finalidad de tomar las acciones necesarias para evitar las diferencias con la planificación (Cabano, 2005). Los sistemas de control indican la dirección del cambio de las variables de planificación en comparación con el desempaño actual (Rozenes et al., 2006).

Los sistemas de control pueden ser clasificados como: (1) unidimensionales y (2) multidimencionales (Rozenes et al., 2006).

Un sistema de control unidimensional sólo considera una variable del proyecto. Los sistemas de control unidimensionales son simples de implementar; no obstante, el control se realiza sobre una dimensión en vez considerar el conjunto de los objetivos del proyecto (Rozenes et al., 2006). Esta aproximación

no puede cumplir con los requerimientos de seguimiento e integración de los factores claves del proyecto.

Los sistemas de control multidimensionales toman en consideración más de una variable. Dado que son múltiples los factores de éxito de los proyectos, un sistema de control multidimensional sería el indicado para lograr los objetivos del proyecto.

El valor ganado (EV por sus siglas en inglés) es probablemente el método de control multidimensional más utilizado, integrando el tiempo y el costo del proyecto (Rozenes et al., 2006). De acuerdo al PMI (2004), el método del valor ganado "mide el rendimiento del proyecto a medida que avanza desde la iniciación del proyecto hasta el cierre del proyecto. La metodología de gestión del valor ganado también proporciona un medio para hacer una proyección del rendimiento futuro sobre la base del rendimiento pasado" (p. 95). El valor ganado se ha convertido en la técnica más común para la medición del desempeño de los proyectos (Dimitrova, 2005).

La razón de la popularidad de la utilización del valor ganado se encuentra en su capacidad de integrar dos de los factores claves del éxito de los proyectos, como lo son el tiempo y el costo. Un sistema de control que no integre el tiempo y el costo es vulnerable a la distorsión (Kim y Ballard, 2000). Por ejemplo, es posible estar dentro del presupuesto, pero no estar completando las actividades a una tasa de rendimiento que permita completar el proyecto dentro del tiempo planificado. Por otra parte, es posible estar dentro del tiempo planificado, pero también estar por encima de lo presupuestado. El valor ganado disminuye la probabilidad de esta distorsión, debido a que el progreso es expresado en términos de tiempo y costo (Kim y Ballard, 2000).

Sin embargo, tal y como se mencionó anteriormente, el tiempo y costo del proyecto no son los únicos factores de éxito. Si bien es cierto que no se podrán

integrar todos estos factores en una sola técnica de medición, dada su complejidad, sería conveniente utilizar una que integre otros componentes del desempeño del proyecto.

El PMI (2004), dentro de las mejores prácticas, incluye dentro de la gerencia del desempeño de los proyectos a la gestión de la calidad y el riesgo.

La calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos (FONDONORMA-ISO 9000:2006). La calidad, al formar parte del desempeño del proyecto, es otro de los factores claves de éxito y debe ser incluido dentro del sistema de control. Algunos estudios han demostrado que un sistema de control de proyectos que no incluya la calidad posee serias deficiencias, ya que existen proyectos en donde la calidad es el principal objetivo (Rozenes et al., 2006).

Por otra parte, en la gerencia del desempeño del proyecto se encuentra además la gestión del riesgo. El riesgo es definido como un evento o condición inciertos que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad (PMI, 2004). La ocurrencia del riesgo posee un impacto sobre el desempeño del proyecto, y tal y como se evidenció en un estudio entre compañías Británicas, existe una fuerte relación entre el nivel de aplicación de la gerencia del riesgo y el éxito de los proyectos (Elkington y Smallman, 2002; cp. Rozenes et al., 2006). Otro estudio propuso que el manejo y control del riesgo disminuye la probabilidad de fracaso de un proyecto (Miller y Lessard, 2001; cp. Rozenes et al., 2006).

Estos antecedentes, en los efectos de la gestión de la calidad y el riesgo en los proyectos, muestran que un sistema de control que sólo incorpore las dimensiones del tiempo y el costo es insuficiente, por lo que es necesaria la adición de más dimensiones (Rozenes et al., 2006).

En este sentido se podría afirmar que el valor ganado posee ciertas limitaciones, debido a que esta herramienta no esta diseñada para la gerencia del riesgo, y además sólo mide la cantidad de trabajo ejecutado sin considerar la calidad con que fue realizado (Solomon, 2004).

En la actualidad se pueden encontrar herramientas cuya finalidad es la de fortalecer esta debilidad del valor ganado, tal es el caso del "Technical Performance Measurement" (TPM). De acuerdo a Solomon (2004) la efectividad del valor ganado puede ser mejorada integrándola con el TPM.

Esta integración se logra uniendo las varianzas en el cumplimiento de los requerimientos técnicos del proyecto y las varianzas obtenidas a través del valor ganado, entendiéndose varianza como la desviación de un elemento de su valor planificado (Kerzner, 2001). Para la aplicación del TPM se debe planificar el comportamiento del cumplimiento de los requerimientos técnicos de algunos elementos del proyecto, y su varianza multiplicarla por el valor ganado (Ferraro, 2002). Esta planificación permite además, realizar el análisis del riesgo de no cumplir con estos requerimientos.

Existe otra metodología que igualmente se enfoca en el producto final, pero sólo en la dimensión de calidad, como lo es la calidad ganada ("Earned Quality"). Esta herramienta permite estimar el costo de los atributos acumulados de calidad del proyecto (Paquin, J.P., Couillard, Paquin, R., y Godcharles, 1996).

Ambas herramientas, el TPM y la calidad ganada, resuelven parcialmente la problemática de tener a disposición una metodología que permita integrar la calidad y el riesgo.

El grado del cumplimiento de los requisitos de cada una las actividades del proyecto tendrá un impacto en el tiempo y en el costo. Establecer una métrica, o definición operativa que describe, en términos muy específicos, lo que algo es y

cómo se mide (PMI, 2004), que cuantifique este grado de cumplimiento pudiera ser integrada con las varianzas obtenidas por el método del valor ganado. Además, utilizando la capacidad del valor ganado de proyectar el desempeño actual, se pudiera evaluar el impacto de los riesgos de las actividades del proyecto en los resultados finales del mismo.

Con ello, se complementaría la técnica del valor ganado, aprovechando todos sus beneficios en el control y seguimiento del tiempo y el costo, y se fortalecería con la integración de dos elementos fundamentales en la gestión exitosa de proyectos.

En base a lo expuesto anteriormente, es necesario un estudio para el desarrollo de una técnica que permita integrar la calidad y el riesgo de las actividades del proyecto con el método del valor ganado, con la finalidad de obtener los índices de desempeño, provistos por este método, en función del tiempo, el costo, la calidad y el riesgo. Este estudio debe dar respuesta a la siguiente interrogante:

¿Cuál sería la metodología que permita controlar el desempeño de un proyecto integrando las dimensiones de calidad y riesgo, en las actividades que conforman el proyecto, con la técnica del valor ganado?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación será realizada en función del cumplimiento de los siguientes objetivos:

2.1 Objetivo General.

Proponer una metodología para el control del desempeño de los proyectos que integre las dimensiones de calidad y riesgo con la técnica del valor ganado.

2.2 Objetivos Específicos.

Identificar la documentación necesaria para el análisis de los procesos de control multivariable del rendimiento de los proyectos que consideren el tiempo y el costo.

Identificar la documentación necesaria para el análisis de los procesos de control multivariable del rendimiento de los proyectos que consideren la calidad y el riesgo.

Identificar los criterios de integración de las dimensiones de calidad y riesgo al método del valor ganado.

Realizar la propuesta de la metodología objeto de este estudio.

Capítulo II. Marco Teórico.

Para el desarrollo del marco teórico se consultaron diferentes fuentes documentales relacionadas con el área de control de proyectos, y algunas herramientas de medición del desempeño de los proyectos. Además, se abordaron los tópicos de las mejores prácticas para la gestión de la calidad y el riesgo en los proyectos.

El esquema planteado a continuación contiene los aspectos y enfoques conceptuales que soportan a la investigación, elaborándose para cada uno de ellos un resumen en base a las fuentes consultadas.

1. CONTROL DE PROYECTOS.

El control de proyectos forma parte del grupo de procesos de la dirección de proyectos. Como se muestra en la figura 1, el proceso de seguimiento y control interacciona directamente con todos los aspectos del resto de los procesos.

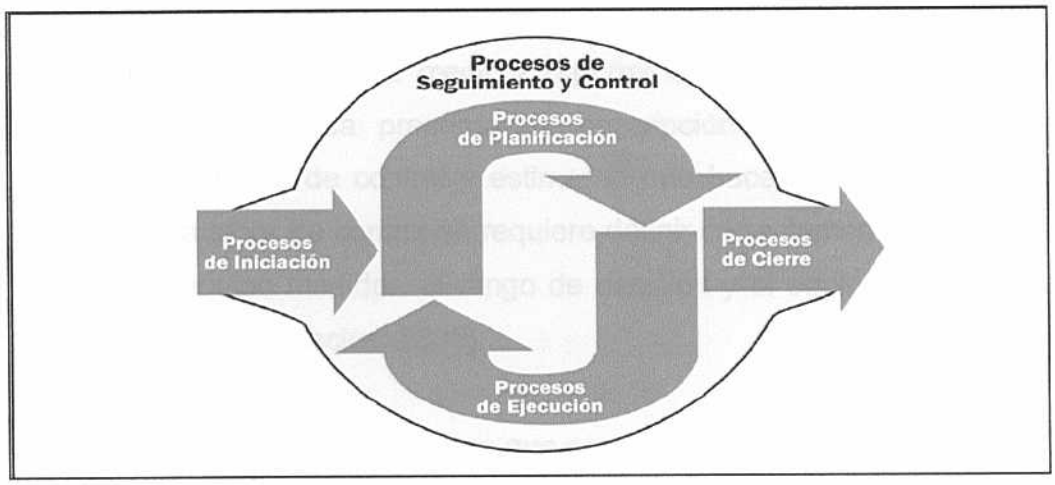

Figura 1. Procesos de la Dirección de Proyectos.

Fuente: PMI (2004).

Una vez iniciado el proyecto, es fundamental medir regularmente el avance del mismo para detectar variaciones con respecto al plan de trabajo. Por ello, es vital comprender que no puede existir control sino existe un plan previo que sirva como base de comparación (Palacios, 2005).

La actividad de control permite generar la información que nutre la toma de decisiones y la acción, ya sea por medio de las replanificaciones pertinentes o simplemente por la verificación de que todo va bien. No se controla sólo para informar a la gerencia o al cliente, sino como herramienta para optimizar el proyecto (Palacios, 2005).

Briceño, Colombo, Ravelo y Rivera (2006) definen al control de proyectos como "el proceso de comparar la ejecución real con la ejecución planeada del proyecto, analizar las variaciones, evaluar las posibles alternativas de acción; y tomar la acción correctiva que se necesite" (p. 65). De acuerdo al PMI (2004), "es el proceso necesario para recoger, medir y difundir información sobre el rendimiento, y para evaluar las mediciones y tendencias para mejorar el proceso" (p. 61).

Controlar un proyecto implica medir y reportar el avance de los principales parámetros. Esto significa presentar la descripción de las actividades ya realizadas en el punto de control y estimar lo que hace falta por hacer. Para poder realizar la labor de control se requiere definir correctamente las variables a controlar, el equipo medidor, el rango de decisión y el equipo ejecutor de la tarea de reparación (Palacios, 2005).

El control de proyectos es un proceso que comprende las siguientes etapas:

Planificar el trabajo a realizar.
Medir el trabajo ejecutado.
Detectar variaciones.

Tomar acciones correctivas e incluirlas en el plan.

Para efectivamente controlar un proyecto se hace necesario la asignación de personal dedicado y el diseño de una metodología de trabajo, es decir, la implantación de un sistema de control con: entradas de información, herramientas y técnicas de control, y salidas de información, que permitan plantear las acciones correctivas. El objetivo es desarrollar un sistema de control que provea información precisa y confiable, que permita monitorear la ejecución de todas las actividades del proyecto (Briceño et al., 2006).

De acuerdo a Cartay (1991), las características de un sistema de control eficiente son:

Comparativo: para poder apreciar si la actuación o rendimiento de una actividad, de un paquete de trabajo, de un subproyecto o del proyecto en su conjunto ha sido bueno o malo, es necesario compararlo con alguna base, modelo o patrón.

Costo compatible: el costo de la acción de control debe ser menor que el valor de lo que se trata de controlar.

Oportuno: el control debe proporcionar información cuando se necesite, es decir, cuando sea aún oportuno para corregir las fallas encontradas. El control debe suministrar información para diagnosticar lo que va a ocurrir (tendencia de la variable controlada) y, no solamente para señalar acontecimientos o eventos sobre los cuales ya no se puede influir.

Frecuente: tiene un ciclo, es periódico. Una parte importante de los beneficios que reporta el control estriba en el efecto psicológico que se ejerce sobre las personas fiscalizadas. Esta situación aconseja, que en los proyectos, el control no tenga solución de continuidad, lo que tampoco equivale a decir que debe ejercerse siempre sobre toda la materia que se quiere controlar. En este sentido, se pueden distinguir dos tipos de control: (a) el control total, que es el que ejerce fiscalización

a un mismo tiempo sobre todas las variables; y, (b) el control selectivo, que es aquel en que se dispone la fiscalización en sólo una muestra representativa del total.

Independiente: no debe existir dependencia ni relación directa de autoridad entre quien ejecuta la actividad y quien la controla.

Si se quiere controlar una situación, es vital definir cuáles son las variables significativas que permiten detectar las desviaciones en los parámetros de satisfacción de los involucrados. En los proyectos, las variables a medir serán el avance del proyecto en el tiempo, el consumo del presupuesto y los posibles indicadores de calidad de lo ejecutado (Palacios, 2005).

Dependiendo de la cantidad de variables incluidas en el sistema de control, éstos pueden ser clasificados como (1) unidimensionales y (2) multidimensionales (Rozenes et al., 2006).

Los sistemas de control unidimensionales consideran sólo una variable. Este tipo de sistemas de control son utilizados para el logro de un elemento específico del proyecto, tales como el alcance, tiempo o costo.

Los sistemas de control multidimensionales utilizan dos o más variables. Estos sistemas son empleados mayoritariamente, considerando el carácter multivariable que poseen los proyectos (Rozenes et al., 2006). No obstante, este tipo de sistemas de control pudieran llegar a ser muy complejos para implementar, ya que usualmente no se logra de manera sencilla la integración de dos o más variables.

El método para el control multidimensional más utilizado actualmente en la gerencia de proyectos es el valor ganado, el cual integra las dimensiones de tiempo y costo.

1.1 Grupo de Procesos de Seguimiento y Control.

El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control incluye los siguientes procesos de dirección de proyectos (PMI, 2004):

Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto. Es el proceso necesario para recoger, medir y difundir información sobre el rendimiento, y para evaluar las mediciones y tendencias para mejorar el proceso. Este proceso incluye el seguimiento de riesgos para asegurar que se identifiquen los riesgos de forma temprana, que se informe de su estado y que se ejecuten los planes de riesgos apropiados. El seguimiento incluye informes de estado, medición del avance y previsiones. Los informes de rendimiento proporcionan información sobre el rendimiento del proyecto respecto al alcance, cronograma, costos, recursos, calidad y riesgo.

Control Integrado de Cambios. Es el proceso necesario para controlar los factores que producen cambios, a fin de asegurarse que esos cambios sean beneficiosos, para determinar si se ha producido un cambio y gestionar los cambios aprobados, incluyendo cuando se producen. Este proceso se realiza a lo largo de todo el proyecto, desde su inicio hasta su cierre.

Verificación del Alcance. Es el proceso necesario para formalizar la aceptación de los productos entregables terminados del proyecto.

Control del Alcance. Es el proceso necesario para controlar los cambios en el alcance del proyecto.

Control del Cronograma. Es el proceso necesario para controlar los cambios en el cronograma del proyecto.

Control de Costos. Es el proceso de ejercer influencia sobre los factores que crean variaciones y controlar los cambios en el presupuesto del proyecto.

Control de la Calidad. Es el proceso necesario para supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con los estándares de calidad relevantes e identificar modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio.

Gestionar el Equipo del Proyecto. Es el proceso necesario para hacer un seguimiento del desempeño de los miembros del equipo, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y coordinar cambios para mejorar el rendimiento del proyecto.

Informar el Rendimiento. Es el proceso necesario para recoger y distribuir información sobre el rendimiento. Esto incluye informes de situación, medición del avance y previsiones.

Gestionar a los Interesados. Es el proceso necesario para gestionar las comunicaciones a fin de satisfacer los requisitos de los interesados en el proyecto y resolver problemas con ellos.

Seguimiento y Control de Riesgos. Es el proceso necesario para realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Administración del Contrato. Es el proceso necesario para gestionar el contrato y la relación entre el comprador y el vendedor, revisar y documentar cuál es o fue el rendimiento de un vendedor y, cuando corresponda, gestionar la relación contractual con el comprador externo del proyecto.

En esta investigación se consideraron y manejaron elementos del siguiente grupo de procesos de la dirección de proyectos:

Control del Cronograma.

Control de Costos.

Control de la Calidad.

Seguimiento y Control de los Riesgos.

1.2 Control del Cronograma.

Este proceso analiza la cantidad de tiempo que se ha empleado en ejecutar las actividades de acuerdo al plan, y realiza los correctivos necesarios para lograr que se terminen los trabajos de acuerdo a las necesidades de los interesados. El indicador fundamental del proceso es el avance físico, que mide la cantidad de trabajo que se ha efectuado con respecto a un plan (Palacios, 2005). En la figura 2 se muestran las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

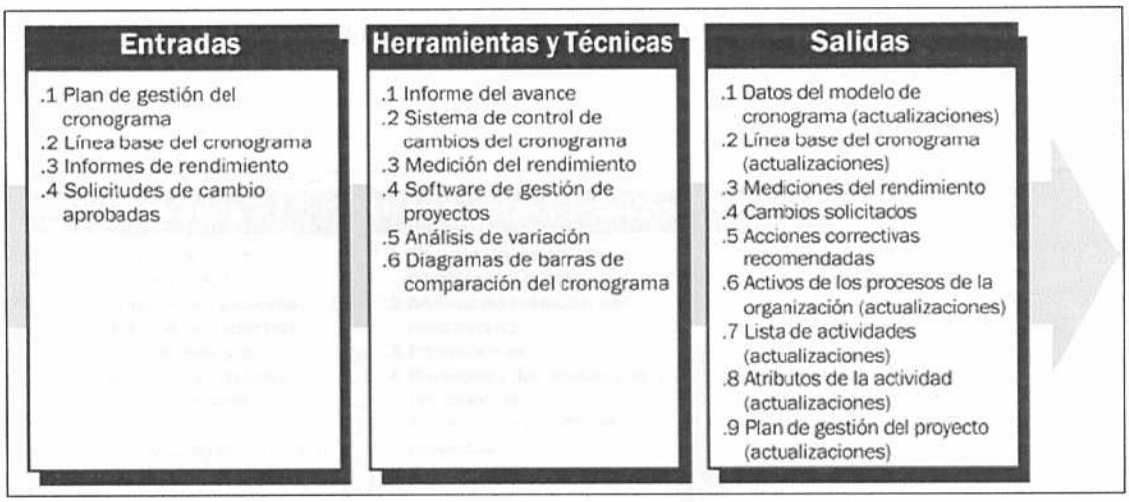

Figura 2. Proceso de Control del Cronograma.

Fuente: PMI (2004).

Este proceso requiere de la información contenida en el cronograma planificado, de los reportes de progreso emitidos, de las solicitudes para cambios y del plan diseñado para manejar los cambios del cronograma. Con el conjunto de técnicas empleadas por la organización para manejar y aprobar estas decisiones, la gerencia del proyecto conduce las acciones correctivas y los aprendizajes de la situación (Palacios, 2005).

1.3 Control de Costos.

El control efectivo de los costos implica realizar una revisión contable de los costos acumulados en el proyecto y hacer las comparaciones contra el presupuesto definitivo de trabajo. Esto permite determinar las variaciones, tomar los correctivos necesarios y aprender las lecciones pertinentes. Como salida de este proceso suele estimarse un nuevo monto total a la completación del proyecto para garantizar la disponibilidad del efectivo necesario para terminar todas las actividades (Palacios, 2005). En la figura 3 se muestran las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

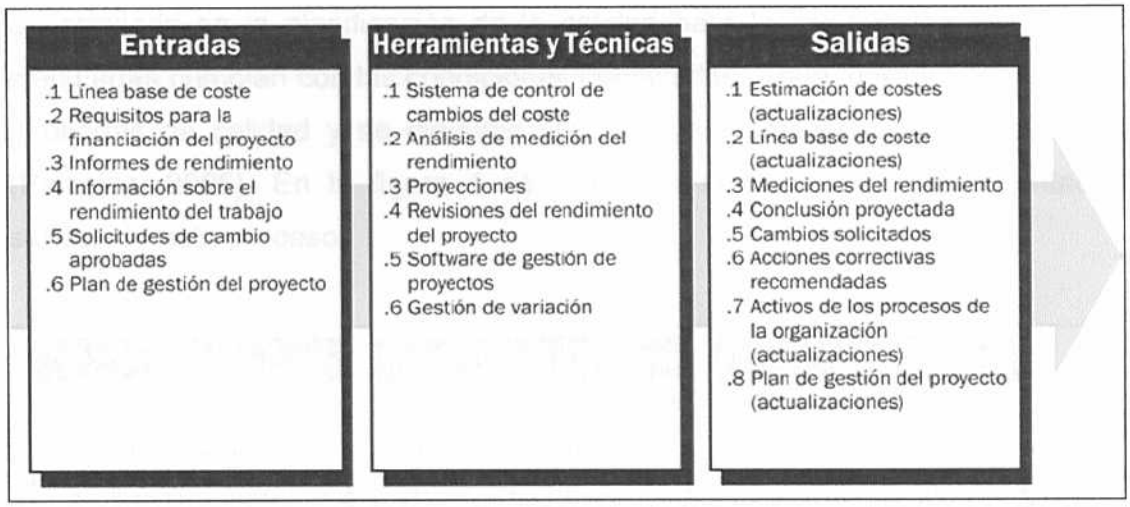

Figura 3. Proceso de Control de Costos.

Fuente: PMI (2004).

En este proceso se incluye como datos de entrada, además del plan de manejo de fondos y los reportes de avance del trabajo, las condiciones del mercado financiero y la información de las cuentas contables de la empresa. Con estos datos se emplea un sistema de manejo de costos que considera las técnicas de tesorería para determinar los movimientos de dinero entre las cuentas, los

pagos a contratistas y la información de los costos reales del proyecto (Palacios, 2005).

1.4 Control del Desempeño.

El control del desempeño del proyecto se logra a través de los procesos de aseguramiento y control de la calidad y el control de los riesgos (Palacios, 2005).

1.4.1 Aseguramiento de la Calidad.

El aseguramiento de la calidad es el proceso que utiliza la información desarrollada en la planificación de la calidad para lograr que las actividades ejecutadas cumplan con las condiciones estipuladas. Para lograrlo, se efectúan auditorias de calidad y se ejecutan los principios del mejoramiento continuo (Palacios, 2005). En la figura 4 se muestran las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

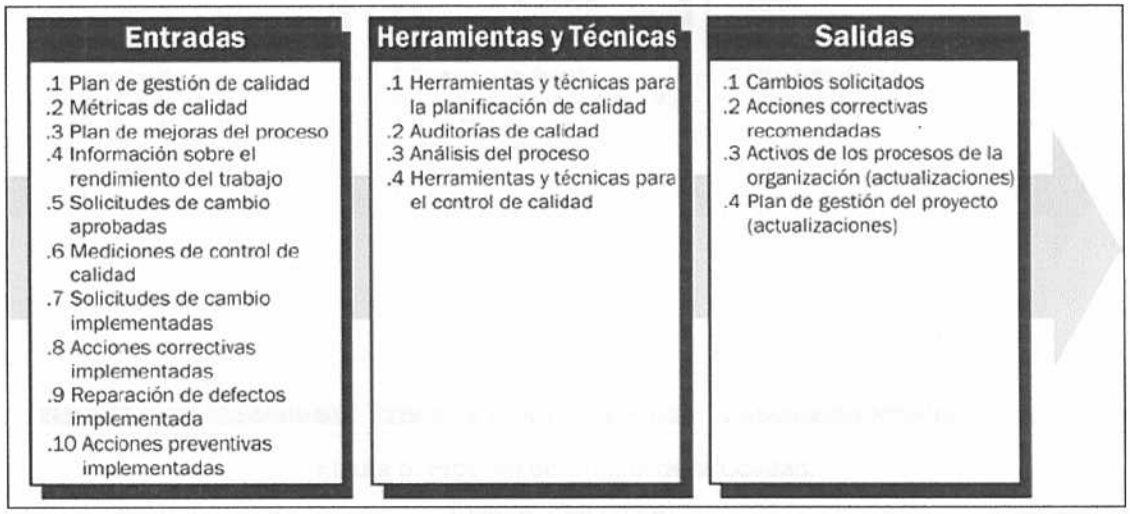

Figura 4. Proceso de Aseguramiento de la Calidad.

Fuente: PMI (2004).

1.4.2 Control de la Calidad.

Realizar control de la calidad implica supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad relevantes e identificar los modos de eliminar las causas de resultados insatisfactorios. Esto debería ser realizado durante todo el proyecto (PMI, 2004).

Las normas de calidad incluyen los objetivos de los procesos y productos del proyecto. Los resultados del proyecto incluyen los productos entregables y los resultados de la dirección de proyectos, tales como el rendimiento de los costos y del cronograma. El control de la calidad a menudo se lleva a cabo por un departamento de control de calidad o una unidad de la organización con una denominación similar. Este proceso puede incluir llevar a cabo acciones para eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio del proyecto (PMI, 2004). En la figura 5 se muestran las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

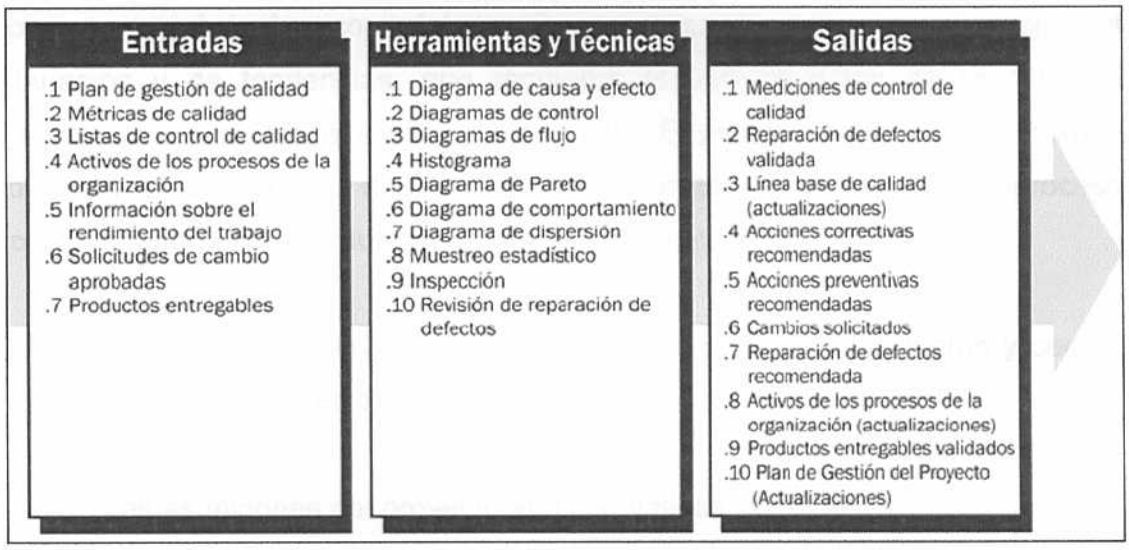

Figura 5. Proceso de Control de la Calidad.

Fuente: PMI (2004).

1.4.3 Seguimiento y Control de los Riesgos.

El último proceso para un manejo efectivo del desempeño de un proyecto es el seguimiento y control de los riesgos.

Las respuestas a los riesgos planificadas, que están incluidas en el plan de gestión del proyecto, se ejecutan durante el ciclo de vida del proyecto, pero el trabajo del proyecto debe ser supervisado continuamente para detectar riesgos nuevos o cambios en los mismos (PMI, 2004).

El seguimiento y control de los riesgos es el proceso de identificar, analizar y planificar nuevos riesgos, realizar el seguimiento de los riesgos identificados y los que se encuentran en la lista de supervisión, volver a analizar los riesgos existentes, realizar el seguimiento de las condiciones que disparan los planes para contingencias, realizar el seguimiento de los riesgos residuales y revisar la ejecución de las respuestas a los riesgos mientras se evalúa su efectividad. El proceso seguimiento y control de los riesgos aplica técnicas, como el análisis de variación y de tendencias, que requieren el uso de datos de rendimiento generados durante la ejecución del proyecto. El proceso seguimiento y control de riesgos, así como los demás procesos de gestión de riesgos, es un proceso continuo que se realiza durante la vida del proyecto (PMI, 2004).

De acuerdo al PMI (2004), otras finalidades del proceso seguimiento y control de los riesgos son determinar si:

Las asunciones del proyecto aún son válidas.

El riesgo, según fue evaluado, ha cambiado de su estado anterior, a través del análisis de tendencias.

Se están siguiendo políticas y procedimientos de gestión de riesgos correctos.

Las reservas para contingencias de costos o cronograma deben modificarse para alinearlas con los riesgos del proyecto.

El proceso seguimiento y control de riesgos puede implicar tener que elegir estrategias alternativas, ejecutar un plan para contingencias o de reserva, adoptar acciones correctivas y modificar el plan de gestión del proyecto. El propietario de la respuesta a los riesgos informa periódicamente al director del proyecto acerca de la efectividad del plan, de cualquier efecto no anticipado y cualquier corrección sobre la marcha que sea necesaria para gestionar el riesgo correctamente. El proceso seguimiento y control de riesgos también incluye la actualización de los activos de los procesos de la organización, incluidas las bases de datos de las lecciones aprendidas del proyecto y las plantillas de gestión de riesgos para beneficio de proyectos futuros (PMI, 2004).

En la figura 6 se muestran las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

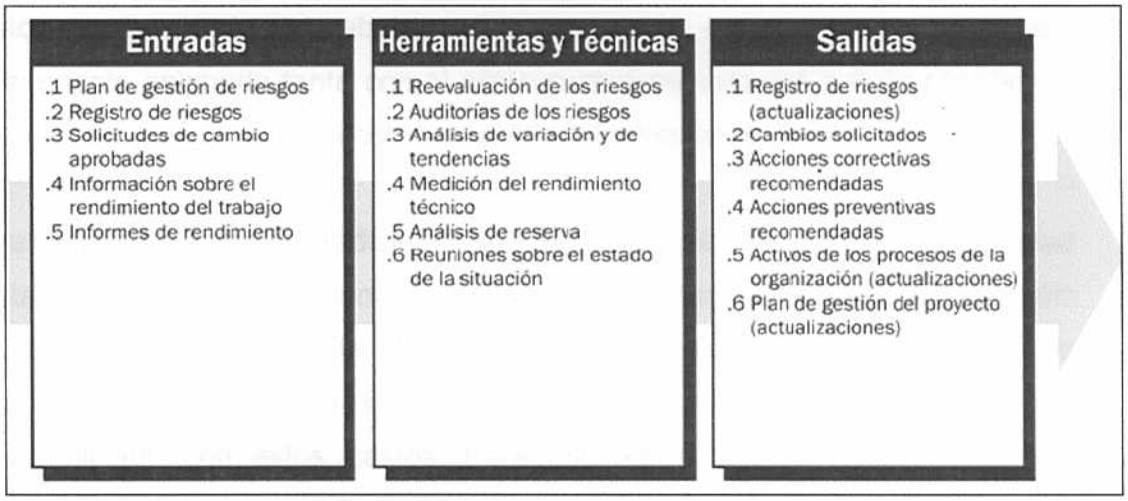

Figura 6. Proceso de Seguimiento y Control de Riesgos.

Fuente: PMI (2004).

2. EL MÉTODO DEL VALOR GANADO (EARNED VALUE).

Cuando se habla de valor ganado generalmente se hace referencia a una metodología, a pesar de que el valor ganado es sólo un elemento de la misma. La manera más simple de relacionar al valor ganado es con un valor del progreso físico de un proyecto.

En este sentido, existen tres atributos fundamentales del valor ganado: (1) es una medida uniforme del progreso total del proyecto o actividad, (2) es un método consistente para el análisis del progreso y del desempeño del proyecto, y (3) representa el elemento básico del análisis del desempeño de los costos del proyecto (Wilkens, 1999).

El PMI (2004) incluye la técnica del valor ganado dentro del conjunto de herramientas para el análisis del rendimiento en el proceso de control de los costos, y la define como una técnica que "compara el valor acumulativo del costo presupuestado del trabajo realizado (ganado) en la cantidad original del presupuesto asignada tanto con el costo presupuestado del trabajo planificado (programado) como con el costo real del trabajo realizado (real)" (p. 172).

En el análisis de costos tradicional (ver figura 7), sólo se compara la cantidad gastada hasta la fecha con la cantidad planificada. Esta información, sólo responde a la interrogante de cuanto se ha gastado con respecto a lo planificado, pero no indica si realmente se realizó el trabajo que debió haber sido realizado con estos gastos. Para ello, es necesario conocer el costo planificado del trabajo que fue realizado, lo cual es una de las interrogantes que responde el valor ganado. Esta técnica integra los elementos del cronograma y del costo del proyecto.

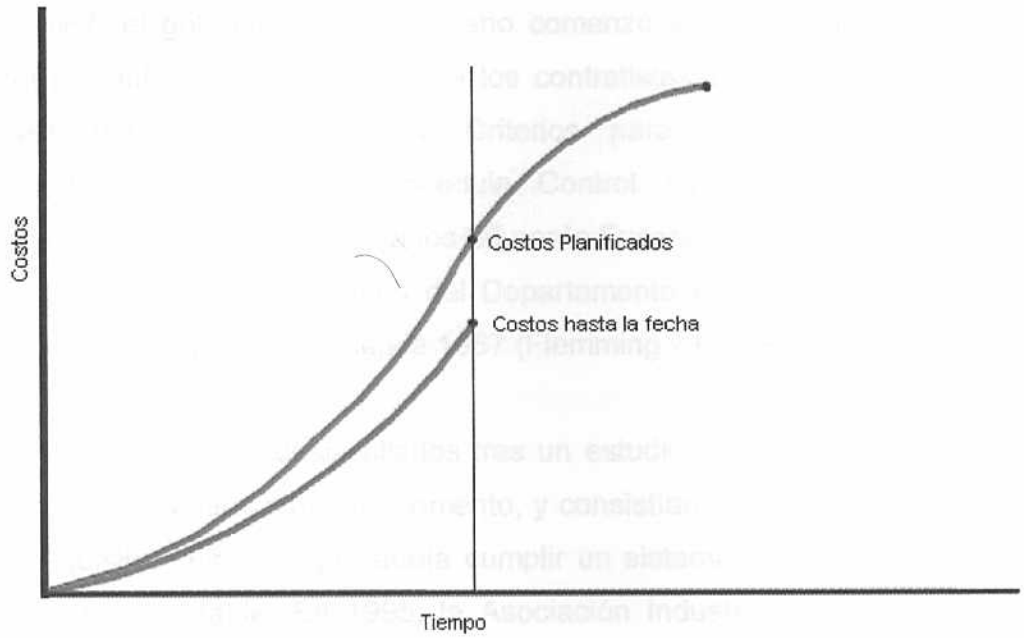

Figura 7. Curva de Costos Tradicional.

Fuente: Wilkens (1999).

2.1 Historia del Método del Valor Ganado.

De acuerdo a Flemming y Koppelman (1999), el concepto original de la técnica del valor ganado fue desarrollado por los ingenieros industriales en las fábricas americanas a principios de 1900. Estos ingenieros se dieron cuenta que relacionar los elementos planificados en sus fábricas con la cantidad de horas ejecutadas no les proveía con la medida real de los costos en los que estaban incurriendo. Debido a ello, comenzaron a utilizar elementos "ganados" en vez de planificados para la comparación con las horas ejecutadas.

Este concepto fue adoptado posteriormente para la gestión de proyectos por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos de América a principios de los años 60. En 1962 el valor ganado fue adoptado por empresas americanas a través de la adopción de la técnica PERT (Flemming y Koppelman, 1999).

En 1967, el gobierno norteamericano comenzó a exigir información de costo para el control del desempeño de los contratistas y el valor ganado surgió a través del desarrollo de los Criterios para Sistemas de Control de Costo/Programación ("Cost/Schedule Control Systems Criteria, C/SCSC"), creados originalmente en los años 60 por la Fuerza Aérea Norteamericana y de uso obligado en los contratos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América (DoD) desde 1967 (Flemming y Koppelman, 1999).

Los C/SCSC fueron desarrollados tras un estudio de las mejores prácticas de gestión norteamericanas del momento, y consistían en 35 criterios que definían los requisitos mínimos que debía cumplir un sistema de control de gestión de proyectos aceptable. En 1995, la Asociación Industrial de Defensa Nacional (NDIA) asumió un rol más proactivo en la reingeniería del valor ganado como parte de los C/SCSC. El subcomité de procura de la NDIA redefinió los criterios, para así formalmente lanzar el Sistema de Gerencia del Valor Ganado (EVMS) en diciembre de 1996. En Julio de 1998, el EVMS se convirtió en el estándar número 748 del Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI/EIA). Actualmente, el EVMS es una política oficial para las compras del Gobierno Federal de los Estados Unidos de América (Flemming y Koppelman, 1999).

El método del valor ganado fue adoptado posteriormente por otros países con vínculos culturales o estratégicos con Estados Unidos, como Canadá, Australia, Reino Unido y Japón, en su mayoría por los respectivos ministerios de defensa pero también en algunos casos (Canadá, Japón) para todos los proyectos de grandes obras públicas (SoftPresto, 2006).

2.2 Variables.

Para la comprensión del método del valor ganado es necesario conocer todas las variables que lo conforman. A continuación se presentan los conceptos y variables involucradas en la técnica del valor ganado:

Costo Presupuestado del Trabajo Planificado ("budgeted cost of work scheduled" o BCWS). También llamado Valor Planificado (PV), representa el costo que debía emplearse hasta el momento, según la planificación original, para la culminación de una actividad del proyecto. Esta variable para todo el proyecto se denomina BAC ("budget at completion").

Costo Actual del Trabajo Realizado ("actual cost of work performed" o ACWP). También llamado Costo Real (AC), es el costo total incurrido para la realización de una actividad durante un período de tiempo determinado.

Costo Presupuestado del Trabajo Realizado ("budgeted cost of work performed" o BCWP). Es el costo presupuestado del trabajo realmente realizado durante un período de tiempo. Esta variable también es conocida como el valor ganado (EV). El BCWP es calculado a partir del porcentaje de progreso de la actividad, tal y como se muestra a continuación: BCWP = (Porcentaje de Progreso)*BAC.

Duración Estimada ("baseline schedule at completion" o SAC). Es el tiempo de duración estimado del proyecto. Es la duración del proyecto indicada en la curva S.

Estas variables ayudan a responder las siguientes interrogantes (Brownsword y Smith, 2005):

¿Cuál es el costo planificado del trabajo a realizar? (BCWS).

¿Cuál es el valor del trabajo completado? (BCWP).

¿Cuál es costo del trabajo realizado? (ACWP).

¿Cuál es el costo total presupuestado del proyecto? (BAC).

En la tabla 1, se presenta una relación y su interpretación de estas variables.

Relación	Interpretación
BCWS > BCWP	El proyecto se encuentra retrasado.
BCWS < BCWP	El proyecto se encuentra adelantado.
ACWP > BCWP	El costo del proyecto excede lo presupuestado.
ACWP < BCWP	El costo del proyecto esta dentro lo presupuestado.

Tabla 1. Relación de las variables del Método del Valor Ganado.

Diseño: El Autor (2008).

Esta relación también puede ser expresada en términos de las siguientes variables:

Variación del Plan (SV) = BCWP – BCWS.

Variación del Costo (CV) = BCWP – ACWP.

En la tabla 2 se presentan las relaciones de las variables en función de las variaciones:

Relación	Interpretación
SV < 0	El proyecto se encuentra retrasado.
SV > 0	El proyecto se encuentra adelantado.
CV < 0	El costo del proyecto excede lo presupuestado.
CV > 0	El costo del proyecto esta dentro lo presupuestado.

Tabla 2. Relación de las variables del Método del Valor Ganado en Función de las Variaciones.

Diseño: El Autor (2008).

2.3 Índices de Rendimiento.

A partir de los resultados obtenidos con el método del valor ganado, se pueden obtener diversos indicadores de rendimiento que permiten realizar los análisis de la situación por la que atraviesa el proyecto (Palacios, 2005). Entre estos índices se tienen los siguientes:

Índice de Ejecución de Costos ("cost performance index" o CPI). Es la relación entre lo gastado y el valor ganado. Este se calcula de la siguiente manera: CPI = BCWP / ACWP. Si este índice es igual a 1 indica que los costos incurridos son iguales al costo planificado del trabajo realizado. Si este índice es menor a 1, es un indicativo de que se esta incurriendo en un sobre costo. Finalmente, si el índice es mayor que 1 indica que se están obteniendo ahorros en el proyecto.

Índice de Ejecución del Plan ("schedule performance index" o SPI). Es la relación entre lo planificado y el valor ganado. Este se calcula de la siguiente manera: SPI = BCWP / BCWS. Si el SPI es igual 1, indica que la ejecución se encuentra de acuerdo al plan. Si el SPI es menor que 1, el proyecto está retrasado, y si es mayor que 1 el proyecto está adelantado.

2.4 Proyecciones.

Las proyecciones consisten en realizar estimaciones o predicciones de las condiciones en el futuro del proyecto, basándose en la información y los conocimientos disponibles en el momento de la proyección. Las proyecciones se generan, se actualizan y se emiten nuevamente basándose en la información sobre el rendimiento del trabajo suministrada a medida que el proyecto se ejecuta y avanza. La información sobre el rendimiento del trabajo trata sobre el rendimiento anterior del proyecto y cualquier otra información que podría causar

un impacto sobre el proyecto en el futuro, por ejemplo, la estimación a la conclusión y la estimación hasta la conclusión (PMI, 2004).

En base a las variables e índices provistos por el método del valor ganado, se pueden realizar las siguientes proyecciones:

Estimado a término ("estimated at completion" o EAC). Es el pronóstico del costo a término del proyecto. Existen cuatro criterios para el cálculo de esta proyección:

1° Criterio: se estima hacer el trabajo remanente según lo planeado originalmente, es decir, las causas de la variación se corrigen completamente de ahora en adelante. Este es un criterio muy optimista.

$$EAC = ACWP + (BAC - BCWP).$$

De acuerdo al PMI (2004), este enfoque se utiliza más frecuentemente cuando las variaciones actuales se consideran atípicas y las expectativas del equipo de gestión del proyecto son que no se producirán variaciones similares en el futuro.

2° Criterio: se considera que se mantendrá el CPI:

$$EAC = BAC/CPI$$

3° Criterio: se considera que se mantendrá el CPI y se desea terminar según lo planificado:

$$EAC = ACWP + (BAC - BCWP)/(CPI*SPI)$$

De acuerdo al PMI (2004), el EAC se calcula como el costo real actual más el presupuesto restante (BAC – BCWP), modificado por un factor de eficiencia, frecuentemente el CPI: EAC = ACWP + ((BAC – BCWP)/CPI).

Este enfoque se utiliza más frecuentemente cuando las variaciones actuales se consideran típicas de las variaciones futuras.

4° Criterio: hacer una estimación del trabajo no ejecutado. Este criterio debe ser el más preciso, pero la disponibilidad de tiempo y personal capaz de realizar el estimado limitan su aplicación (EAC = ACWP + Estimado de costos del trabajo remanente).

Estimado para Terminar ("estimated to complete" o ETC): Es el costo previsto necesario para concluir una actividad, un grupo de actividades o el proyecto. La mayoría de las técnicas para predecir el ETC incluyen algún ajuste del estimado original, basándose en el rendimiento del proyecto a la fecha. ETC = EAC – ACWP.

Variación a Término ("variance at completion" o VAC). Es la diferencia entre el presupuesto a término y la estimación al término: VAC = BAC – EAC.

Tiempo Estimado a Término ("time estimated at completion" o TEAC). Es un estimado de cuál será la nueva duración total del proyecto, en base al rendimiento actual: TEAC = SAC/SPI

Tiempo estimado para terminar ("time estimated to complete" o TETC). Se refiere al tiempo restante previsto necesario para completar una actividad, un grupo de actividades o el proyecto. TETC = TEAC – Duración a la fecha de los datos (fecha de corte o duración hasta el momento en que se realiza la medición del desempeño).

Variación de Tiempo a Término ("time variance at completion" o TVAC). Es la diferencia entre el tiempo estimado del proyecto (duración total estimada del proyecto) y el tiempo estimado a término: TVAC = SAC – TEAC.

En la figura 8, se puede observar gráficamente la relación entre las variables del valor ganado con la proyección de los costos.

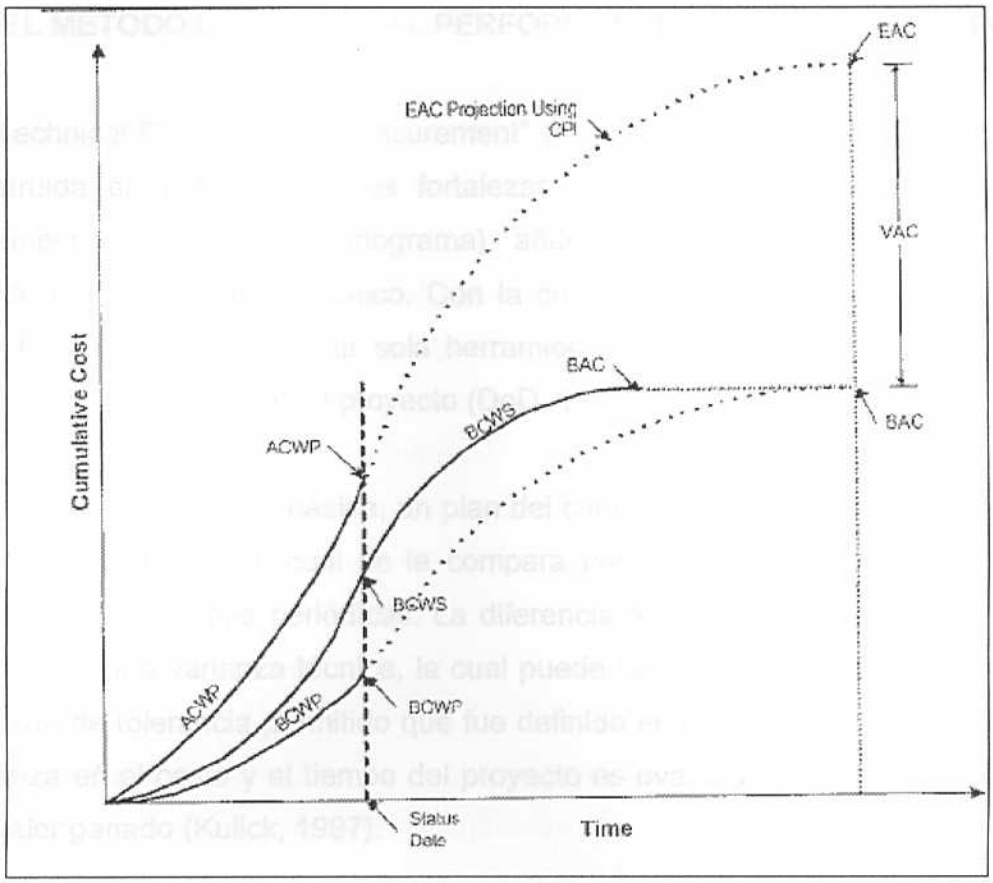

Figura 8. Relación de las Variables del Valor Ganado con la Proyección de Costos.
Fuente: Vargas (2004).

En algunas organizaciones se considera que los gerentes de proyecto no son responsables por los costos de labor, es decir, sueldos y salarios, y sólo se les responsabiliza por las horas-hombre consumidas. Para adaptarse a la situación descrita se hacen las siguientes variantes a las fórmulas ya mencionadas (Briceño et al., 2006):

BCWS = Total de horas-hombre planificadas.

BCWP = % de avance * Presupuesto de horas-hombre.

ACWP = Horas-hombre realmente consumidas.

3. EL MÉTODO DEL TECNICAL PERFORMANCE MEASUREMENT (TPM).

El "Technical Performance Measurement" (TPM) es una herramienta gerencial construida en base a las dos fortalezas del valor ganado (indicación del desempeño del costo y cronograma), añadiendo una tercera dimensión: el estado del cumplimiento técnico. Con la combinación del costo, tiempo y del cumplimiento técnico en una sola herramienta, los gerentes son capaces de evaluar el progreso total del proyecto (DoD, 1999).

El TPM es, en su forma básica, un plan del cumplimiento de los requerimientos técnicos esperados, al cual se le compara con el progreso actual utilizando mediciones o pruebas periódicas. La diferencia entre el plan y las mediciones representa una varianza técnica, la cual puede ser buena o mala dependiendo del nivel de tolerancia permitido que fue definido en el plan. El impacto de esta varianza en el costo y el tiempo del proyecto es evaluada a través del método del valor ganado (Kulick, 1997).

3.1 Historia del TPM.

La Oficina Ejecutiva de los Programas de Antisubmarinos, Asalto y Misiones Especiales (PEO(A)), del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América, inició el programa TPM en 1991. Desde su creación en 1990, la PEO(A) reconoció la necesidad de un proceso más efectivo para el monitoreo del costo, el cronograma y el desempeño técnico de los programas bajo su cargo. A principios del 1991, se organizó un equipo conformado por representantes de todos los programas para identificar y validar los requerimientos, que posteriormente conformarían el TPM (Coleman, Kulick y Pisano, 1996).

Estos requerimientos fueron evaluados y validados, implementándolos en una serie de programas del Departamento de Defensa entre los años 1992 y 1993.

A partir de estas implementaciones se definió una metodología para la identificación de los requerimientos técnicos a considerar, sin embargo no se había logrado una integración consistente entre el TPM y los elementos de costo y tiempo (Coleman et al., 1996).

El equipo del TPM se unió con el equipo del Centro de Sistemas de Misiles y Fuerza Aérea (AFSMC), para compartir tecnología en el área de soporte para adquisiciones. El AFSMC había desarrollado un conjunto de herramientas para el análisis del costo y el cronograma. Este esfuerzo conjunto resultó en la integración del TPM con un sistema de control de costo/cronograma basado en el valor ganado (Coleman et al., 1996).

3.2 Metodología del TPM.

Para una mejor comprensión de la metodología del TPM es necesario describir el conjunto de actividades que la conforman. Básicamente, la metodología del TPM esta compuesta por los siguientes pasos:

a. Identificar el (los) parámetro(s) técnico(s) (TP) que serán monitoreados durante la ejecución del proyecto. Un TP puede ser una función, característica física, un objetivo del diseño, o cualquier otro aspecto del proyecto que debe ser cumplido.
b. Asignar un peso a cada TP, en función de su importancia en cumplimiento del objetivo del proyecto. Los TP y su peso asignado son organizados en un esquema semejante a una estructura desagregada de trabajo. En la figura 9, se muestra un ejemplo de esta estructura para el caso de que el objetivo sea garantizar la vida de un sistema. Este objetivo puede ser afectado por dos componentes: la vida eléctrica y la vida mecánica del sistema. La vida eléctrica posee casi el doble de la importancia que la vida mecánica. A su vez, la vida eléctrica depende en igual proporción a la capacidad de las baterías y el consumo de energía.

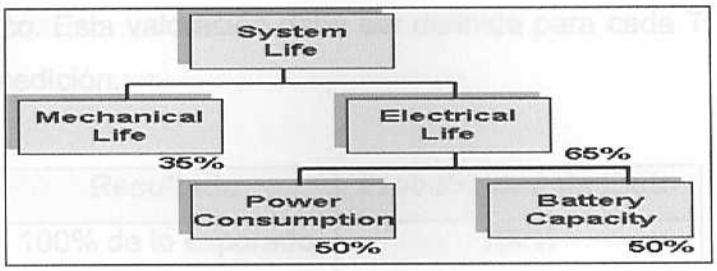

Figura 9. Esquema de Organización de los TP.

Fuente: Coleman et al. (1996).

c. Asociar cada TP con una actividad del proyecto, de manera que el no cumplimiento de este parámetro pueda afectar el valor ganado por la actividad. Esta es la razón por la que la metodología del TPM está enfocada al cumplimiento de los requerimientos técnicos del producto del proyecto.

d. Cuantificar qué porcentaje de la ejecución de cada actividad es influenciada por el (los) TP. Por ejemplo, para una actividad "X" los TP asociados influencian su ejecución en un 85%.

e. Calcular el presupuesto del desempeño técnico (TPB). El TPB es la porción del costo presupuestado planificado para la actividad debido a los TP. Este se calcula como: BCWS*(porcentaje de influencia de los TP). Por ejemplo, para un BCWS de 100.000 Bs. y un porcentaje de influencia del 85%, el TPB sería: 100.000*85% = 85.000 Bs.

f. Planificar el comportamiento esperado de los TP durante la ejecución del proyecto. Esto se logra definiendo hitos para la medición de los TP y los valores esperados en cada uno de estos hitos.

g. Cuantificar el impacto del riesgo de no cumplir con los valores esperados definidos en la planificación. En la tabla 3, se presenta un ejemplo de esta cuantificación. En este ejemplo, si el TP al ser medido cumple en un 100% con el valor esperado se cuantificó una probabilidad de éxito del 100%. Por otro lado, si el TP sólo cumplió con el 75% del valor esperado, esta condición posee 75% de probabilidad de éxito. Las valoraciones del impacto del riesgo pueden ser realizas utilizando cualquier método

estadístico. Esta valoración debe ser definida para cada TP y para cada hito de medición.

Resultado	Probabilidad de Éxito
100% de lo esperado	100%
90% de lo esperado	95%
75% de lo esperado	80%
70% de lo esperado	70%
50% de lo esperado	10%

Tabla 3. Cuantificación del Impacto del Riesgo de No Cumplir con los Valores de TP Esperados. Fuente: Coleman et al. (1996).

h. Si una determinada actividad tiene asociado varios TP, se deberá calcular un promedio ponderado de la probabilidad de éxito cuantificada de cada uno ellos. Por ejemplo, retomando los TP mostrados en la figura 9, se tiene que la probabilidad de éxito determinada para los TP es la siguiente: vida mecánica 95%, capacidad de las baterías 80% y el consumo de energía 100%. El valor ponderado para la vida eléctrica sería: (100*0,5 + 80*0,5) / (0,5 + 0,5) = 90%. El valor ponderado de la vida del sistema sería: (95*0,35 + 90*0,65) / (0,35 + 0,65) = 91,75%.

i. El valor cuantificado del impacto del riesgo es multiplicado por el TPB. Por ejemplo, para un TPB de 85.000 Bs. y el valor cuantificado del paso anterior se tendría 85.000 Bs. * 91,75% = 77.987,5 Bs.

j. Calcular el BCWP de la cada actividad de acuerdo al método del valor ganado, sin considerar la influencia de los TP.

k. Calcular la porción del BCWP, calculado en el paso anterior, que no es afectada por los TP. Por ejemplo, para una actividad con 85% de influencia de los TP y un BCWP de 95.000 Bs. se tendría: 95.000 * (100% - 85%) = 14.250 Bs.

l. Para calcular el BCWP total, de acuerdo al TPM, se suman los valores obtenidos en los pasos i y k. Siguiendo con el ejemplo, BCWP = 77.987,5 Bs. + 14.250 Bs. = 92.237,5 Bs.

m. Con el valor del BCWP del TPM se pueden calcular los índices de desempeño de la metodología del valor ganado y realizar los análisis correspondientes para la ejecución del proyecto.

4. EL MÉTODO DE LA CALIDAD GANADA (EARNED QUALITY).

Desarrollar un método para controlar la calidad en un proyecto no es una tarea sencilla. El método debe identificar, medir, y agregar el conjunto de atributos que el producto o servicio debería poseer para ser entregado al cliente. El tiempo y el costo, por el contrario, son más fácilmente medidos y controlados utilizando el concepto del valor ganado (Paquin et al., 1996).

El método de la Calidad Ganada (EQM por sus siglas en inglés), posibilita a los gerentes de proyectos a valorar y controlar la calidad del producto final de un proyecto a través de todas las actividades que componen al mismo. El EQM descompone la calidad del producto final del proyecto en sus componentes principales y los relaciona a las actividades del proyecto (Paquin, Couillard y Ferrand, 2000).

Este método fue propuesto por Paquin, J., Couillard, J., Paquin R., y Godcharles D., en 1996 en su trabajo "Earned Quality: Improving Project Control".

4.1 Metodología del EQM.

Para una mejor comprensión de la metodología del EQM es necesario describir el conjunto de actividades que la conforman. Básicamente, la metodología del EQM esta compuesta por los siguientes pasos:

a. Identificar las necesidades del cliente. Para el producto final del proyecto deben determinarse el conjunto de propiedades que desea el cliente que este posea y su valoración sobre la calidad total. Para ello, se pueden utilizar otras técnicas como el Despliegue de la Función Calidad o el Análisis de Valor. Por ejemplo, para el diseño de un sistema de información se identificó que la velocidad (20%), confiabilidad (40%),

capacidad (15%) y facilidad de uso (25%) son las propiedades que determinarán la calidad del producto final.

b. Determinar los atributos de la calidad del producto. Para cada propiedad identificada en el paso anterior, se deben determinar los atributos que lo componen y valorar la contribución de cada atributo a la propiedad correspondiente. Para el ejemplo del sistema de información, en la tabla 4 se tienen los atributos para cada propiedad identificada.

PROPIEDAD	ATRIBUTO	VALORACIÓN
Velocidad	I1	30%
	I2	20%
	I3	50%
Confiabilidad	I1	20%
	I2	60%
	I3	20%
Capacidad	I1	25%
	I2	25%
	I3	25%
	I4	25%
Facilidad de Uso	I1	15%
	I2	60%
	I3	25%

Tabla 4. Atributos de la Calidad del Producto en la Metodología EQM.

Fuente: Paquin et al. (1996).

c. Determinar la contribución de las actividades del proyecto en los atributos. Para cada actividad del proyecto, se debe valorar la contribución de la actividad en la consecución de los atributos identificados. Por ejemplo, para el caso del sistema de información se tienen las actividades A, B, C, D, E, F, G, H e I con una contribución del 100% para los atributos observados en la figura 10.

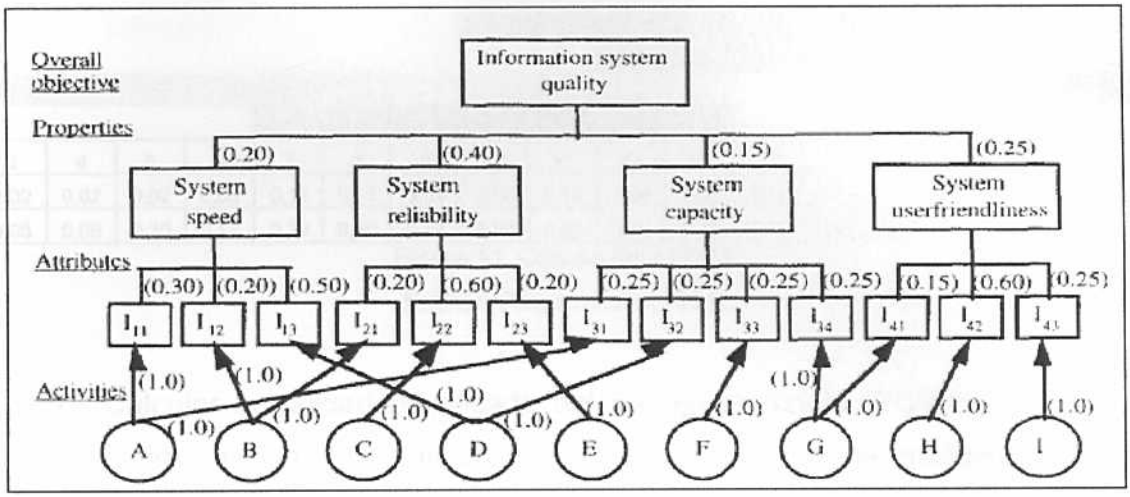

Figura 10. Estructura Jerárquica de los atributos y actividades en la Metodología EQM.

Fuente: Paquin et al. (1996).

d. Determinar la contribución potencial de cada actividad a la calidad del producto. En el ejemplo, para la actividad A, la contribución potencial de la calidad sería: (1)*(30%)*(20%) + (1)*(25%)*(15%) = 0,0975. En tabla 5, se observa la contribución potencial de cada actividad a la calidad, además de su contribución por semana (contribución potencial entre la duración de la actividad en semanas).

ACTIVIDAD	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Duración	5	6	3	4	4	5	3	2	4
Contribución Potencial	0,0975	0,1200	0,2400	0,1375	0,0800	0,0375	0,0750	0,1500	0,0625
Contribución Semanal	0,0200	0,0200	0,0800	0,0300	0,0200	0,0100	0,0300	0,0800	0,0200

Tabla 5. Contribución Potencial de las Actividades en la Metodología EQM.

Fuente: Paquin et al. (1996).

e. Calcular la calidad planificada del trabajo planificado (PQWS). Este refiere al valor acumulado de la contribución de cada actividad a la calidad de acuerdo a su ejecución en el tiempo. Por ejemplo, en la figura 11 se observa un diagrama de Gantt de las actividades del proyecto del sistema de información y el cálculo del PQWS.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Sema
0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,11	0,11	0,04	0,06	0,10	0,08	0,10	0,12	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	Contribu
0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,18	0,29	0,40	0,44	0,50	0,60	0,64	0,70	0,84	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	PQW

Figura 11. Cálculo del PQWS.

Fuente: Paquin et al. (1996).

f. Calcular la calidad planificada del trabajo realizado (PQWP). También conocida como la calidad ganada. Esta se calcula multiplicando la contribución potencial de cada actividad por su porcentaje de ejecución y acumulándolo hasta la fecha actual. Por ejemplo, en la tabla 6 se observa el cálculo del PQWP del proyecto del sistema de información hasta la semana 13.

Actividad		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**
Contribución		0,0975	0,1200	0,2400	0,1375	0,0800	0,0375	0,0750	0,1500	0,0625
Semana	**PQWP**									
1	0,0098	10%								
2	0,0195	20%								
3	0,0293	30%								
4	0,0585	60%								
5	0,0878	90%								
6	0,0975	100%								
7	0,1730	100%		20%	20%					
8	0,2485	100%		40%	40%					
9	0,3686	100%		70%	75%					
10	0,4630	100%	20%	85%	100%					
11	0,5610	100%	40%	100%	100%	10%	30%	25%		
12	0,6073	100%	50%	100%	100%	20%	50%	50%		
13	0,6578	100%	60%	100%	100%	40%	60%	75%		

Tabla 6. Cálculo del PQWP.

Fuente: Paquin et al. (1996).

g. Calcular la calidad actual del trabajo realizado (AQWP). El AQWP se calcula multiplicando la contribución potencial de cada actividad por el porcentaje alcanzado de la calidad planificada y acumulándolo hasta la fecha actual. Por ejemplo, en la tabla 7 se observa el cálculo del AQWP del proyecto del sistema de información hasta la semana 13.

Actividad		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**
Contribución		0,0975	0,1200	0,2400	0,1375	0,0800	0,0375	0,0750	0,1500	0,0625
Semana	**AQWP**									
1	0,0098	10%								
2	0,0195	20%								
3	0,0293	30%								
4	0,0585	60%								
5	0,0878	90%								
6	0,0780	80%								
7	0,1535	80%		20%	20%					
8	0,2290	80%		40%	40%					
9	0,3491	80%		70%	75%					
10	0,4435	80%	20%	85%	100%					
11	0,6135	80%	40%	130%	100%	10%	30%	25%		
12	0,6598	80%	50%	130%	100%	20%	50%	50%		
13	0,7103	80%	60%	130%	100%	40%	60%	75%		

Tabla 7. Cálculo del AQWP.

Fuente: Paquin et al. (1996).

h. Calcular las variaciones. Al igual que en el método del valor ganado, en el EQM se pueden calcular variaciones que brindan información sobre el desempeño del proyecto en términos de la calidad. La primera variación se obtiene: AQWP – PQWP. Esta variación provee información de la capacidad del proyecto de alcanzar lo esperado en términos de la calidad. La segunda variación se obtiene: PQWP –PQWS. Esta variación provee información sobre el estado del cumplimiento de la calidad del producto. En la tabla 8, se muestra estas variaciones para el proyecto de ejemplo hasta la semana 13.

Semana	PQWS	PQWP	AQWP	AQWP - PQWP	PQWP - PQWS
1	0,02	0,0098	0,0098	0	-0,0102
2	0,04	0,0195	0,0195	0	-0,0205
3	0,06	0,0293	0,0293	0	-0,0307
4	0,08	0,0585	0,0585	0	-0,0215
5	0,10	0,0878	0,0878	0	-0,0122
6	0,18	0,0975	0,0780	-0,0195	-0,0825
7	0,29	0,1730	0,1535	-0,0195	-0,1170
8	0,40	0,2485	0,2290	-0,0195	-0,1515
9	0,44	0,3686	0,3491	-0,0195	-0,0714
10	0,50	0,4630	0,4435	-0,0195	-0,0370
11	0,56	0,5610	0,6135	0,0525	0,0010
12	0,64	0,6073	0,6598	0,0525	-0,0327
13	0,71	0,6578	0,7103	0,0525	-0,0522

Tabla 8. Variaciones del Método del EQM.

Fuente: Paquin et al. (1996).

Capítulo III. Marco Metodológico.

El marco metodológico incluye el tipo de investigación, las técnicas y procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo la investigación. Es el "cómo" se realizó el estudio para responder al problema planteado (UNE, 1997).

En el marco metodológico se detallan las variables, operaciones y procedimientos necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados. Además, se enmarcan estos procedimientos en un tipo y diseño de investigación que definen el contexto científico de este trabajo.

1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación incluye las actividades que se realizan para generar nuevos conocimientos o resolver problemas. Cuando la investigación se emplea para generar nuevos conocimientos se le denomina investigación científica, mientras que cuando se emplea para resolver problemas se suele denominar investigación aplicada (Tamayo, 2001; cp. Yáber y Valarino, 2003). De acuerdo a los objetivos planteados en este trabajo, el tipo de investigación desarrollada es la investigación aplicada.

Dentro de la investigación aplicada, este trabajo se sitúa en la investigación del tipo proyectiva. También conocida como proyecto factible, la cual consiste en la elaboración de una propuesta o modelo para solucionar un problema. En este tipo se ubican las investigaciones para inventos, programas o diseños (Fernández, 2002).

En la tipología propuesta por Yáber y Valarino (2003) para la investigación en Gerencia, este trabajo se enmarca dentro del tipo de investigación y desarrollo. Este tipo de investigación tiene como propósito indagar sobre necesidades del ambiente interno o entorno de una organización, para luego desarrollar un producto o servicio que pueda aplicarse en la organización o dirección de una empresa o en un mercado. El problema se formula como un enunciado interrogativo que relaciona el producto o servicio a desarrollar y la necesidad por atender. Se fundamenta en el enfoque del diseño (Yáber y Valarino, 2003). No obstante, el entorno particular de esta investigación no es una organización, sino que se fundamenta en la elaboración de una propuesta de una metodología para el control del desempeño de un proyecto en general.

2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño de la investigación refiere al conjunto de decisiones, pasos, esquema y actividades a realizar en el curso de la investigación (Cerda, 1991; cp. Fernández, 2002).

El diseño de la investigación está conformado por una dimensión teorética, compuesta por la pregunta de investigación, el marco teórico y el tipo de investigación, los cuales fueron desarrollados en los capítulos I, II y el inicio del III. Además, el diseño lo conforma una dimensión táctica o el conjunto de pasos a seguir (Fernández, 2002).

La dimensión táctica está caracterizada por una investigación documental, ya que todo el fundamento de la elaboración de la propuesta metodológica esta basado en una revisión de la documentación referente a las técnicas de control del desempeño de los proyectos, en términos de tiempo, costo, calidad y riesgo.

En la figura 12, se describe el conjunto de pasos que conforman la investigación:

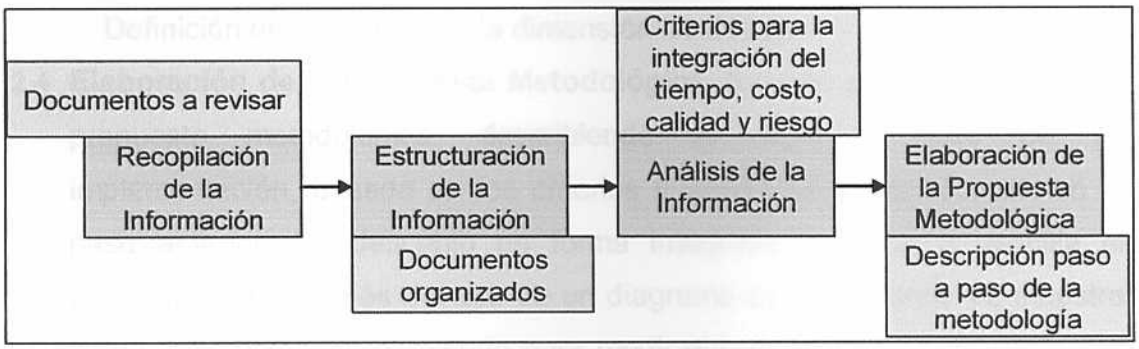

Figura 12. Diseño de la Investigación.
Diseño: El Autor (2008).

2.1 Recopilación de la Información. Esta basado en la búsqueda de información relacionada con el control del desempeño de los proyectos, utilizando metodologías de control multivariables. Esta información respalda los conceptos básicos sobre los que se soporta la propuesta metodológica. Como resultado de este paso se tienen un conjunto de documentos para un análisis posterior.

2.2 Estructuración de la Información. Una vez recopilada la documentación necesaria, ésta se agrupó en las siguientes áreas de interés:

Desempeño de los proyectos.

Método del Valor Ganado.

Método del "Technical Performance Measurement" (TPM).

Método de la Calidad Ganada (EQM).

2.3 Análisis de la Información. Basado en el contexto de la investigación se procedió a analizar la información recolectada y estructurada, con la finalidad de definir lo siguiente:

Criterio de integración de la dimensión de calidad al método del valor ganado.

Definición del indicador de la dimensión de calidad.

Criterio de integración de la dimensión del riesgo al método del valor ganado.

Definición del indicador de la dimensión de riesgo.

2.4 **Elaboración de la Propuesta Metodológica.** En este paso se presentó la propuesta metodológica, describiendo el paso a paso de su implementación, basado en los criterios y definiciones identificadas en el paso anterior. Se describió en forma integrada, práctica y sencilla el procedimiento a través del uso de un diagrama de flujo, donde se muestra cómo debe aplicarse el método para medir el rendimiento del proyecto. El diagrama de flujo plantea la interacción entre las partes o actores que conforman el proceso propuesto y el detalle de las actividades o procedimientos involucrados, y todas las relaciones existentes entre el proceso y su entorno.

3. UNIDAD DE ANÁLISIS.

La unidad de análisis esta referida al contexto, ser o entidad poseedoras de las características, evento, cualidad o variable, que se desea estudiar (Fernández, 2002). En el caso del presente trabajo, el objetivo general es el de diseñar una metodología para el control del desempeño de los proyectos. Por ello, la unidad de análisis de esta investigación es la del desempeño de los proyectos en términos de tiempo, costo, calidad y riesgo.

4. VARIABLES.

Las variables son "cualquier característica, fenómeno, proceso, hecho, ser o situación susceptible de ser objeto de estudio y de indagación en una investigación" (Hurtado, 2000; cp. Fernández, 2002). La variable objeto de este estudio es el desempeño de los proyectos.

Desde el punto de vista conceptual, en este estudio se hace referencia al desempeño de los proyectos como los resultados directos de las actividades del mismo en comparación con lo planificado (PMW, 2002).

Para la operacionalización de esta variable se tienen las siguientes dimensiones:

La dimensión de tiempo: se refiere a la duración de las actividades del proyecto.

La dimensión de costo: este hace referencia a la cantidad de recursos (monetarios u horas-hombre) empleado para la culminación de las actividades del proyecto.

La dimensión de calidad: se refiere al grado de cumplimiento de los requisitos definidos para la ejecución de cada una de las actividades del proyecto.

La dimensión de riesgo: esta dimensión hace referencia al impacto sobre el desempeño del proyecto que tendría la ocurrencia de un evento incierto.

En la tabla 9, se presenta un cuadro con la operacionalización de la variable objeto del estudio y su relación con el objetivo general planteado en el capítulo 1.

Objetivo General Proponer una metodología para el control del desempeño de los proyectos que integre las dimensiones de calidad y riesgo con la técnica del valor ganado.				
Variable	**Dimensión**	**Definición**	**Indicador(es)**	**Instrumento(s)**
Desempeño de los Proyectos	Tiempo	Duración de las actividades del proyecto.	Índice de Desempeño del Cronograma	- Listas de Chequeo. - Reportes de Avance.
	Costo	Cantidad de recursos (monetarios u horas-hombre) empleado para la culminación de las actividades del proyecto.	Índice del Desempeño de los Costos	- Listas de Chequeo. - Reportes de Avance.
	Calidad	Grado de cumplimiento de los requisitos definidos para la ejecución de cada una de las actividades del proyecto.	Índice de Desempeño de la Calidad	- Listas de Chequeo
	Riesgo	Impacto sobre el desempeño del proyecto que tendría la ocurrencia de un evento incierto.	Índice de Desempeño del Riesgo	- Diagramas de Causa – Efecto. - Matrices de Probabilidad e Impacto. - Análisis Cuantitativo.

Tabla 9. Operacionalización de la Variable.

Diseño: El Autor (2008).

5. ESTRATEGIA PARA LA RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Para la elaboración de la propuesta metodológica objeto de este estudio, se recurrió a la revisión documental como método de recolección de información. Esta revisión documental se realizó accediendo a fuentes de información relacionadas a técnicas de control multivariables del desempeño de los proyectos. Básicamente, el estudio se fundamentó en documentos que hacen referencia a las metodologías del valor ganado, "technical performance measurement" (TPM) y la calidad ganada (EQM).

Los información obtenida de las revisiones documentales realizadas, se organizaron de acuerdo a la metodología tratada y se analizaron en función de definir los criterios de integración de las dimensiones de la variable con la metodología del valor ganado. Con ello, a su vez, se identificó la definición matemática y los pasos a seguir para el cálculo de los indicadores de estas dimensiones.

6. RESULTADOS ESPERADOS.

Con la realización de este trabajo de investigación, se esperaba obtener una propuesta metodológica para el control del desempeño de los proyectos adicionando las dimensiones de calidad y riesgo a la técnica del valor ganado, conformando una técnica de control del desempeño que considera cuatro de sus más importantes factores de éxito.

Se esperaba que esta metodología fuera práctica y sencilla en su aplicación, y que permita la toma de decisiones oportuna ante las desviaciones del proyecto, contribuyendo a su corrección en cuanto a tiempo, costo, calidad y riesgo. Además, se perseguía que la metodología permitiera monitorear lo que se ha gastado en los proyectos combinado con lo que se ha hecho, cuanto falta por

hacer debido a la calidad de las actividades, determinar cuán sensible es el proyecto ante la ocurrencia de un riesgo, y realizar estimaciones o pronósticos a término y obtener información específica para la toma de decisiones.

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El desarrollo de la presente investigación, se basó en el cumplimiento del Código de Ética para la Gerencia de Proyectos del PMI.

De acuerdo al Código de Ética de los miembros del PMI (2005), los profesionales dedicados a la Gerencia del Proyectos, deben comprometerse a:

Mantener altos estándares de una conducta íntegra y profesional.
Aceptar las responsabilidades de sus acciones.
Buscar continuamente mejorar sus capacidades profesionales.
Practicar la justicia y honestidad.
Alentar a otros profesionales a actuar de una manera ética y profesional.

Adicionalmente, deben conducir sus actividades de forma consistente con los siguientes Estándares de Conducta:

Comportamiento Profesional.

Revelar completa y oportunamente cualquier conflicto profesional.

Abstenerse de ofrecer o aceptar pagos, compensaciones o beneficios tangibles, los cuales no están en conformidad con las leyes aplicables y puedan proveer una ventaja injusta para sus negocios o los que ellos representan.

Respetar y proteger apropiadamente los derechos intelectuales de otros; revelar y reconocer apropiadamente las contribuciones profesionales, intelectuales y de investigación de otros.

Procurar mejorar sus capacidades, habilidades y conocimientos profesionales, y dar a conocer sus calificaciones profesionales de forma sincera y certera.

Relaciones con Clientes y Empleados.

Suministrar a los clientes y empleados información honesta, imparcial y completa concerniente a sus calificaciones, servicios profesionales y de preparación de estimados de costos y resultados esperados.

Honrar y mantener la confidencialidad y privacidad de la identidad de los clientes, de la información de trabajo, tareas asignadas y otro tipo de información adquirida durante el curso de la relación profesional, a menos que el cliente le conceda permiso o que el mantenimiento de la confidencialidad sea un acto no ético, ilegal e ilícito.

No tomar ventajas personales, comerciales o financieras de la información confidencial y privada adquirida durante el curso de sus relaciones profesionales.

Relaciones con la Ciudadanía y la Comunidad.

Honrar y respetar toda obligación legal y ética, incluyendo leyes, reglas y costumbres de la comunidad y nación en la cual ellos funcionan, trabajan o conducen sus actividades profesionales.

Desempeñar su trabajo de forma consistente con los estándares profesionales que protegen a la ciudadanía del peligro.

Capítulo IV. Desarrollo y Resultados de la Investigación.

En este capítulo se desarrollaron cada uno de los pasos propuestos en el Diseño de la Investigación presentado en el capítulo III, con la finalidad de dar cumplimiento con los objetivos específicos de la investigación.

Para ello, se expusieron cada uno de los objetivos específicos propuestos para este trabajo especial de grado y el desarrollo correspondiente para su cumplimiento.

1. **Identificar la documentación necesaria para el análisis de los procesos de control multivariable del rendimiento de los proyectos que consideren el tiempo y el costo.**

Este objetivo fue cubierto para el desarrollo de los capítulos I y II, en donde se establece al método de valor ganado como la técnica de control multivariable para el desempeño de los proyectos más utilizada en la actualidad. En este sentido, Dimitrova (2005) afirma que el valor ganado se ha convertido en la técnica más común para la medición del desempeño de los proyectos.

Tal y como se presentó en el capítulo II, el método del valor ganado permite el control del desempeño de los proyectos integrando las dimensiones de tiempo y costo.

2. **Identificar la documentación necesaria para el análisis de los procesos de control multivariable del rendimiento de los proyectos que consideren la calidad y el riesgo.**

Este objetivo fue cubierto para el desarrollo de los capítulos I y II, en donde se presentan los métodos del TPM y de calidad ganada (EQM).

El TPM es una herramienta basada en el método del valor ganado, la cual combina las dimensiones del tiempo, el costo, y el riesgo de no cumplir con los requerimientos del producto a ser desarrollado en el proyecto. Para este trabajo se consideró la forma de integración del riesgo en el método del valor ganado propuesta por el TPM, no obstante, el riesgo estará en función de la incertidumbre asociada a la culminación de las actividades del proyecto cumpliendo con los requisitos establecidos para ello.

Por otra parte, el EQM es una herramienta que integra las dimensiones de calidad y tiempo. Su metodología esta basada igualmente en el valor ganado, pero se sustituye el control de los costos del proyecto por el control de la calidad del producto del proyecto. Es importante recalcar que el EQM no es una metodología que integre la calidad con el método del valor ganado, sino que es una variación de este último.

Para la realización de este trabajo no se identificó una metodología que integre en una sola herramienta la calidad y el riesgo con el valor ganado. Esto es, precisamente, uno de los objetivos cumplidos en esta investigación.

3. Identificar los criterios de integración de las dimensiones de calidad y riesgo al método del valor ganado.

Para el cumplimiento de este objetivo se evaluaron y se definieron las concepciones de las dimensiones de calidad y riesgo, por separado, que fueron utilizadas para la realización de la propuesta metodológica. Finalmente, se incluyó un apartado donde se describieron los elementos de la integración de ambas dimensiones al método del valor ganado.

3.1 Calidad.

Usualmente, la calidad del proyecto únicamente se relaciona con la calidad del producto final del mismo. Si bien es cierto que la calidad del producto es importante, igualmente lo es el hecho de que el concepto de calidad se mantenga en cada una de las actividades que conforman el proyecto.

La definición de calidad dada por FONDONORMA-ISO (2006) no contradice esta aseveración. Dicha definición establece que la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. Estas características pueden estar asociadas al producto final, a los productos parciales, o simplemente a las actividades del proyecto.

Tal y como lo menciona Paquin et al. (2000), se considera la calidad como el resultado de la contribución acumulativa y progresiva de todas las actividades ejecutadas en el ciclo de vida del proyecto. Con este enfoque, las desviaciones en la calidad son detectadas con antelación a la culminación del producto final.

En este hecho esta fundamentado el método de la calidad ganada (EQM). El EQM pretende cumplir con los objetivos de ser una herramienta que permita la valoración de las necesidades del cliente, su descomposición en objetivos específicos, y el control de la calidad como medida de las necesidades identificadas. El EQM no sólo considera la calidad del producto final, sino que incluye la influencia de todas las actividades del proyecto en el logro de dicha calidad. Es por ello que la dimensión de calidad a ser considerada para esta propuesta metodológica se deriva de la aplicación del EQM.

En este sentido, se deberán construir las estructuras asociadas al conjunto de actividades del proyecto (WBS), además de identificar el conjunto de objetivos de la calidad que se desean cumplir en el proyecto para conformar la estructura desagregada de la calidad (QWS). Para la identificación de estos objetivos se

pudieran utilizar otros métodos asociados a la calidad como lo son: la calidad total y el despliegue de la función de la calidad (QFD).

A este conjunto de objetivos de la calidad se le deberán asociar un conjunto de atributos y los correspondientes criterios que deberán ser alcanzados para el cumplimiento de dichos atributos. Estos atributos conformarán el conjunto de características inherentes de la calidad del proyecto. Para la aplicación del EQM, se debe establecer una relación de influencia entre las actividades de la WBS y los objetivos de la calidad del QWS (ver figura 13).

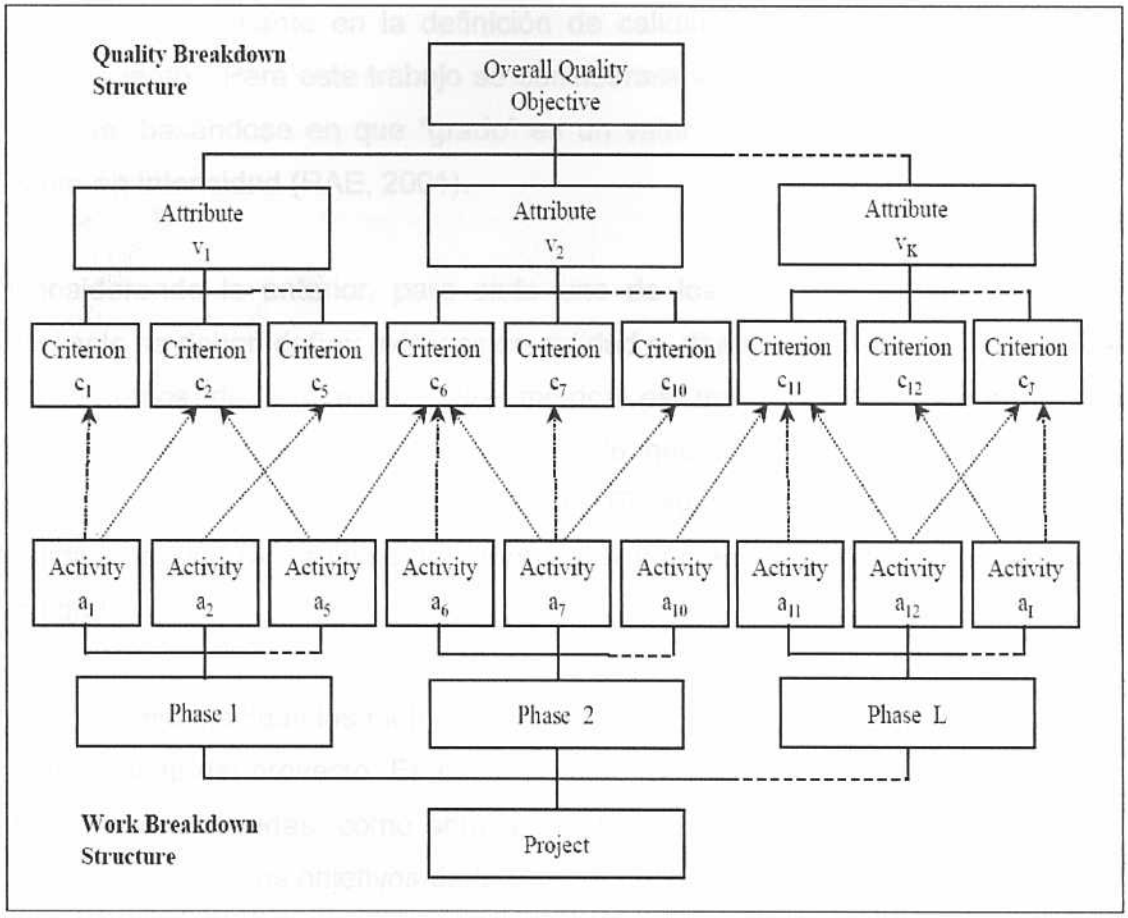

Figura 13. Relación del WBS y el QWS.

Fuente: Paquin et al. (2000).

Esta identificación de influencias entre el WBS y el QWS se enmarca dentro del proceso de la planificación de la calidad descrito por el PMI (2004). Específicamente, este conjunto de características conformarán la línea base de la calidad, producto del proceso de planificación de la calidad antes mencionado.

La línea base de la calidad registra los objetivos de calidad del proyecto. La línea base de la calidad es la base para medir e informar el rendimiento de la calidad como parte de la línea base para la medición del rendimiento (PMI, 2004).

Otro punto resaltante en la definición de calidad esta en la frase "grado de cumplimiento". Para este trabajo se considerará a la calidad como un concepto medible, basándose en que "grado" es un valor o medida de algo que puede variar en intensidad (RAE, 2001).

Considerando lo anterior, para cada uno de los atributos de la calidad del proyecto se deben definir métricas de calidad o, dentro del EQM, los criterios de los atributos de la calidad. Una métrica es una definición operativa que describe, en términos muy específicos, lo que algo es y cómo lo mide el proceso de control de calidad (PMI, 2004). El establecimiento de las métricas de calidad se realiza, igualmente, dentro del proceso de la planificación de la calidad.

Una vez establecidas las métricas, se debe planificar su evolución a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Es decir, se deberá planificar, para cada una de las métricas establecidas, como será el comportamiento de dicho criterio para el cumplimiento de los objetivos de la calidad del proyecto. Durante el proceso del control de la calidad, se deberá medir el cumplimiento real de los criterios y compararlos con los valores planificados. Esta medición igualmente proporcionará la información relacionada a la calidad real alcanzada en una

fase determinada del proyecto. El proceso de aseguramiento de la calidad tiene como objetivo la aplicación del conjunto de actividades para el cumplimiento de la planificación de la evolución de las métricas o criterios.

Esta planificación forma parte del EQM y no está dentro del alcance de este trabajo profundizar en cómo se realiza. Lo importante a destacar es, que como resultado de la aplicación del EQM se tendrá una valoración del cumplimiento de la calidad del proyecto. Esta valoración representará la dimensión de calidad que será integrada al valor ganado.

Es importante resaltar la relación existente entre los procesos asociados a la Gestión de la Calidad descritos por el PMI (2004) y el EQM. Tal y como se mencionó, todos estos procesos están inmersos en la aplicación del EQM y son necesarios para el cumplimiento de sus objetivos (ver figura 14).

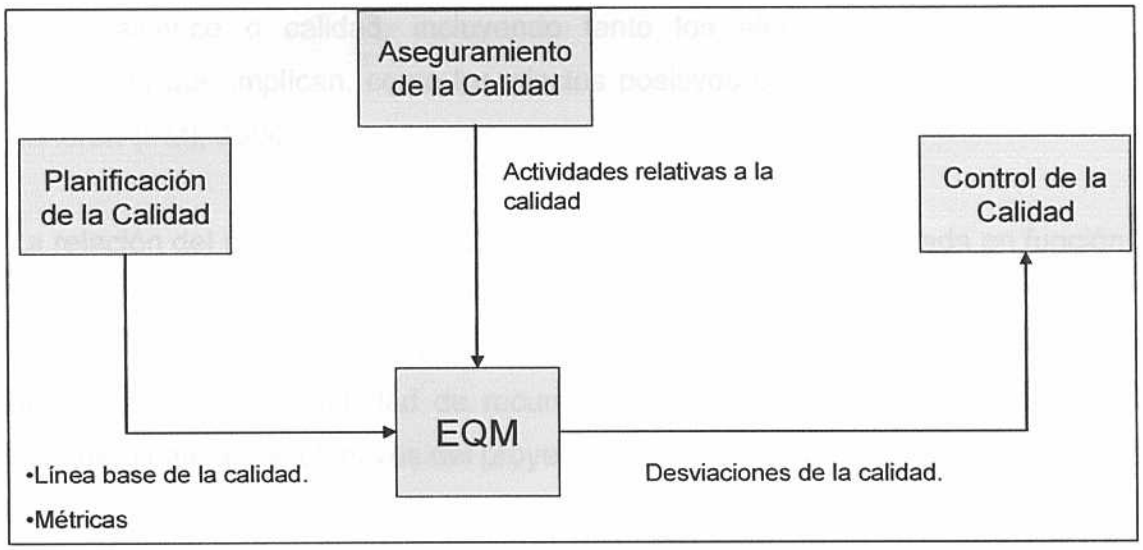

Figura 14. Relación de los Procesos para la Gestión de la Calidad y el EQM.
Diseño. El Autor (2008).

3.2 Riesgo.

Una de las claves del éxito en la gerencia de proyectos es la capacidad de adelantarse a la aparición de los problemas (Palacios, 2005). Una forma de lograrlo es la aplicación de la Gestión de los Riesgos en el proyecto, y más aún integrando el riesgo al sistema de control del desempeño.

El riesgo por definición es incertidumbre, e incertidumbre esta relacionado con probabilidad. La relación de esta dimensión con la cantidad de trabajo logrado no es directa, y ésta se pudiera dar luego de una evaluación de la probabilidad de los riesgos.

La evaluación de probabilidad de los riesgos investiga la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo en específico. La evaluación del impacto de los riesgos investiga el posible efecto sobre un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad, incluyendo tanto los efectos negativos por las amenazas que implican, como los efectos positivos por las oportunidades que generan (PMI, 2004).

La relación del riesgo con la cantidad de trabajo realizado viene dada en función del impacto que tiene su aparición en las otras dimensiones (tiempo, costo y calidad). El contexto del proyecto, dada las condiciones de calidad lograda, tiempo empleado y cantidad de recursos utilizados, define cuan confiable se está de alcanzar los objetivos del proyecto.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que el impacto negativo del riesgo no se presente, o que el impacto positivo ocurra (Meyer, 1986).

Es posible establecer la mencionada relación en función de esta confiabilidad. Es decir, cuán más confiable se esté de alcanzar los objetivos del proyecto mayor será la cantidad de trabajo logrado. Por el contrario, si el contexto

definido por las otras dimensiones es poco confiable se tendrá que lograr un mayor trabajo (valor ganado) para cumplir con los objetivos.

En el TPM se establece esta relación, pero sólo considerando el riesgo de no cumplir con los parámetros técnicos del producto final del proyecto (TP). De hecho, en el TPM se utiliza un perfil de riesgo (evaluación de probabilidad e impacto) para cada TP para caracterizar la confiabilidad relativa en la planificación de su progreso. Con esto se pretende dar respuesta al tipo de pregunta "¿a que medición del TP se alcanzará un 90% de confiabilidad de alcanzar la próxima meta en la planificación?". Igualmente se utiliza para otros niveles de confiabilidad (50%, 40%, 10%, etc.). Dependiendo del nivel de confiabilidad alcanzado, se tendrá una mayor o menor cantidad de trabajo logrado (Kulick, 1997).

Para esta propuesta metodológica se utilizó la aproximación del TPM, para establecer la relación del riesgo con la cantidad de trabajo lograda. Sin embargo, en este caso se analiza el riesgo en función de la calidad ganada, ya que, como se mencionó anteriormente, la calidad es un concepto más amplio y es intrínseca a todas las actividades del proyecto.

Es importante destacar que no esta dentro del alcance de este trabajo el desarrollo de las técnicas para la cuantificación del riesgo (o la confiabilidad). En la propuesta metodológica se utilizará un índice de riesgo o confiabilidad ya calculado a través de cualquiera de las técnicas que usualmente se emplean para ello. Por ejemplo, la simulación de Monte Carlo y el análisis mediante árboles de decisiones.

Estos índices de riesgo son utilizados de acuerdo al contexto definido por la cantidad de calidad ganada (obtenida del EQM) y el avance del proyecto. Sin importar cuál sea la técnica utilizada para su cálculo, estos índices deben ser el resultado de todo un análisis de riesgo del proyecto. En la figura 15, se observa

la relación de los procesos de la Gestión del Riesgo descritos por el PMI (2004) y la propuesta metodológica objeto de este trabajo.

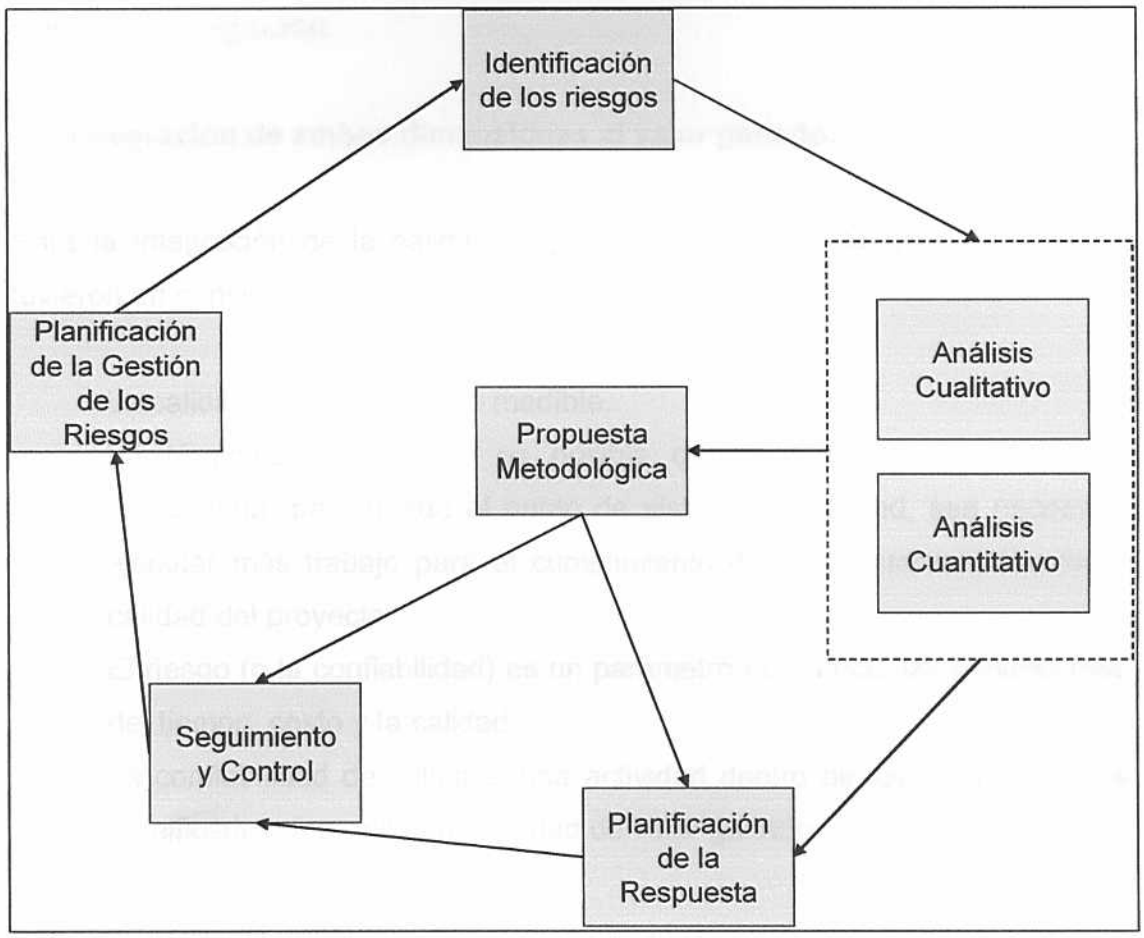

Figura 15. Relación de los Procesos para la Gestión del Riesgo y la Propuesta Metodológica. Diseño: El Autor (2008).

Los índices de riesgos son calculados durante los procesos de análisis cualitativo y cuantitativo. Su utilización es determinada por el contexto definido por la calidad ganada y el avance. Como resultado de su utilización se obtiene una medida de la condición del desempeño del proyecto, que puede ser utilizada para los procesos de la elaboración de la respuesta ante los riesgos y el control y seguimiento.

En la próxima sección se describe con más detalle la vía para la integración de la calidad y el riesgo con el tiempo y costo del proyecto. Posteriormente, se describe el paso a paso de la propuesta metodológica en función de estos criterios de integración.

3.3 Integración de ambas dimensiones al valor ganado.

Para la integración de la calidad y el riesgo al método del valor ganado se tuvieron en consideración las siguientes premisas:

La calidad es un parámetro medible.

En términos del tiempo, es posible que una actividad este 100% completada, pero desde el punto de vista de la calidad, sea necesario ejecutar más trabajo para el cumplimiento de los requerimientos de la calidad del proyecto.

El riesgo (o la confiabilidad) es un parámetro que afecta las dimensiones del tiempo, costo y la calidad.

La confiabilidad de culminar una actividad dentro de los requerimientos planificados determina la cantidad de valor ganado.

Las dos primeras premisas están consideradas en el método de la calidad ganada. La tercera y la cuarta premisa son los puntos de integración de las dimensiones de calidad y riesgo con el método del valor ganado. En la figura 16, se ilustra esquemáticamente esta integración.

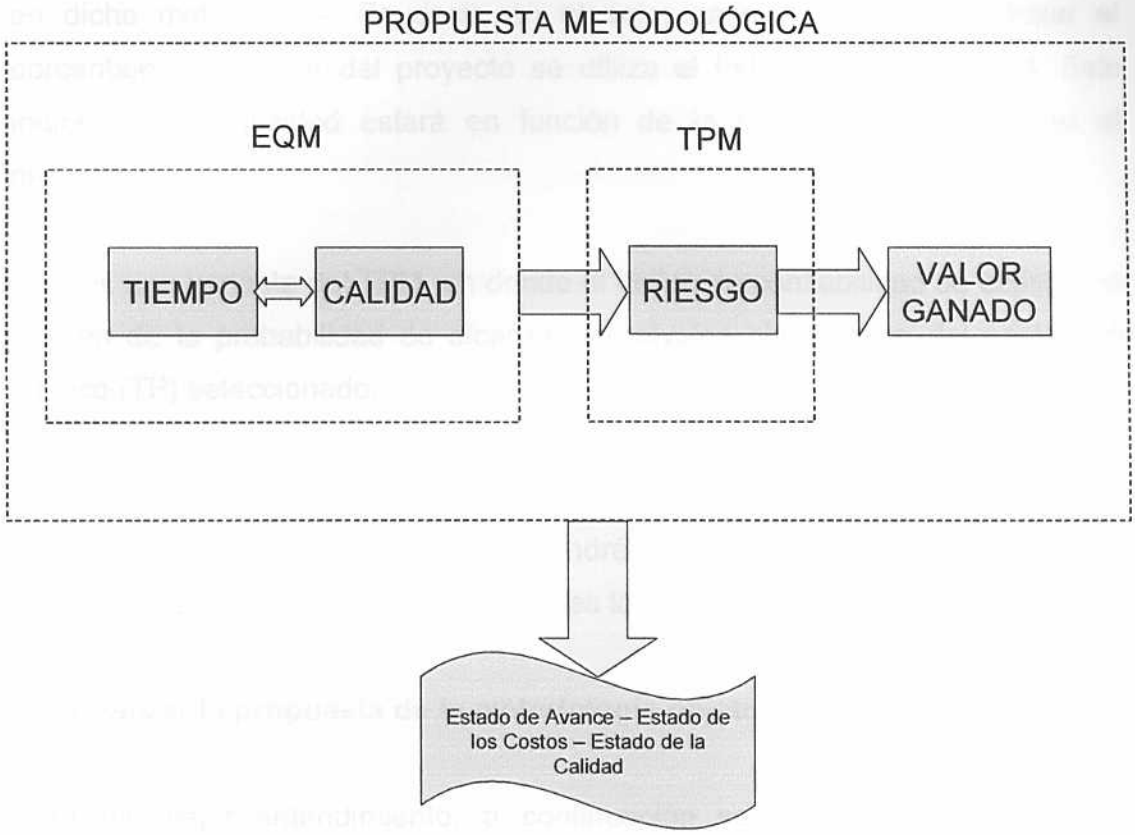

Figura 16. Integración de la Calidad y el Riesgo con el Valor Ganado.
Diseño: El Autor (2008).

La cantidad de calidad ganada, obtenida a partir del método EQM, y el avance del proyecto, define un contexto en el proyecto que, de acuerdo al análisis de riesgo realizado, determina un índice de confiabilidad de culminar la actividad dentro de lo planificado. En este análisis de riesgo se incluyen todos los elementos que afectarían la culminación de la actividad de acuerdo a la cantidad de calidad ganada para el momento en que se realiza la medición.

Con este índice de confiabilidad, basándose en el criterio utilizado en la metodología del TPM, se sustituye el porcentaje de avance del proyecto en la metodología del valor ganado y se calculan los índices tal y como se establece

en dicha metodología. Es decir, en el valor ganado en vez de utilizar el porcentaje de avance del proyecto se utiliza el índice de confiabilidad. Este índice de confiabilidad estará en función de la calidad y el tiempo en el proyecto.

Esta es una variante del TPM, en donde el índice de confiabilidad se obtiene en función de la probabilidad de alcanzar los niveles planificados del parámetro técnico (TP) seleccionado.

Con ello, se obtienen los índices de desempeño considerados en el método del valor ganado, aunque estos no sólo tendrán los componentes del tiempo y el costo, sino que además estarán presentes la calidad y el riesgo.

4. Realizar la propuesta de la metodología objeto de este estudio.

Para un mejor entendimiento, a continuación se detalla paso a paso la propuesta metodológica objeto de este trabajo.

a. Con las entradas desde los procesos de la Gerencia de la Calidad, aplicar la metodología EQM para obtener las variables PQWS, PQWP y AQWP (ver capítulo 2, El Método de la Calidad Ganada) para cada una de las actividades del proyecto.
b. Calcular el índice de Ejecución del Cronograma (SPI) de cada actividad. Este índice es una medida del avance del proyecto en términos de tiempo. En la tabla 10 se presenta el significado el SPI de acuerdo al valor obtenido (se podría obtener un SPI total del proyecto acumulando los valores de PQWS y PQWP de todas las actividades). El SPI de la actividad x:

$$SPIx = PQWPx/PQWSx.$$

SPI	Significado
> 1	Proyecto adelantado
= 1	Proyecto de acuerdo al Plan
< 1	Proyecto atrasado

Tabla 10. Significado del SPI.

Diseño: El Autor (2008).

c. Calcular el índice de desempeño de la calidad QPI de cada una de las actividades del proyecto. En la tabla 11 se presenta el significado del QPI en el proyecto. Para la actividad x se tiene (se podría obtener el índice QPI total del proyecto acumulando los valores de AQWP y PQWP de cada una de las actividades):

$$QPIx = AQWPx/PQWPx.$$

QPI	Significado
> 1	Proyecto sobrepasa los criterios de la calidad
= 1	Proyecto cumple con los criterios de la calidad
< 1	Proyecto no cumple con los criterios de la calidad

Tabla 11. Significado del QPI.

Diseño. El Autor (2008).

d. Se debe realizar un análisis de riesgo (a partir de los procesos de la gerencia del riesgo) para cuantificar el impacto de no cumplir con las especificaciones de la calidad a partir de los valores del QPI y SPI. Este análisis de riesgo (o confiabilidad) debe proveer la probabilidad de alcanzar los objetivos de la calidad para cada actividad de acuerdo a su valor de QPI (calidad), SPI (tiempo) y de los factores de riesgo potenciales identificados. Este análisis debe plasmarse en una tabla de equivalencia como la que se muestra en la tabla 12 a manera de ejemplo. Los valores utilizados

dependerá de la naturaleza de cada actividad y del resultado del análisis realizado.

QPIxSPI	Probabilidad de Éxito
>= 0,95	100%
>=0,75 ; < 0,95	90%
>= 0,50 ; < 0,75	70%
>= 0,40 ; < 0,50	50%
>= 0,30 ; < 0,40	30%
< 0,30	0%

Tabla 12. Relación del QPIxSPI y la Probabilidad de Alcanzar los Objetivos de la Calidad. Diseño: El Autor (2008).

e. Utilizar el índice de Probabilidad de Éxito de cada actividad en vez del porcentaje de avance del proyecto en el método del valor ganado para así obtener las variables BCWS, ACWP y el BCWP totales del proyecto. Se debe tener en consideración que para calcular el BCWP no se debe utilizar el BAC de la actividad, sino el BCWS ya que no se utiliza el porcentaje de avance de la actividad. Este índice utilizado representa la probabilidad de cumplir con lo planificado.

f. Calcular el índice de desempeño de costos (CPI). Este índice tendrá el mismo significado que tiene en el método del valor ganado.

$$CPI = BCWP/ACWP.$$

g. Dado que en esta metodología el BCWP se obtiene a partir de un índice de riesgo o confiabilidad, la relación entre el BCWP y el BCWS reflejaría la condición de riesgo del proyecto. En base a ello, se denominará el Índice del Desempeño del Riesgo (RPI) a esta relación. En donde, un RPI mayor o igual a 1 significará que el proyecto posee un alto porcentaje de probabilidad de culminar cumpliendo con los objetivos. Por el contrario, un RPI menor que 1 representaría una menor probabilidad de cumplir con los objetivos, disminuyendo esta probabilidad a medida que el índice se acerca a cero (0).

RPI = BCWP/BCWS.

Como ejemplo ilustrativo se utilizarán los valores del proyecto usados en el capítulo 2 (Metodología de la Calidad Ganada).

En la semana 13, se tenían los siguientes valores PQWS, PQWP y AQWP por actividad (ver tabla 13):

Actividad	PQWS	PQWP	AQWP
A	0,0975	0,0975	0,0780
B	0,0800	0,0720	0,0720
C	0,2400	0,2400	0,3120
D	0,1375	0,1375	0,1375
E	0,0400	0,0320	0,0320
F	0,0375	0,0225	0,0225
G	0,0750	0,0563	0,0563
TOTAL	0,6875	0,6578	0,7103

Tabla 13. Valores de Ejemplo de PQWS, PQWP y AQWP.
Diseño: El Autor (2008).

Con estos valores se calculan los índices QPI y SPI por actividad:

Actividad	QPI	SPI
A	0,80	1,00
B	1,00	0,90
C	1,30	1,00
D	1,00	1,00
E	1,00	0,80
F	1,00	0,60
G	1,00	0,75

Tabla 14. Valores de Ejemplo de QPI y SPI.
Diseño. El Autor (2008).

Para simplificar el ejemplo se utilizarán los valores de probabilidad mostrados en la tabla 12 para todas las actividades (en un ejemplo real cada actividad podría tener una tabla de equivalencia diferente). Por lo que se obtienen los índices de probabilidad mostrados en la tabla 15.

Actividad	QPIxSPI	Probabilidad de Éxito
A	0,80	90%
B	0,90	90%
C	1,30	100%
D	1,00	100%
E	0,80	90%
F	0,60	70%
G	0,75	90%

Tabla 15. Valores de Ejemplo del Índice de Probabilidad de Éxito.

Diseño. El Autor (2008).

En la tabla 16, se muestran los valores de BCWS (para la semana 13), BAC para cada actividad, y el BCWP de cada actividad de acuerdo a su índice de probabilidad de éxito.

Actividad	BCWS	BAC	ACWP	BCWP
A	100	100	120	90
B	200	300	230	180
C	150	150	150	150
D	350	350	350	350
E	400	800	380	360
F	200	200	220	140
G	50	50	60	45
H	0	200	-	-
I	0	400	-	-
TOTAL	1450	2550	1510	1315

Tabla 16. Valores de Ejemplo de BCWS, BAC y BCWP.

Diseño. El Autor (2008).

Dados estos valores se tienen los siguientes índices para el proyecto de ejemplo:

SPI = PQWP/PQWS = 0,6578/0,6875 = 0,96.
QPI = AQWP/PQWP = 0,7103/0,6578 = 1,08.
CPI = BCWP/ACWP = 1315/1510 = 0,87.
RPI = BCWP/BCWS = 1315/1450 = 0,90.

En base a estos índices se podría concluir que el proyecto se encuentra en un ligero retraso de acuerdo al cronograma (media semana). En cuanto a la calidad se tiene que el proyecto sobrepasa los criterios de calidad identificados previamente. En relación a los costos, en el proyecto se ha gastado más de lo planificado, de hecho, realizando la proyección a término de los costos (BAC/CPI), éstos sobrepasarían en un 12% el presupuesto total. En cuanto al riesgo, el proyecto se encuentra en un valor de confiabilidad aceptable que probablemente no requeriría un esfuerzo adicional, aunque se debe continuar con el seguimiento para que este valor no disminuya.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.

1. CONCLUSIONES.

1. Para aumentar la probabilidad de éxito de los proyectos debe realizarse un control del desempeño que incorpore varios de los factores de éxito. El controlar sólo uno de estos factores generalmente no es suficiente para que se logre el cumplimiento de sus objetivos.

2. Los sistemas de control multivariable son los más indicados para el control del desempeño de los proyectos, ya que incorporan varios de los factores claves de éxito de los proyectos. No obstante, su aplicación es compleja y requiere de un gran esfuerzo del equipo de proyecto para obtener todas las entradas necesarias para su funcionamiento.

3. El método del valor ganado provee de un control multivariable, considerando las dimensiones de tiempo y costo. El tiempo y el costo son dos de los factores claves del éxito en los proyectos, sin embargo, no incluir la calidad y el riesgo en los procesos de control puede conllevar al no cumplimiento de los objetivos en términos del tiempo y el costo.

4. El no incluir las dimensiones de calidad y riesgo en los proyectos representa una deficiencia para el valor ganado. Su aplicación exitosa dependerá de las acciones complementarias que se ejecuten para el control de los otros factores.

5. Las metodologías EQM y TPM pueden cubrir parte de las deficiencias del valor ganado. No obstante, son también independientes de los otros factores de éxito de los proyectos y no propician una integración sencilla con dichos

factores. Razón por la cual son metodologías complementarias en los procesos de control del desempeño.

6. La propuesta metodológica presentada en este trabajo disminuye estas deficiencias en el valor ganado, ya que las consideraciones de la calidad y el riesgo están incluidas en una misma metodología. Sin embargo, esta adición conlleva una mayor complejidad en su aplicación, lo cual puede ocasionar su no utilización en proyectos de pequeñas dimensiones.

7. Dado que la propuesta metodológica se relaciona con salidas de los procesos de la Gerencia de la Calidad y el Riesgo recomendadas por el PMI, su aplicación propiciaría la utilización de estas mejores prácticas en la Gerencia de Proyectos.

8. El éxito de la aplicación de la metodología objeto de este trabajo dependerá de la calidad de la información recolectada. Desviaciones en los índices de cumplimiento de los requisitos del productos en el EQM y en el índice de confiabilidad del cumplimiento de dichos requisitos, resultará en salidas poco reales que pueden conllevar a la toma decisiones en base a un contexto falso.

9. Las metodologías para el control multivariable del desempeño de los proyectos están enfocados en el cumplimiento de los requisitos de los productos finales. Conceptos como la calidad, deben estar presentes en cada una de las tareas que conforman un proyecto y esto automáticamente redundará en la calidad del producto final.

2. RECOMENDACIONES.

1. Para la implementación exitosa de esta propuesta debe haber mucho énfasis en la ejecución de los procesos para la Gerencia de las cuatros dimensiones involucradas (tiempo, costo, calidad y riesgo).

2. La calidad de los planes para el manejo del riesgo, los análisis cualitativo y cuantitativo del riesgo, el plan de la calidad del proyecto, la definición de los requisitos del producto, se traducirá, a través de la aplicación de esta metodología, en información que permitirá la toma de decisiones oportuna por parte de la Gerencia del Proyecto.

3. Los rangos definidos para la tabla equivalencia entre los índices de probabilidad de éxito y los valores de QPIxSPI no deben ser muy amplios. Esto representaría un mayor porcentaje de error en las variables de valor ganado y en el índice de desempeño del riesgo.

4. Para la implementación de esta propuesta se deben ejecutar acciones que permitan, en todas las fases del proyecto, la validación de la información recolectada que sirve de entrada a la metodología.

5. Los hitos de medición, para la aplicación de la metodología, deben formar parte de la planificación ya que los mismos dependerán de la naturaleza del proyecto.

6. Debe considerarse que los hitos en donde se realicen las mediciones para el control tienen que permitir la ejecución de acciones de corrección. De nada valdría la detección de desviaciones en un punto del proyecto en donde dichas desviaciones no puedan corregirse.

7. Los niveles de desviación que se consideren aceptables o los que deben iniciar una corrección, deben estar definidos desde la planificación para evitar la ejecución de esfuerzos no necesarios o dejar de tomar acciones cuando las desviaciones las requieran.

3. PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN.

En la metodología propuesta se consideró la utilización de índices de confiabilidad ya calculados. No estuvo dentro del alcance del trabajo el determinar cómo se realiza este cálculo. Sería de gran utilidad realizar una investigación que determine el método más acorde para este propósito.

Adicionalmente, la metodología propuesta no fue evaluada en un contexto práctico. Esto podría representar otro trabajo de investigación, en donde se compare la efectividad de su aplicación, en el control del desempeño de proyectos reales, con otras metodologías ya conocidas.

Referencias Bibliográficas

Atkinson, Roger. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management, 17(6)*, 337-342.

Azzopardi, Sandro. (2002). *The Evolution of Project Management*. Recuperado en Mayo 15, 2007, de http://www.projectsmart.co.uk/ evolution_of_project_management.html.

Briceño, J., Colombo, C., Ravelo, F., y Rivera, G. (2006). *Planificación y control del tiempo.* Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

Brownsword, L., y Smith, J. (2005). *Using Earned Value Management in Spiral Development.* Recuperado en Junio 2, 2007, de http:// www.sei.cmu.edu/pub/documents/05.reports/pdf/05tn016.pdf.

Cabano, Stephen. (2005). Does project control start at contract award? *AACE International Transactions,* CS11.

Cartay, I. (1991). *Planificación y control de proyectos*. Maracaibo: Universidad del Zulia.

Coleman, C., Kulick, K., y Pisano, N. (1996). *Technical Performance Measurement (TPM). Retrospective Implementation and Concept Validation on the T45TS Cockpit-21 Program.* Recuperado en Junio 3, 2007, de http://www.acq.osd.mil/pm/old/Old%20Papers/Papers%20-%20Govt/TPMs/tpm/papers.htm.

Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América (DoD). (1999). *What is Technical Performance Measurement?*. Recuperado en Junio 3, 2007, de http://www.acq.osd.mil/pm/old/Old%20Papers/ Papers%20-%20Govt/TPMs/tpm/whatis.htm

Dimitrova, Marina. (2005). *Earned Value Project Management A model for project performance valuation in Ericsson AB.* Trabajo de Grado de Maestría no publicado, Universidad de Goteborg, Gothenburg, Suecia.

Fernández, Luisa. (2002). *Criterios Metodológicos de la Investigación.* Recuperado en Junio 09, 2007, de http://ares.unimet.edu.ve/faces/fpag40/criterios.htm.

Ferraro, Mike. (2002). Technical performance measurement, a program manager's barometer. *Program Management, noviembre – diciembre 2002,* 14-20.

Fleming, Q., y Koppelman, J. (1999). *The Earned Value Body of Knowledge.* Recuperado en Junio 3, 2007, de http://www.suu.edu/faculty/christensend/evms/Pmi99qf.pdf.

FONDONORMA-ISO 9000:2006. (2006). *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario* (3ª ed.). Ginebra: ISO.

Francés, Antonio. (2005). *Estrategia para la empresa en América Latina* (1ª ed.). Caracas: Ediciones IESA.

Kerzner, Harold. (2001). *Project management. A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (7ª ed.). Berea: John Wiley & Sons, Inc.

Kim, Y., y Ballard, G. (2000). *Is the Earned-Value Method an Enemy of Work Flow?*. Recuperado en Mayo 26, 2007, de http://www.leanconstruction.org/pdf/24.pdf.

Kulick, Kathryn. (1997). *Technical Performance Measurement. A Systematic Approach to Planning, Integration, and Assessment.* Recuperado en Junio 3, 2007, de http://www.acq.osd.mil/pm/old/Old%20Papers/ Papers%20-%20Govt/TPMs/tpm/kulick.htm.

Meyer, Paul. (1986). *Probabilidad y aplicaciones estadísticas* (2ª ed.). Caracas: Addison-Wesley.

Michalack, C., y Williams, P. (2005). Effective use of outsourced project controls. *AACE International Transactions,* CS41.

Oficina de Comercio del Gobierno del Reino Unido. (2005). *Common Causes of Project Failure.* Recuperado en Mayo 18, 2007, de http://www.ogc.gov.uk/documents/cp0015.pdf.

Palacios, Luis. (2005). *Gerencia de proyectos. Un enfoque latino* (3ª ed.). Caracas: Publicaciones UCAB.

Paquin, J.P., Couillard, J., Paquin, R., y Godcharles, D. (1996). Earned quality: improving project control. *Engineering and Technology Management, IEMC 96,* 434 - 442.

Paquin, J.P., Couillard, J., y Ferrand, D. (2000). Assessing and controlling the quality of a project end product:the earned quality method. *Engineering Management, on IEEE Transactions, 47(1),* 88 - 97.

Project Management Instituye (PMI). (2004). *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos PMBOK* (3ª ed.). Newton Square: Publicaciones PMI.

Project Management Institute (PMI). (2005). *PMI Member Ethical Standards. Member Code of Ethics*. Recuperado en Junio 29, 2007, de http://www.pmi.org/info/AP_MemEthStandards.pdf.

Project Management Wisdom (PMW). (2002). *Wideman Comparative Glossary of Project Management Terms*. Recuperado en Junio 29, 2007, de http://www.maxwideman.com/pmglossary/PMG_P13.htm.

Real Academia Española (RAE). (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado en Diciembre 10, 2007, de http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=grado.

Rozenes, S., Vitner, G., y Spraggett, S. (2006). Project control: Literature review. *Project Management Journal, 37(4),* 5.

SoftPresto. (2006). *El Método de las Desviaciones de Avance y Coste (Earned Value Management) en el Contexto Español*. Recuperado en Junio 3, 2007, de http://www.soft.es/pages/documentos/articulos/EVMS.HTM.

Solomon, Paul. (2004). Integrating system engineering with earned value management. *Defense AT&L, mayo-junio 2004,* 42-46.

Standish Group. (1995). *Chaos Report*. Recuperado en Mayo 18, 2007, de http://www.projectsmart.co.uk/docs/chaos_report.pdf.

Standish Group. (1996). *Unfinished Voyages, A Follow-Up to The Chaos Report*. Recuperado en Mayo 18, 2007, de http://www.standishgroup.com/sample_research/unfinished_voyages_1.php.

Universidad Nueva Esparta (UNE). (1997). *Estructura del Proyecto de Investigación.* Recuperado en Junio 27, 2007, de http://www.une.edu.ve/postgrado/intranet/investigacion_virtual/estructura_proyecto.htm.

Vargas, Ricardo. (2004). Earned value probabilistic forecasting using monte carlo simulation. *AACE International Transactions,* CS161.

Wilkens, Tammo. (1999). *Earned Value, Clear and Simple*. Recuperado en Junio 3, 2007, de http:// www.projectsmart.co.uk/docs/earned_value.pdf.

Yáber, G., y Valarino, E. (2003, Julio). *Tipología, fases y modelo de gestión para la investigación de postgrado en gerencia.* Artículo presentado en Seminario sobre Líneas de Investigación en Gerencia y Economía de la Empresa, Caracas, Venezuela.