



**PROCESO PARA EL SEGUIMIENTO DE COSTOS, RIESGOS Y CALIDAD
BAJO LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO**

PROYECTO DE GRADO

**Esteban Paya Gutiérrez
Margith Silvana Rosero Caicedo**

**Asesor
Hugo Arboleda, PhD**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
SANTIAGO DE CALI
2018**

**PROCESO PARA EL SEGUIMIENTO DE COSTOS, RIESGOS Y CALIDAD BAJO LA
METODOLOGÍA DE VALOR GANADO**

**Esteban Paya Gutierrez
Margith Silvana Rosero Caicedo**

**Trabajo de grado para optar al título de
Magister en Gerencia de Proyectos**

**Asesor
Hugo Arboleda, PhD**



**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
SANTIAGO DE CALI
2018**

Contenido

LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE ILUSTRACIONES	6
LISTA DE ANEXOS	7
GLOSARIO.....	8
RESUMEN.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 Planteamiento del Problema.....	11
1.2 Objetivo General.....	12
1.3 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Organización del Documento.....	12
2. ANTECEDENTES	13
2.1 Marco Teórico.....	13
2.1.1 Definición de Monitoreo y Control.....	14
2.1.2 Conceptos de Métricas y KPI's.....	14
2.1.3 Procesos planteados para las áreas de conocimiento costos, calidad y riesgos.....	15
2.2 Estado del Arte.....	23
2.2.1 Riesgo	23
2.2.2 Calidad	24
2.2.3 Costos.....	26
3. METODOLOGÍA	27
4. PROCESO DE SEGUIMIENTO DE PROYECTOS INTEGRANDO INFORMACIÓN DE COSTOS, CALIDAD Y RIESGOS.	29
4.1 Realizar la planeación de costos, riesgos y calidad.....	29
4.1.1 Planear Costos.....	30
4.1.2 Caracterizar los Riesgos.....	31
4.1.3 Planear la Calidad	35
4.2 Reportar Avances Periódicos	36
4.2.1 Reportar el Costo Real	36
4.2.2 Realizar Actualización de Riesgos y Planes de Respuesta	37
4.2.3 Gestionar la Calidad.....	38
4.3 Evaluar Resultados Periódicos.....	39
4.3.1 Calcular EV.....	40
4.3.2 Calcular SPI, CPI, CV, SV	41

4.3.3	Calcular CRPI, SRPI, SRRE, CRRE	41
4.3.4	Calcular QEV Y QV	43
5.	INTEGRACIÓN DE INDICADORES	44
5.1	Costos.....	45
5.2	Riesgos.....	47
5.3	Calidad	49
6.	DISEÑO DE EXPERIMENTO DE VALIDACIÓN.....	50
6.1	Evaluación para la Validación del Modelo Propuesto	50
7.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	54
7.1	Validación Experto 1	54
7.2	Validación Experto 2	55
7.3	Validación Experto 3	55
7.4	Validación Experto 4	56
7.5	Validación Experto 5	56
7.6	Validación Experto 6	57
7.7	Resultados Ponderados de la Validación	57
7.8	Comparativo de Procesos.....	59
8.	CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO	60
8.1	Trabajos Futuros	61
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	62

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Procesos de la Gestión de Costos, Riesgos y Calidad (Project Management Insitute, 2017)</i>	16
<i>Tabla 2: Métricas del Valor Ganado</i>	19
<i>Tabla 3: Indicadores de Valor Ganado</i>	19
<i>Tabla 4: Interpretaciones del CRPI</i>	24
<i>Tabla 5: Interpretaciones del SRPI</i>	24
<i>Tabla 6: Indicadores de Calidad</i>	25
<i>Tabla 7: Interpretaciones del CPI</i>	27
<i>Tabla 8: Interpretaciones del TCPI</i>	27
<i>Tabla 9: Descripción de Probabilidad de Ocurrencia del Riesgo</i>	33
<i>Tabla 10: Descripción de Magnitud de Impacto del Riesgo</i>	33
<i>Tabla 11: Criticidad de Riesgos</i>	34
<i>Tabla 12: Interpretación del CRRE</i>	42
<i>Tabla 13: Interpretación del SRRE</i>	43
<i>Tabla 14: QEV</i>	44
<i>Tabla 15: Datos de Desempeño del proyecto</i>	45
<i>Tabla 16: Análisis cualitativo de riesgos</i>	47
<i>Tabla 17: Análisis cuantitativo e indicadores de riesgo</i>	48
<i>Tabla 18: Datos para estimar la calidad</i>	49
<i>Tabla 19: Formato de Evaluación del Proceso Propuesto</i>	53
<i>Tabla 20: Resultados de Validación del Proceso Propuesto e Indicadores</i>	58
<i>Tabla 21: Resultados de la Validación por Criterio SMART</i>	59

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Valor Ganado, Valor Planificado y Costos Reales. Tomado de (Sinnaps, s.f.)</i>	18
<i>Ilustración 2: Metodología para la construcción del proceso propuesto</i>	28
<i>Ilustración 3: Proceso propuesto para el seguimiento de costos, calidad y riesgos</i>	29
<i>Ilustración 4: Proceso de Planeación</i>	30
<i>Ilustración 5: Subproceso Planear los Costos</i>	31
<i>Ilustración 6: Caracterización de Riesgos</i>	32
<i>Ilustración 7: Análisis Cualitativo de Riesgos</i>	32
<i>Ilustración 8: Análisis Cuantitativo de Riesgos</i>	34
<i>Ilustración 9: Plan de Respuesta a Riesgos</i>	35
<i>Ilustración 10: Planear la Calidad</i>	36
<i>Ilustración 11: Proceso Reportar Avances Mensuales</i>	36
<i>Ilustración 12: Costo Real</i>	37
<i>Ilustración 13: Subproceso realizar actualización de riesgos y planes de respuesta</i>	38
<i>Ilustración 14: Gestionar la Calidad</i>	39
<i>Ilustración 15: Proceso Evaluar Resultados Mensuales</i>	40
<i>Ilustración 16: Valor Ganado (EV)</i>	40
<i>Ilustración 17: Gráfica SPI vs CPI</i>	46
<i>Ilustración 18: Gráfica del Valor Ganado</i>	47
<i>Ilustración 19: Valor Planeado vs Valor Ganado de Calidad</i>	50

LISTA DE ANEXOS

Se incluye el documento electrónico referente al prototipo de herramienta realizado en Excel.

GLOSARIO

- **FCRV:** Valor estimado de riesgos asociada a los costos
- **FSRV:** Valor estimado de riesgos asociada al cronograma
- **RCRV:** El valor del riesgo residual de costos
- **RSRV:** El valor del riesgo residual del cronograma
- **ARC:** El costo del plan de mitigación
- **ARD:** El tiempo del plan de mitigación

RESUMEN

El monitoreo y control de un proyecto es esencial para el éxito del mismo, puesto que permite medir el desempeño del proyecto en comparación con el plan establecido para la dirección del proyecto a intervalos regulares, además de que brinda las herramientas necesarias para tomar la decisión de aprobar solicitudes de cambios, incluidas las acciones correctivas, las acciones preventivas y la preparación de defectos recomendada. El monitoreo continuo proporciona un conocimiento sobre la salud y el estado del proyecto y permite identificar las áreas o etapas que requieren mayor atención.

Actualmente no se conoce un proceso para realizar seguimiento de proyectos a través de indicadores que integren dos o tres áreas de conocimiento. Este trabajo presenta un proceso de seguimiento que integra información de costos, calidad y riesgos bajo la metodología de *Valor Ganado*, el cual consta de tres etapas en las que es posible evidenciar el avance de proyectos en términos de *Riesgos & Valor Ganado*, y *Calidad & Valor Ganado*. La contribución de este trabajo incluye diferentes indicadores compuestos de métricas de diferentes áreas de conocimiento, y un prototipo de herramienta.

Como resultado de la validación del proceso propuesto y de la aplicabilidad de los indicadores realizada con seis expertos en proyectos, se obtuvo una retroalimentación importante que permitió ajustar el proceso y prototipo, y se concluyó, que con el proceso propuesto se puede saber cuánto cuesta la aceptación de un riesgo y se cuantifica el plan de respuesta en caso de querer mitigar en términos de tiempo y costo. Adicional a esto, se evidenció que el prototipo presentado se constituye en una herramienta útil para la especificación formal de requerimientos asociados a la construcción de un sistema de información que soporte el continuo seguimiento de los entregables o hitos relevantes del proyecto. Por último, se obtuvo como resultado el interés de los expertos para implementar el proceso en el seguimiento y control de los proyectos a su cargo.

1. INTRODUCCIÓN

El Project Management Institute, en su informe “Pulso de la Profession 2017”, señala que lo más crítico es el dinero que se sigue desperdiciando cuando los proyectos no se dirigen bien. Según esta institución se desperdician 12,2% de la inversión debido al deficiente desempeño en los proyectos, aumentando respecto a los valores anteriores. En su investigación, más de la mitad de las organizaciones comprenden perfectamente el valor de la dirección de proyectos y por lo menos dos de cada cinco le otorgan una alta prioridad a la creación de una cultura que reconozca su importancia como impulsor de un mejor desempeño de los proyectos. (Project Management Institute, 2017)

La ejecución suele ser el proceso más largo e intenso del ciclo de vida de un proyecto. Durante este periodo, la gestión de proyectos se centra en la dirección en base a la planificación realizada. Por otra parte, en el proceso de seguimiento y control se usan tableros de control e indicadores, entre otras herramientas, para medir el desempeño a nivel de las distintas actividades. Es por esto que la gestión de proyectos y herramientas se van imponiendo cada vez más, independientemente del tipo de organización.

Consecuentemente las empresas están aplicando metodologías que les han permitido tener orden y control de cada uno de los proyectos. Sin embargo, estas metodologías no están adaptadas completamente a las necesidades de las entidades, y carecen de herramientas con indicadores adaptados a las necesidades puntuales de diferentes áreas de conocimiento.

Según The Standish Group en su reporte CHAOS del 2015, solo el 29 % de los proyectos terminan exitosamente, el 52 % terminan, pero con cambios en las fechas estipuladas o sobrecostos y el 19 % fallan o no terminan (Gómez, 2016) . (Figueroa, s.f.) manifiesta:

Existen muchas otras razones del porqué un proyecto puede fracasar, algunas más simples y otras más complejas, pero su número en verdad puede ser infinito. Las razones más comunes y frecuentemente enunciadas serían las siguientes; mal gerenciamiento de proyecto, decisiones desacertadas y falta de comunicación. (Párrafo 7)

Esto lo que quiere decir es que el éxito del proyecto depende mucho del gerente del proyecto, que aparte de ser un líder debe contar con las herramientas adecuadas para la gerencia y la toma de decisiones. Dado lo anterior, (Garriga, s.f.) menciona los típicos siete errores a la hora de

implementar herramientas¹ para el monitoreo de proyectos. El error número uno es que las que suelen adquirirse funcionan para otras organizaciones, ignorando que cada empresa tiene sus particularidades, desencadenando en una mala inversión. Por ejemplo, en proyectos no solo sirve monitorear tiempo y costo también, se hace necesario ver la evolución de los riesgos y la calidad.

Existen diferentes metodologías para el seguimiento y control de proyectos, entre esas está el Valor Ganado, el cual es considerado el método más completo de medida del desempeño de proyectos. (Muñoz P., 2018). Este considera una integración de alcance, tiempo y costo con el fin de evaluar el desempeño del proyecto. Otras técnicas y metodologías utilizadas para el seguimiento y control de proyectos son Prince2, el cual constituye una aproximación estructurada a la gestión de proyectos, proporciona un método para gestionar proyectos dentro de un marco de trabajo claramente definido. Adicional a esto, describe procedimientos para coordinar personas y actividades en un proyecto, cómo diseñar y supervisar el proyecto y los pasos a seguir si ocurre alguna desviación de lo planificado y es necesario realizar ajustes. Entre otras metodologías están GQM (Métrica de la Pregunta Global), PERT y CPM.

1.1 Planteamiento del Problema

Existen procesos, modelos, marcos de trabajo, apoyados en indicadores que permiten hacer seguimiento y control de todas las actividades y los recursos asignados para la ejecución del proyecto de una forma que se pueda cumplir con el alcance en el tiempo establecido y con los costos presupuestados. Sin embargo, no existe un proceso instrumentado que integre diferentes indicadores de base, que puedan ser usados para una organización que está en proceso de normalizar y mejorar sus actividades de seguimiento en la gerencia de sus proyectos. La carencia de dicho proceso lleva a que organizaciones pequeñas y con poco conocimiento y práctica inicien de manera desarticulada el ejercicio de seguimiento, generando atrasos del proyecto respecto a la planificación, un gasto excesivo, la materialización de un riesgo no monitoreado o que no se cumplan con las especificaciones técnicas. Además, de desmotivación en relación con organizar los ejercicios de seguimiento. Si bien cada organización debe adaptar prácticas de gerencia de proyectos a su propio contexto, la existencia de un proceso “básico” de inicio

¹ Entendemos herramientas como: un objeto tangible ya sea formato, archivo ejecutable o software en la nube. A diferencia de la metodología o técnica lo cual es más acorde a conocimiento.

hipotéticamente podría servir para generar victorias tempranas y mejorar la cultura de uso de procesos estandarizados para la gerencia de proyectos.

1.2 Objetivo General

Diseñar un proceso que permitan integrar indicadores de seguimiento de las áreas de conocimiento de costos, riesgos y calidad.

1.3 Objetivos Específicos

1. Caracterizar un conjunto de indicadores para realizar seguimiento de los costos, riesgos y calidad de proyectos.
2. Integrar indicadores de costos, riesgo y calidad, de manera que el proyecto pueda tener seguimiento desde las tres variables correspondientes a estas áreas de conocimiento.
3. Validar el proceso propuesto a través del prototipo de una herramienta que permita hacer seguimiento a los costos, riesgos y calidad de proyectos.

1.4 Organización del Documento

El documento se ha estructurado en siete apartados descritos de la siguiente manera:

En el segundo capítulo se encuentran los “Antecedentes”; está compuesto por varios subcapítulos, entre ellos el “Marco Teórico”, “Estado del Arte y Trabajos Relacionados”. Aquí se define el concepto de monitoreo y control, métricas e indicadores, enfocado a proyectos, comprende un análisis de conceptos básicos de la Gestión de Proyectos. Se menciona un breve estado del arte acerca de la forma de realizar el seguimiento a proyectos en costos, calidad y riesgos.

El tercer capítulo, “Metodología”, describe cuál fue el paso a paso que se realizó para desarrollar el proceso de seguimiento y control de las tres áreas de conocimiento nombradas previamente, donde se da una breve descripción de qué herramientas se usaron en cada fase.

En el cuarto capítulo se encuentra la “Presentación de la Propuesta”, en donde se muestra el modelo conceptual del proceso de seguimiento y control. Se describe una imagen con el proceso propuesto a gran escala, y luego se describe cada proceso con una herramienta prototipo con el fin de ilustrar la instrumentación del proceso.

El quinto capítulo “Integración de Indicadores” realiza un recorrido a través de ejemplos de cómo el prototipo de la herramienta calcula los indicadores propuestos dentro del proceso.

En el sexto capítulo, “Diseño de Experimento de Validación”, se describe detalladamente el proceso de validación de la herramienta propuesta en la primera parte. Posteriormente se da una descripción del perfil de expertos seleccionados para validar la herramienta, además de los diferentes formatos para consignar los comentarios y la evaluación de dicho proceso planteado en un prototipo de herramienta.

El séptimo capítulo, “Resultados Obtenidos”, registra todos los comentarios y opiniones dadas por los expertos en gerencia de proyectos, y sintetiza fortalezas y oportunidades de mejora identificadas.

El octavo capítulo, “Conclusiones y Trabajos Futuros”, expone las conclusiones del trabajo presentado, así como las posibles líneas de futuras investigaciones. Se hace una revisión de los principales aspectos tratados en los capítulos anteriores y muestra las principales aportaciones del trabajo.

2. ANTECEDENTES

Para dar contextualización de lo que se abordará en este capítulo comenzaremos definiendo el monitoreo y control en proyectos y la importancia de su uso; posteriormente explicaremos los conceptos de métricas y KPI's, y la relación que tienen con los tableros de control. En tercera instancia se verán los procesos planteados de las áreas de conocimiento costos, riesgos y calidad según el PMI (Project Management Institute, 2017), junto con algunas herramientas e indicadores de cada una de las tres áreas de conocimiento, esto con el fin de dar inicio a la presentación de la propuesta de este trabajo de grado.

2.1 Marco Teórico

Si bien es cierto que las organizaciones requieren un seguimiento continuo en cada uno de sus proyectos para garantizar el cumplimiento del alcance de los mismos, también es cierto que se requiere conocer el objetivo principal de cada proyecto, la estrategia alineada a la empresa, cómo se va a realizar la medición del logro de los entregables, entre otros. Para esto es importante tener en cuenta cómo se debe realizar un seguimiento, qué es monitoreo y control y cuáles deben ser

esos indicadores o métricas que integren una lectura adecuada para conocer el estado actual de un proyecto.

Por lo anterior definiremos lo que es monitoreo y control, qué es una métrica o KPI (Key Performance Indicator) y por último daremos un recuento de los procesos que consideramos son los esenciales para realizar seguimiento a proyectos.

2.1.1 Definición de Monitoreo y Control

Basados en el libro de preparación de Ingrid Muñoz PMP-CAPM de la versión seis del PMBOK, monitoreo y control significa medir o evaluar continuamente el desempeño de un proyecto comparándolo con la planeación inicial para la dirección del proyecto. Por otra parte, el monitoreo continuo permite conocer el estado actual del proyecto e identificar las áreas que requieren mayor atención, lo cual le da al Director del Proyecto una visión detallada del avance del proyecto para tomar decisiones acertadas durante la ejecución del mismo. (Muñoz P., 2018, pág. 93)

2.1.2 Conceptos de Métricas y KPI's

Una métrica es algo medible que hace parte del Control de Costo, Tiempo y de Valor Ganado, lo cual permite que un Director de Proyecto pueda determinar el estado actual del mismo ayudando a determinar la predicción actual y una posible predicción futura. (Harold Kerzner)

Para Kerzner, las métricas proporcionan un sistema de alerta temprana que les permite a los gerentes de proyecto tener tiempo suficiente para realizar correcciones de cursos en pequeños incrementos y tomar decisiones estratégicas dentro del proyecto, por lo tanto las métricas pueden funcionar como factores desencadenantes del riesgo, de modo que el impacto del riesgo se puede minimizar. (Harold Kerzner)

Estas decisiones estratégicas también son tomadas de acuerdo con los Indicadores Claves de Rendimiento (KPI's), los cuales son medidas cuantificables acordadas con anticipación y reflejan el factor de éxito del proyecto. Generalmente los KPI's son elementos que aparecen en los tableros de control con el fin de que tengan un seguimiento por parte del director del proyecto,

clientes y demás interesados. Estos les permiten tener una foto instantánea de alto nivel para saber cómo avanza el proyecto hacia los objetivos establecidos. (Harold Kerzner)

La literatura (Harold Kerzner) usa con demasiada frecuencia la regla “SMART” como medio para explicar las características de las métricas y los KPI’s:

S= Specific - Específico: El KPI debe ser claro y enfocado hacia el logro de los objetivos del proyecto

M= Measurable - Medible: El KPI se debe poder expresar cuantitativamente

A= Attainable - Alcanzable: Los objetivos deben ser razonables y logrables

R= Realistic or Relevant - Realista: El KPI es aplicable al proyecto

T= Time-Based - Basado en el Tiempo: El KPI es medible dentro de un periodo de tiempo dado.

2.1.3 Procesos planteados para las áreas de conocimiento costos, calidad y riesgos

El Project Management Institute (Project Management Insitute, 2017) plantea en su sexta edición de la Guía de los Fundamentos para la Gestión de Proyectos (Guía del PMBOK), una serie de procesos para las diez áreas de conocimiento que describe (Project Management Insitute, 2017). En esta sección nos centraremos principalmente en los procesos inmersos en la gestión de los costos, la gestión de la calidad y la gestión del riesgo del proyecto. En la Tabla 1 se muestran los procesos propuestos por el PMI para costos, riesgos y calidad; y resaltados se encuentran los que intervienen dentro del proceso propuesto para el seguimiento de proyectos descrito en el Capítulo 4.

Área de Conocimiento	Procesos de Gestión
<i>Gestión de los Costos del Proyecto</i>	Planificar la Gestión de los Costos
	Estimar los Costos
	Determinar el Presupuesto
	Controlar los Costos
<i>Gestión de la Calidad del Proyecto</i>	Planificar la Gestión de la Calidad
	Gestionar la Calidad
	Controlar la Calidad
<i>Gestión de los Riesgos del Proyecto</i>	Planificar la Gestión de los Riesgos
	Identificar los Riesgos
	Realizar el Análisis Cualitativo de los Riesgos
	Realizar el Análisis Cuantitativo de los Riesgos
	Implementar la Respuesta a los Riesgos
	Monitorear los Riesgos

Tabla 1: Procesos de la Gestión de Costos, Riesgos y Calidad (Project Management Institute, 2017)

A continuación, veremos con en detalle los procesos resaltados en la Tabla 1 por cada área de conocimiento.

2.1.3.1 Gestión de los Costos del Proyecto

La Gestión de los Costos del Proyecto se encarga principalmente del costo de los recursos que son necesarios para completar cada uno de los entregables del proyecto. Esta gestión tiene un efecto importante en las decisiones que se toman en los proyectos, dado que se están gestionando los recursos posteriores de utilizar, mantener y dar soporte al producto, servicio o resultado del proyecto. (Project Management Institute, 2017, pág. 233)

Por otra parte, el PMBOK señala que “un aspecto de la gestión de los costos es reconocer que los diversos interesados miden los costos del proyecto de diferentes maneras y en momentos diferentes”. (Project Management Institute, 2017, pág. 233)

La Gestión de los Costos del Proyecto incluye cuatro procesos, tres en planificación y uno en control. Sin embargo, haremos énfasis en el proceso *Controlar los Costos*:

- **Controlar los Costos** se define según el PMI como el proceso que monitorea el estado del proyecto, con el fin de actualizar los costos y gestionar cambios a la línea base de los costos. (Project Management Institute, 2017, pág. 257)

Existen cuatro herramientas o técnicas para realizar un adecuado monitoreo y control de costos de un proyecto. La primera es el juicio de expertos, donde se debe considerar la pericia de individuos, grupos capacitados o con conocimientos especializados que incluyan el análisis de variación, **análisis del valor ganado**, pronósticos y análisis financiero. (Project Management Institute, 2017, pág. 260)

En particular, este trabajo se concentra en el análisis de valor ganado, descrito en más detalle a continuación.

○ **Análisis del Valor Ganado (EVA)**

Según Muñoz, es el método más completo de medida del desempeño de proyectos. El valor ganado integra medidas de alcance, tiempo y costo para ayudar al equipo de gerencia del proyecto a evaluar el desempeño del proyecto (Muñoz P., 2018, pág. 323). Además, las mediciones provenientes de un análisis de valor ganado del proyecto indican si existen potenciales desviaciones con respecto a las líneas base de alcance, tiempo y costos; por otra parte, esta técnica puede usarse para hacer una proyección del desempeño futuro, así como de las fechas y los costos para concluir el proyecto; ya que desarrolla y monitorea tres dimensiones para cada paquete de trabajo: Valor planeado, costo actual y valor ganado.

1. Valor Planificado (PV): Es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo programado.
2. Costo Real (AC): Es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un periodo de tiempo específico.
3. Valor Ganado (EV): Es la medida del trabajo realizado expresado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo

En la Ilustración 1 se visualiza lo que sería Valor Ganado, en relación con el presupuesto estimado en la planificación y los costos realmente asignados durante el desarrollo del proyecto (Sinnaps, s.f.). Por otra parte, se puede ver el análisis de tendencias el cual monitorea e informa

sobre tres parámetros: PV, EV y AC; y donde se emplea la Curva S para representar los datos del EV para un proyecto. La Ilustración 1 es un ejemplo de proyecto donde a la fecha de corte el Valor Ganado (curva de abajo) está por debajo del Valor Planeado (curva del centro), es decir que está retrasado, y a su vez el AC (curva de arriba) está por encima del Valor Planeado (curva del centro), lo cual muestra que está sobre costeadado (Muñoz P., 2018, pág. 330).

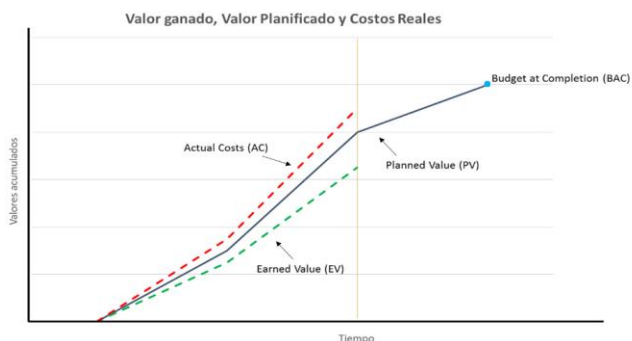


Ilustración 1: Valor Ganado, Valor Planificado y Costos Reales. Tomado de (Sinnaps, s.f.)

Dado que el valor ganado ayuda a identificar la influencia de cualquier desfase entre el presupuesto y el costo actual, y que esto se logra comparando el desempeño vs las líneas base planeadas, el *Project Management Institute* y el Ministerio de Defensa Estadounidense lo proponen como la herramienta principal para el control de proyectos. En la Tabla 2 se sintetiza toda la terminología que se usa a lo largo de este proyecto y como parte de la propuesta desarrollada en el Capítulo 4.

Métricas	Abreviaciones	Descripción
Valor Planeado	PV	Coste presupuestado del trabajo programado de una tarea o actividad durante un periodo de tiempo.
Valor Ganado	EV	Cantidad presupuestada para el trabajo realmente completado de la tarea o actividad del cronograma durante un periodo de tiempo determinado.
Coste Real	AC	Coste total incurrido en la realización del trabajo de la tarea o actividad durante un periodo de tiempo determinado
Índice del Rendimiento del Coste	CPI	Es una medida de eficiencia en función de los costos de los recursos presupuestados, expresada como la razón entre valor ganado y costo real
Índice del Rendimiento del Cronograma	SPI	Es una medida de eficiencia del cronograma, la cual se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planeado

Variación de Costos	CV	Es una medida de qué tan lejos está el proyecto respecto del cronograma original. La fórmula de cálculo es EVM menos PV.
Variación de Cronograma	SV	Es una medida de qué tan eficientemente se están gastando los dólares del proyecto. Su fórmula de cálculo es el EV dividido el AC.

Tabla 2: Métricas del Valor Ganado

En la Tabla 3 se muestran los indicadores de valor ganado que se utilizan en el prototipo de la herramienta para realizar el proceso de seguimiento proyectos de manera mensual.

Indicador	Interpretación	
CV = EV - AC	CV = 0	Está dentro del presupuesto
	CV < 0	El entregable está sobre ejecutado sobre el presupuesto
	CV > 1	El entregable está sub ejecutado sobre el presupuesto
SV = EV - PV	SV = 0	Está dentro del tiempo planeado
	SV < 0	El entregable está retrasado
	SV > 0	El entregable está dentro del tiempo planeado.
CPI = EV / AC	CPI > 1	Hay Sobrecosto
	CPI > 1	No hay Sobrecosto
SPI = EV / PV	SPI = 1	El entregable está dentro del tiempo planeado
	SPI < 1	El entregable está retrasado
	SPI > 1	El entregable está dentro del tiempo planeado

Tabla 3: Indicadores de Valor Ganado

Estos 4 indicadores son importantes porque reflejan el estado del proyecto en cuanto a costo (CPI y CV) y tiempo (SPI y SV). Dentro del análisis de datos también se encuentran técnicas o herramientas tales como análisis de variación, análisis de tendencia y análisis de reserva.

El *índice de desempeño del trabajo por completar* está definido por el PMI como una medida del desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes, con el fin de cumplir con un determinado objetivo de gestión (Project Management Institute, 2017, pág. 266). Esta herramienta es útil en el contexto de la técnica de valor ganado, ya que ayuda al gerente de proyectos con un pronóstico integrado y que apunta al resultado final.

Finalmente, como parte del control de costos, se destaca el sistema de información para la dirección de proyectos, el cual busca monitorear las tres dimensiones del valor ganado (PV, EV y AC), con el fin de representar las tendencias por medio de gráficas y así proyectar resultados finales predecibles para el proyecto. (Project Management Institute, 2017, pág. 268)

2.1.3.2 Gestión de la Calidad

La Gestión de la Calidad del Proyecto tiene en cuenta la calidad de la gestión del proyecto y la calidad de los entregables del mismo. Esta Gestión es aplicable a todos los proyectos, dado que garantiza el cumplimiento adecuado del alcance de estos. (Project Management Insitute, 2017, pág. 273)

El costo de la calidad (COQ) incluye todos los costos durante la vida del producto por inversión en la prevención de no conformidad con los requisitos, evaluación del producto o servicio en cuanto a su conformidad con los requisitos, e incumplimiento de los requisitos (re trabajo). Los costos por fallas tienen dos clasificaciones, la primera son los costos por fallas internas que son los más comunes, estos son generalmente constatados por el equipo del proyecto; la segunda clasificación son los costos externos que suelen constatarse por el cliente. (Project Management Insitute, 2017, pág. 274)

La Gestión de la Calidad está compuesta por tres procesos, uno en planificación, uno en ejecución y el último en monitoreo y control. Por ahora explicaremos los procesos Gestionar la Calidad y Controlar la Calidad:

- **Gestionar la Calidad** según el PMI es el proceso que se encarga de convertir el plan de gestión de la calidad en tareas o actividades ejecutables de calidad, las cuales incorporan al proyecto las políticas de calidad de la organización. (Project Management Insitute, 2017, pág. 288)
- **Controlar la Calidad** está definida por el PMI como el proceso que permite monitorear y registrar los resultados que arroja la ejecución de las actividades de Gestión de Calidad, con el fin de evaluar el desempeño y asegurar que los entregables estén completos, correctos y satisfagan las expectativas del cliente. (Project Management Insitute, 2017, pág. 298)

El proceso Controlar la Calidad tiene como objetivo principal medir la integridad, el cumplimiento y la adecuación para el uso de un producto o servicio antes de que el usuario lo acepte y haya una entrega final. (Project Management Insitute, 2017, pág. 299)

Para llevar a cabo el proceso Controlar la Calidad, el PMBOK propone varias herramientas o técnicas, sintetizadas a continuación.

La primera herramienta es la recopilación de datos, la cual consta de diferentes técnicas que pueden ser utilizadas para este proceso: listas de verificación, las cuales ayudan a gestionar las actividades de control de calidad de una manera estructurada; hojas de verificación, que buscan organizar los hechos para facilitar la recolección eficiente de datos útiles sobre un posible problema de calidad; el muestreo estadístico, que busca seleccionar una muestra que permita medir los controles y verificar la calidad; cuestionarios y encuestas, las cuales sirven para recoger datos acerca de la satisfacción del cliente una vez se entrega el producto o servicio. (Project Management Institute, 2017, págs. 302-303)

La segunda herramienta es el análisis de datos, compuesta por dos técnicas que se pueden utilizar en el proceso de control de calidad. La primera técnica de esta herramienta son las revisiones de desempeño, las cuales permiten medir, comparar y analizar las métricas de calidad que se han definido en el proceso Planificar la Gestión de Calidad contra los resultados reales. La segunda técnica inmersa en el análisis de datos es el análisis de Causa Raíz (RCA) que se utiliza para identificar la causa de los defectos. (Project Management Institute, 2017, pág. 303)

Otra herramienta del control de calidad son las pruebas/evaluaciones de productos, la cual busca encontrar errores, defectos u otros problemas de no conformidad en el producto o servicio. (Project Management Institute, 2017, pág. 303)

2.1.3.3 Gestión de los Riesgos

El objetivo principal de la Gestión de los Riesgos es identificar y gestionar los riesgos que no se han contemplado durante la dirección del proyecto. Si los riesgos no son manejados a tiempo, pueden hacer que el proyecto se desvíe del plan e incumpla los objetivos definidos para el mismo. (Project Management Institute, 2017, pág. 397)

La gestión de los riesgos incluye siete procesos distribuidos en tres grupos; cinco procesos se encuentran en planeación, uno en ejecución y el último en monitoreo y control; estos serán definidos a continuación, exceptuando Planificar la Gestión de los Riesgos:

- **Identificar los Riesgos** es el proceso que permite como bien lo indica, identificar los riesgos individuales del proyecto, así como las causales de riesgo, además se encarga de documentar las características de los mismos. (Project Management Insitute, 2017, pág. 409)

- **Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos** es el proceso que permite priorizar los riesgos del proyecto para un posible análisis o acción posterior, esto se hace evaluando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos identificados en el proceso anterior. (Project Management Insitute, 2017, pág. 419)

- **Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos** tiene como finalidad analizar de manera numérica el efecto de los riesgos identificados y otras fuentes de incertidumbre sobre de los riesgos generales del proyecto. (Project Management Insitute, 2017, pág. 428)

- **Planificar la Respuesta a los Riesgos** es un proceso encargado de desarrollar opciones, crear estrategias y establecer acciones que permitan abordar los riesgos del proyecto. (Project Management Insitute, 2017, pág. 437)

- **Implementar la Respuesta a los Riesgos** tiene como finalidad, implementar los planes acordados para dar respuesta a los riesgos. (Project Management Insitute, 2017, pág. 449)

- **Monitorear los Riesgos** permite hacer un seguimiento a los riesgos identificados y a la implementación de los planes acordados de respuesta a los riesgos. Además, ayuda a identificar y analizar nuevos riesgos, a través de la evaluación de efectividad del proceso de gestión de estos. (Project Management Insitute, 2017, pág. 453)

Para llevar a cabo el monitoreo de los riesgos, en el PMBOK se encuentran tres herramientas. La primera es el análisis de datos, la cual incluye dos técnicas para su desarrollo; la primera técnica es el análisis de desempeño técnico, la cual compara los logros técnicos durante la ejecución del proyecto con el cronograma de logros técnicos; la segunda técnica del análisis de datos es el análisis de reserva, que busca comparar la cantidad de reservas para contingencias restantes con la cantidad de riesgo remanente en un momento dado del proyecto. (Project Management Insitute, 2017, pág. 456)

La segunda herramienta propuesta por el PMI para monitorear los riesgos son las auditorías de riesgo, las cuales se utilizan para considerar la efectividad del proceso de gestión de riesgos. (Project Management Insitute, 2017, pág. 456)

La última herramienta que propone el PMI para este proceso son las reuniones, que incluyen las revisiones de riesgos programadas periódicamente y pueden dar lugar a la identificación de nuevos riesgos individuales del proyecto. (Project Management Insitute, 2017, pág. 457)

2.2 Estado del Arte

En la literatura podemos encontrar ciertos autores que han realizado investigaciones y han propuesto diferentes maneras de realizar monitoreo a todo tipo de proyectos. Para (Guido & Clements, 1999) la forma correcta de realizar monitoreo y control es estableciendo primero una línea base que evidencia el alcance, el tiempo para lograr el alcance y el presupuesto para desarrollarlo. Así mismo, los autores proponen establecer un periodo de revisión para comparar lo real vs lo planeado, en términos de tiempo y costo. La mejor forma de presentar dichos datos es mediante indicadores que muestren si existe algún atraso o sobre ejecución del proyecto. Teniendo en cuenta lo anterior, veremos la importancia que le dan algunos autores a medir el desarrollo del proyecto en cuanto a costos, riesgo y calidad:

2.2.1 Riesgo

Para Seon Gyoo Kim (Kim, 2010) los proyectos de construcción (Megaproyectos) son difíciles de gestionar y no pueden ofrecer garantías de desempeño porque tiene diversos y complejos interesados, debido a esto se exponen muchos riesgos los cuales deben ser monitoreados, y para esto el autor propone indicadores de rendimiento de riesgos.

- Índice de rendimiento del riesgo de costos (CRPI)

El índice de rendimiento del riesgo de costos (CRPI) puede calcularse restando el valor estimado de riesgos asociada a los costos (FCRV) el valor del riesgo residual de costos (RCRV), y dividido por el FCRV.

$$CRPI = \frac{FCRV - RCRV}{FCRV}$$

CRPI = 1	Es el mejor escenario. El Riesgo de Costo Residual es cero, se han eliminado todos los costos del riesgo
0 < CRPI < 1	Es un muy buen escenario. El Riesgo de Costo Residual es menor que el costo del riesgo estimado
CRPI = 0	Es un buen escenario. El Riesgo de Costo Residual es igual al costo de riesgo estimado
CRPI < 0	Es un mal escenario. El Riesgo de Costo Residual es mayor que el costo de riesgo estimado

Tabla 4: Interpretaciones del CRPI

- Índice del rendimiento del riesgo del cronograma (SRPI)

El índice del rendimiento del riesgo del cronograma (SRPI) se puede calcular restando Valor estimado de riesgos asociada al cronograma (FSRV) el valor del riesgo residual del cronograma (RSRV) dado en días, dividido por el FSRV.

$$SRPI = \frac{FSRV - RSRV}{FSRV}$$

SRPI = 1	Es el mejor escenario. El Riesgo Residual en el Cronograma es cero, se han eliminado todos los riesgos en el cronograma
0 < SRPI < 1	Es un muy buen escenario. El Riesgo Residual en el Cronograma es menor que el costo del riesgo estimado
SRPI = 0	Es un buen escenario. El Riesgo Residual en el Cronograma es igual al riesgo estimado en el cronograma
SRPI < 0	Es un mal escenario. El Riesgo Residual en el Cronograma es mayor que el riesgo estimado en el cronograma

Tabla 5: Interpretaciones del SRPI

Estos indicadores son de especial interés, dado que permiten estimar el riesgo residual en el costo y en el cronograma. Es decir, dan una visión acerca de si el plan de acción que se realizó por cada riesgo fue el adecuado o no.

2.2.2 Calidad

Una buena gestión de la calidad es indispensable para dar cumplimiento al alcance planteado en el inicio del proyecto, puesto que con ella utilizamos los procesos necesarios para cumplir los requisitos establecidos y satisfacer las exigencias del usuario. Es por esto que (Efe, 2015) nos plantea en su tesis de doctorado, que la prevención de errores es la mejor opción, en lugar de corregirlos, ya que el costo de prevención es menor que los costos de detección, falla y corrección; por lo cual la medición que propone es el precio del re trabajo.

En la Tabla 6 se presenta un conjunto de indicadores de calidad, propuestos por (Marcelo Dodsona, 2015), destacados por su importancia y asertividad en el contexto de la gerencia de proyectos, ya que permiten mostrar qué tan eficiente es el proyecto en términos de calidad y adicional a esto, dan la facultad de evidenciar si el valor ganado del trabajo cumplió con los requerimientos de calidad establecidos, indicando la eficiencia acumulada del proyecto.

Indicador	Descripción	Formula
Requerimientos de calidad (QR)	El requerimiento dado para una tarea	N/A
Índice de desempeño de calidad (QPI)	Indica que tan eficiente es el proyecto en términos de requerimientos de calidad	El resultado es un valor binario; QPI = 1, cuando los requerimientos se cumplen. QPI= 0, cuando los requerimientos no se cumplen
Valor ganado de Calidad (QEV)	El valor ganado del trabajo que cumplió con los requerimientos de calidad	QEV= QPI*AC (Costo Actual)
Varianza de Calidad (QV)	Indica la eficiencia acumulada de calidad del proyecto	QV= QEV-AC (Costo Actual)

Tabla 6: Indicadores de Calidad

En la tesis doctoral de (Efe, 2015), nos plantea un indicador de calidad muy valioso el cual tiene en cuenta el costo de fallo (Failure Cost - FC) y se lo suma al costo actual del entregable. A continuación se describe el indicador.

- Índice de rendimiento de Calidad (QPI)

Este índice que representa el estado total de reelaboración de un proyecto o fase. En un momento específico, QPI representa la proporción de las tareas realizadas correctamente por primera vez, considerando todo el trabajo y el trabajo hasta ese momento.

$$QPI = \frac{1 - FC}{ACF}$$

Donde,

- FC → el esfuerzo total gastado para corregir las actividades de los errores y cambios ocurridos después de completarse cubre todos los esfuerzos de reelaboración para una tarea.
- ACF ($ACF = AC + FC$) → esfuerzo total dedicado a completar y mejorar una tarea, fase o proyecto en un momento específico, la suma del costo inicial de finalización (AC) y el costo de re trabajo necesario para corregir defectos o mejorarlo (FC) hasta ese momento específico.

En el artículo “*Quality: the third element of earned value management*” escrito por tres autores brasileiros, (Marcelo Dodsona, 2015), se manifiesta que el valor ganado es la mejor metodología para realizar seguimiento a proyectos, pero que falla al no contemplar la calidad, una de las áreas de conocimiento que puede causar que el proyecto fracase o no se termine. Es por esto que proponen una serie de indicadores que conforman el tercer elemento del valor ganado, los cuales fueron descritos en la Tabla 6.

2.2.3 Costos

La gestión de los costos es indispensable en un proyecto, pero también puede ser uno de los retos más grandes a los que se enfrentan los equipos de proyectos, puesto que se requiere de experiencia y amplia información para lograr estimar de manera adecuada cada una de las etapas de un proyecto.

Por lo anterior, (Restrepo) propone dos indicadores para realizar un control adecuado de los costos durante la ejecución de un proyecto, los cuales se encuentran en las Tablas 7 y 8.

- Índice de Desempeño del Costo (CPI)

Este índice expresa la medida de la eficiencia de costos en el proyecto y alerta durante la ejecución del mismo si el proyecto va dentro o fuera del presupuesto.

El índice de Desempeño del rendimiento del costo del (CPI) se puede calcular dividiendo el Valor Ganado (EV) sobre el Costo Real (AC).

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

CPI > 1	Excelente, el proyecto recibe más de un peso por cada peso gastado
CPI = 1	El proyecto va bien, recibe un peso por cada peso gastado
CPI < 1	El proyecto va mal, recibe menos un peso por cada peso gastado

Tabla 7: Interpretaciones del CPI

- Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI)

Es la proyección calculada del desempeño del costo que debe lograrse para el trabajo restante, con el propósito de cumplir una meta de gestión específica, tal como el BAC o la EAC que lo remplazará.

El índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI) se puede calcular dividiendo el resultado de la resta del presupuesto hasta la conclusión (BAC) y el valor ganado (EV) sobre el resultado de la resta del presupuesto hasta la conclusión (BAC) y el costo real (AC).

$$TCPI = \frac{BAC - EV}{BAC - AC}$$

TCPI > 1	El proyecto va mal, se debe mejorar la eficiencia para no exceder el presupuesto original
TCPI = 1	El proyecto va como se planeó, no existe holgura y se debe tener en cuenta no exceder los gastos
TCPI < 1	El proyecto va bien, existe una holgura para gastar más sin que esto genere un exceso en el costo total

Tabla 8: Interpretaciones del TCPI

3. METODOLOGÍA

Para la construcción del proceso presentado en el documento se utilizó la estrategia de investigación basada en la metodología AR (Action- Research) técnica. Donde se ejecutaron las siguientes fases, definición del problema y planteamiento de los objetivos. Luego un estudio del estado del arte para tener bases sólidas y saber que han hecho otros autores. Después un diseño de proceso y una herramienta piloto donde se implantó la propuesta. Posterior a esto un proceso de validación con juicio de expertos y la documentación de resultados. Lo descrito anteriormente se puede visualizar en la Ilustración 2.

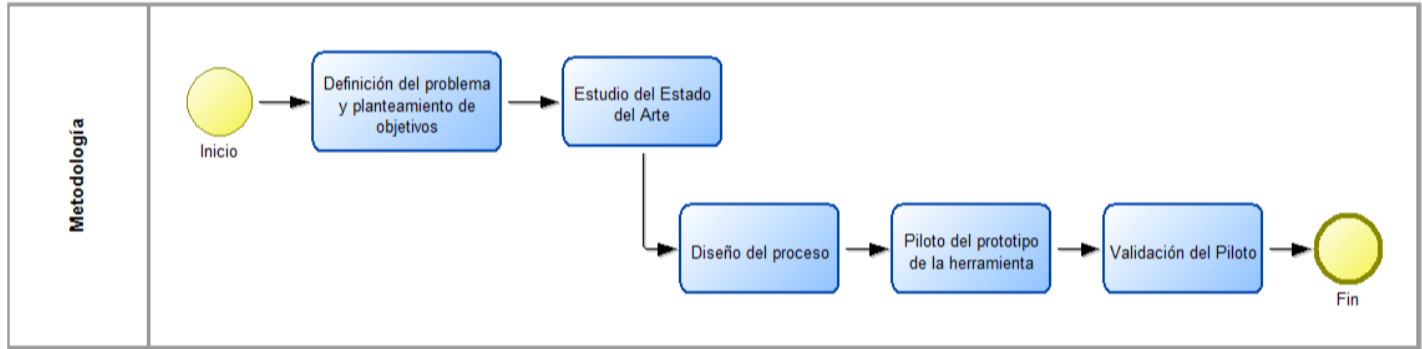


Ilustración 2: Metodología para la construcción del proceso propuesto

Para la definición del problema y planteamiento de los objetivos se utilizó el árbol del problema donde se plantea el problema central y de ahí se desprenden las raíces que serían las causas y las hojas serían los efectos. Para el estudio del estado del arte se plantearon las siguientes preguntas las cuales buscamos responder; las preguntas serán presentadas en el estado del arte.

1. ¿Cuáles son las metodologías existentes para el seguimiento y control de proyectos en relación con el costo, y que indicadores proponen?
2. ¿Cuáles son las metodologías existentes para el seguimiento y control de proyectos en relación con la calidad, y que indicadores proponen?
3. ¿Cuáles son las metodologías existentes para el seguimiento y control de proyectos en relación con los riesgos, y que indicadores proponen?

La búsqueda de información se realizó en las bases de datos disponibles de la Universidad ICESI, dentro de las cuales se encuentra:

- ScienceDirect
- Scopus
- ACM
- Academic Search Ultimate
- Publindex

Para complementar dicha revisión de literatura se utilizará el motor de búsqueda Google Academic.

El diseño del proceso se trabajó teniendo en cuenta la revisión de literatura descrita anteriormente buscando integrar las tres áreas de conocimiento. Se plasmó el proceso en Excel

para hacer ilustrativo la funcionalidad de lo propuesto. En la fase de la validación se optó por el juicio de expertos, entiéndase por expertos una persona que sea certificada como PMP o que tenga mínimo 5 años de experiencia en tema de gerencia de proyectos.

4. PROCESO DE SEGUIMIENTO DE PROYECTOS INTEGRANDO INFORMACIÓN DE COSTOS, CALIDAD Y RIESGOS.

En este capítulo describimos el proceso propuesto para el seguimiento de tres áreas del conocimiento como lo son costos, calidad y riesgo, con el fin de integrarlos y tener un mismo común denominador como lo es *el valor monetario*, el cual es pensado para el monitoreo y control de un proyecto que tenga definidos los entregables o hitos más importantes, y de los cuales se desprendan los paquetes de trabajo con sus respectivas tareas.

La Ilustración 3 presenta en un alto nivel el proceso propuesto, compuesto de tres etapas: planeación, reportar avances y evaluar resultados. Cada etapa tiene subprocesos que se explicaran más adelante en esta sección, y se ilustrará cada proceso con un prototipo en Excel con el fin de visualizar resultados.

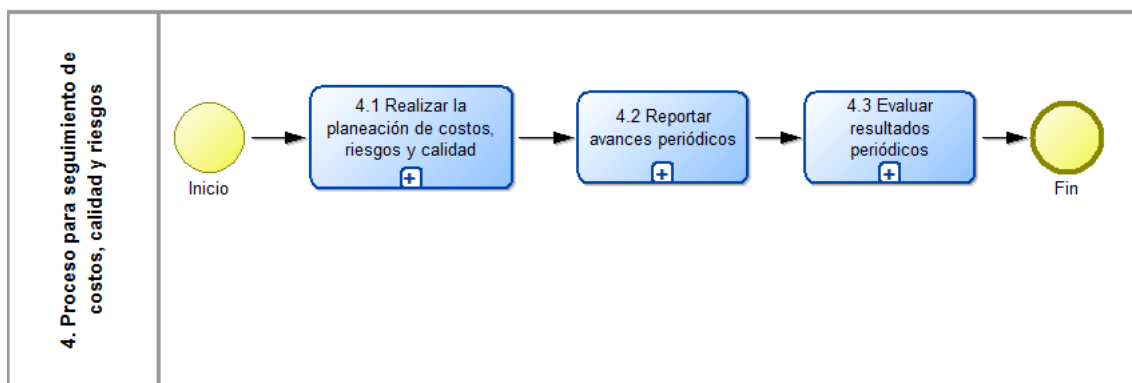


Ilustración 3: Proceso propuesto para el seguimiento de costos, calidad y riesgos

4.1 Realizar la planeación de costos, riesgos y calidad.

Recordemos que para realizar un buen control en la gestión de proyectos es necesario contar con una línea base la cual no se puede modificar a menos que se realice una gestión de cambios. Para tener línea de base se debe realizar un proceso de planeación de las tres áreas del conocimiento

las cuales se han mencionado en el documento. En la Ilustración 4 se presentan los 3 subprocesos del proceso 4.1, cuyo símil es que en todos se planea.

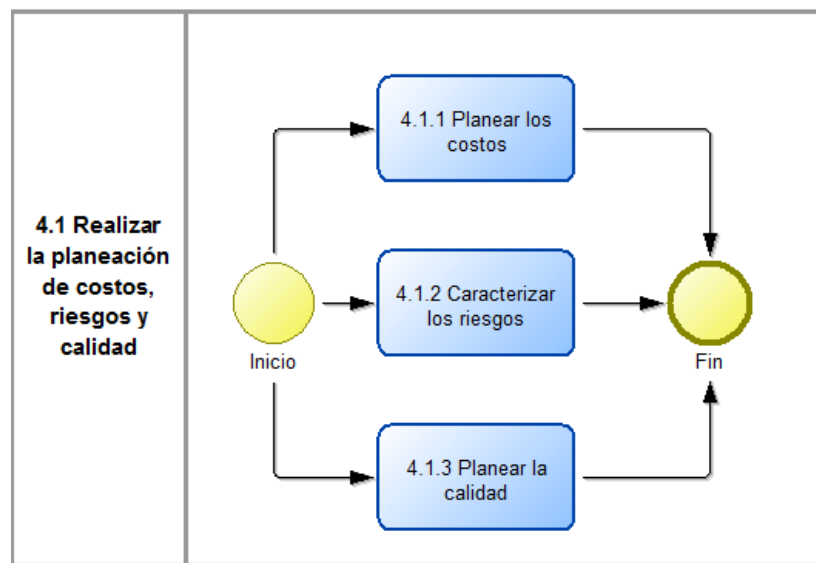


Ilustración 4: Proceso de Planeación

4.1.1 Planear Costos

Entrada

- ✓ Presupuesto mensual
- ✓ Lista de entregables
- ✓ Cronograma

Salida

- ✓ Valor Planeado (PV)

Para este subproceso se debe tener el cronograma, lista de hitos o entregables significativos y presupuesto mensual por entregable. Una vez se tenga esta información se procede a digitar en el prototipo tal como se muestra en la Ilustración 5, se describe cada entregable o hito y su presupuesto mensual.

RESERVA DE CONTINGENCIA		1750													
DIAS TOTALES		360													
FECHA	RESPONSABLE	RIESGO ESPECÍFICO	CATEGORÍA	ESTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO COSTOS	IMPACTO CRONOGRAMA	FCRV	FSRV	CRITICIDAD	PLAN DE MITIGACIÓN	ARC	PROBABILIDAD	IMPACTO COSTOS	IMPACTO CRONOGRAMA
9/02/2018	Lina	Debido a que con algunos interesados se realizó una reunión de 10 minutos para levantar requerimientos puede ocurrir que no queden claros los requerimientos ocasionando que el proyecto no cumpla las	Organizacional	Mitigado											
2/05/2018	Carlos	Debido a que compro un servidor en Canada puede ocurrir que no se cumpla con el tiempo de importación de 30 días ocasionando retrasos en el cronograma	Técnicos	Asumido											

Ilustración 6: Caracterización de Riesgos

4.1.2.1 Análisis Cualitativo de Riesgos

Para esta sección se requiere los riesgos listados, con el fin de que el equipo del proyecto estime la criticidad del riesgo.

RESERVA DE CONTINGENCIA		1750														
DIAS TOTALES		360														
FECHA	RESPONSABLE	RIESGO ESPECÍFICO	CATEGORÍA	ESTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO COSTOS	IMPACTO CRONOGRAMA									
9/02/2018	Lina	Debido a que con algunos interesados se realizó una reunión de 10 minutos para levantar requerimientos puede ocurrir que no queden claros los requerimientos ocasionando que el proyecto no cumpla las	Organizacional	Mitigado				3	5	20						
2/05/2018	Carlos	Debido a que compro un servidor en Canada puede ocurrir que no se cumpla con el tiempo de importación de 30 días ocasionando retrasos en el cronograma	Técnicos	Asumido				2	5	5						

Ilustración 7: Análisis Cualitativo de Riesgos

En esta sección se realizará el análisis cualitativo del riesgo el cual corresponde a una multiplicación de probabilidad de ocurrencia por un impacto, ya sea en costo o en cronograma. Tal como se muestra en la Ilustración 7.

En el prototipo se permite elegir la probabilidad de ocurrencia cuyo rango está entre 1 y 5, y el impacto de que el riesgo se materialice cuyas opciones son 1, 5, 20,50 y 100. Cabe resaltar que el impacto se divide en dos ya que debe estar alineado con el valor ganado, las dos variables son tiempo y costo. En la Tabla 9 y Tabla 10 se describe a qué corresponden estos valores de impacto y probabilidad. Donde Pr quiere decir probabilidad de ocurrencia e I quiere decir impacto.

Probabilidad de Ocurrencia	Descripción	
1	$0 < Pr \leq 0,10$	Rara vez: Muy baja probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es menor o igual del 10%
2	$0,10 < Pr \leq 0,25$	Eventual: Baja probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 10% y 25%
3	$0,25 < Pr \leq 0,45$	Moderado: Mediana probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 25% y 45%
4	$0,45 < Pr \leq 0,70$	Frecuente: Significativa probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 45% y 70%
5	$0,70 < Pr \leq 1$	Muy Frecuente: Muy alta probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 70% y 100%

Tabla 9: Descripción de Probabilidad de Ocurrencia del Riesgo

Magnitud de Impacto	Descripción	
1	$0 < I \leq 0,05$	Menor: No afecta, pérdidas o daños muy pequeños. Impacto menor al 5% en el tiempo o costo del proyecto.
5	$0,05 > I \leq 0,10$	Bajo Moderado: Afectación no significativa, daños pequeños. Impacto entre el 5% y el 10% en el tiempo o costo del proyecto.
20	$0,10 > I \leq 0,20$	Moderado: Afectación parcial; daños moderados. Impacto entre el 10% y el 20% en el tiempo o costo del proyecto.
50	$I > 0,20$	Mayor: Afectación total Temporal; daños significativos. Impacto de más del 20% en el tiempo o costo del proyecto.
100		Catastrófico: Afectación irrecuperable; daños considerables. Detiene o causa cancelación del proyecto.

Tabla 10: Descripción de Magnitud de Impacto del Riesgo

La criticidad es un atributo propio del riesgo para saber qué tan severo es, y su fórmula es el producto entre probabilidad e impacto. En la Tabla 11 se presentan 4 categorías de criticidad con su descripción e interpretación. Lo recomendado en nuestra propuesta es que se implemente un plan de respuesta al riesgo solo si su criticidad supera el 8,01%, ya que en validación con Wilbert Nivia experto en Riesgos, certificado en RMP nos recomienda que si un riesgo tiene una criticidad mayor a 8% se debe realizar un plan de respuesta al riesgo ya que según el PMI si se

tiene dicha criticidad puede incurrir en atrasos significativos o puede aumentar y causar la cancelación del proyecto.

Criticidad	Descripción e Interpretación	
Baja	$0 < C \leq 0,01$	Criticidad menor o igual al 1,0%
Media	$0,011 > C \leq 0,08$	Criticidad entre el 1,01% y el 8%
Alta	$0,081 > C \leq 0,20$	Criticidad entre el 8,01 y el 20%
Extrema	$C > 0,20$	Criticidad de más del 20%

Tabla 11: Criticidad de Riesgos

4.1.2.2 Análisis Cuantitativo de Riesgos

Se recomienda realizar en análisis cuantitativo a aquellos riesgos cuya criticidad sea alta o extrema, ya que estos pueden tener un gran impacto en los costos o en el cronograma del proyecto. Como salida tenemos un valor cuantitativo de cuánto nos costará el riesgo si este se materializa.

RESERVA DE CONTINGENCIA		1750										
DIAS TOTALES		360										
FECHA	RESPONSABLE	RIESGO ESPECÍFICO	CATEGORÍA	ESTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO COSTOS	IMPACTO CRONOGRAMA	FCRV	FSRV	CRITICIDAD	PLAN DE RESPUESTA	
9/02/2018	Lina	Debido a que con algunos interesados se realizó una reunión de 10 minutos para levantar requerimientos puede ocurrir que no queden claros los requerimientos ocasionando que el proyecto no cumpla las	Organizacional	Mitigado	3	5	20	5	53	43	Alto	
2/05/2018	Carlos	Debido a que compro un servidor en Canada puede ocurrir que no se cumpla con el tiempo de importación de 30 días ocasionando retrasos en el cronograma	Técnicos	Asumido	2	5	5	5	35	35	Medio	

Ilustración 8: Análisis Cuantitativo de Riesgos

En la Ilustración 8 se puede evidenciar la criticidad del riesgo lo cual hace parte del análisis cualitativo y se ve el análisis cualitativo, haciendo referencia a los campos de estimación del valor del riesgo en costo y cronograma, FCRV (Valor estimado de riesgos asociada a los costos) y FSRV (Valor estimado de riesgos asociada al cronograma) respectivamente.

- $FCRV = \text{Valor estimado de riesgos asociada a los costos} * \text{Reserva de Contingencia}$, el FCRV es un valor monetario y hace parte del análisis cuantitativo

- FSRV= Valor estimado de riesgos asociada al cronograma * Días planeados, el FSRV es un valor en días y hace parte del análisis cuantitativo.

4.1.2.3 Plan de Respuesta a los Riesgos

Este proceso se realiza para considerar los riesgos que ameriten un plan de acción o plan de respuesta al riesgo. Primero se debe analizar qué postura se va a tomar ante el riesgo, si es mitigar, compartir, eliminar o aceptar. Una vez se identifiquen dichos planes, se debe consignar en la herramienta el costo y duración del plan. En la Ilustración 9 se evidencia el prototipo con la forma en que deben quedar digitados los datos mencionados anteriormente.

RESERVA DE CONTINGENCIA 1750													
DIAS TOTALES 360													
						Estimado					Respuesta al Riesgo		
FECHA	RESPONSABLE	RIESGO ESPECÍFICO	CATEGORÍA	ESTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO COSTOS	IMPACTO CRONOGRAMA	FCRV	FSRV	CRITICIDAD	PLAN DE RESPUESTA	ARD	ARC
9/02/2018	Lina	Debido a que con algunos interesados se realizó una reunión de 10 minutos para levantar requerimientos puede ocurrir que no queden claros los requerimientos ocasionando que el proyecto no cumpla las expectativas.	Organizacional	Mitigado	3	5	20	\$ 53	43	Alto	Se debe mitigar programando otra reunión donde se explique el requerimiento entendido y al finalizar se debe firmar un acta para dejar todo claro.	10	\$ 20

Ilustración 9: Plan de Respuesta a Riesgos

4.1.3 Planear la Calidad

Entradas

- ✓ Valor Planeado (PV)
- ✓ Criterios de aceptación de entregables

Salidas

- ✓ Análisis Cuantitativo de Calidad

En este subproceso se realiza un análisis de los entregables a los que se les debe gestionar la calidad, calculando y estimando cuánto sería el costo del FC (Failure cost), costo de fracaso del entregable y calculando el % del *valor planeado (PV)*. Con esto se estima el costo de conformidad (CC). Recordemos que en proyectos es más económico en cuanto a tiempo y costos las acciones preventivas que correctivas, esta tarea se puede visualizar en la Ilustración 10.

EDT	ENTREGABLE	ESTIMADO			
		PV	FC	% DEL PV	CC
1,1	Documentación	\$1.000	\$100	10%	\$80
1,2	Requerimientos	\$2.000	\$150	8%	\$200
1,3	Diseño	\$3.000	\$0	0%	\$0
1,4	Pruebas	\$4.000	\$500	13%	\$300
1,5	Herramienta	\$5.000	\$1.000	20%	\$450

Ilustración 10: Planear la Calidad

4.2 Reportar Avances Periódicos

Como parte de este proceso se registran los avances del proyecto respecto a las tres áreas de conocimiento trabajadas en este documento. Además, se organizan regularmente reuniones para administrar el equipo del proyecto, es decir, discutir regularmente el progreso del proyecto y determinar las prioridades siguientes. En la Ilustración 11 se muestran los 3 subprocesos del proceso 4.2, cuyo símil es que todos estos registran el avance del proyecto o los datos de ejecución que se da por el desarrollo del mismo.

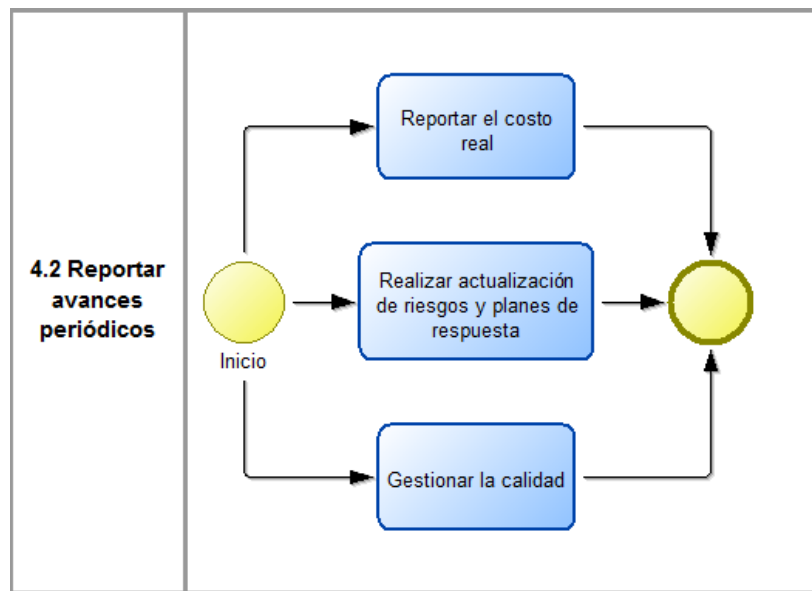


Ilustración 11: Proceso Reportar Avances Mensuales

4.2.1 Reportar el Costo Real

Entradas

- ✓ WPD de costos

Salidas

✓ AC

Este subproceso tiene como objetivo obtener el costo real de cada entregable en el mes. En pocas palabras, es calcular el AC con el gasto de cada entregable. En Ilustración 12 se muestra cómo se propone en el prototipo.

COSTO ACTUAL (AC)															
EDT	ENTREGABLE		ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	TOTAL
1,1	Documentación	\$1.000	\$500	\$500											\$1.000
1,2	Requerimientos	\$2.000			\$1.800	\$200	\$500								\$2.500
1,3	Diseño	\$3.000					\$1.500	\$1.000	\$500						\$3.000
1,4	Pruebas	\$4.000								\$1.000	\$1.000	\$1.000	\$500		\$3.500
1,5	Herramienta	\$5.000												\$5.000	\$5.000
-	-														0
-	-														0
-	-														0
-	-														0
-	-														0
-	-														0
COSTO TOTAL			\$500	\$500	\$1.800	\$200	\$2.000	\$1.000	\$500	\$1.000	\$1.000	\$1.000	\$500	\$5.000	
COSTO ACTUAL ACUMULATIVO			\$500	\$1.000	\$2.800	\$3.000	\$5.000	\$6.000	\$6.500	\$7.500	\$8.500	\$9.500	\$10.000	\$15.000	

Ilustración 12: Costo Real

En la Ilustración 12 se evidencia la parte totalmente diligenciada de los costos actuales. Esta conserva el mismo formato que PV donde se indica el número de la EDT y se lista el entregable, luego está el campo del presupuesto inicial, la línea de tiempo y un total. Aquí no es necesario que coincida el presupuesto con el total ya que en la realidad no siempre lo presupuestado es lo ejecutado. Por ejemplo, se puede ver que el entregable 1,2 *Requerimientos* tenía un presupuesto de \$2000 USD y realmente se gastó \$2500 USD.

4.2.2 Realizar Actualización de Riesgos y Planes de Respuesta

Entradas

- ✓ WPD de riesgos
- ✓ Nuevos Riesgos

Salidas

- ✓ Análisis cuantitativo y cualitativo de nuevos riesgos
- ✓ Datos de Ejecución de plan de respuesta de riesgos

Este subproceso hace parte de la etapa de ejecución del proyecto y al igual que el anterior, el objetivo es incluir todo riesgo encontrado o materializado en el desarrollo del proyecto que no se

haya considerado, además de ejecutar el plan de respuesta de riesgo establecido en el proceso de planeación. Una vez se ejecute el plan de respuesta al riesgo se debe realizar y registrar otro análisis cualitativo y cuantitativo para del riesgo residual, tal como se ve en la Ilustración 13.

PROBABILIDAD	Estimado					Respuesta al Riesgo			Riesgo Residual				
	IMPACTO COSTOS	IMPACTO CRONOGRAMA	FCRV	FSRV	CRITICIDAD	PLAN DE RESPUESTA	ARD	ARC	PROBABILIDAD	IMPACTO COSTOS	IMPACTO CRONOGRAMA	RCRV	RSRV
3	5	20	\$ 53	43	Alto	Se debe mitigar programando otra reunion donde se explique el requerimiento entendido y al finalizar se debe firmar un acta para dejar todo claro.	10	\$ 20	1	5	20	\$ 18	14

Ilustración 13: Subproceso realizar actualización de riesgos y planes de respuesta

En la ilustración 13 se muestra un ejemplo de reevaluación del riesgo residual, esto se evidencia en los campos RCRV (el valor del riesgo residual de costos) y RSRV (el valor del riesgo residual del cronograma.)

- $RCRV = ((Pr * I) / 500) * \text{Reserva de Contingencia}$, Recordemos que el I y la Pr son referentes al riesgo residual los cuales se originan de un nuevo análisis cuantitativo
- $RSRV = ((Pr * I) / 500) * \text{Días planeados}$, Recordemos que el I y la Pr son referentes al riesgo residual los cuales se originan de un nuevo análisis cuantitativo

El propósito de ejecutar los planes de acción a los riesgos es disminuir el impacto o la probabilidad de ocurrencia de este. Una vez disminuida una de estas variables, se convierte en riesgo residual y es separado en dos riesgos residuales de costo y de tiempo. Para poder saber si el plan fue efectivo o no, se debe evaluar nuevamente la probabilidad e impacto de este riesgo residual. Es por esto que periódicamente el equipo debe analizar de nuevo la situación de los riesgos y ser más enfáticos en los riesgos residuales.

4.2.3 Gestionar la Calidad

Entradas

- ✓ WPD de calidad

Salidas

✓ Porcentaje de aceptación de entregables

El objetivo de este subproceso es verificar que en los entregables donde se debe gestionar la calidad se haga el proceso, ya que se le pregunta al usuario o cliente qué tanto acepta ese entregable. La entrada principal de este subproceso es la salida del subproceso el 4.1.3, en la Ilustración 14 se puede evidenciar, como parte de un ejercicio ilustrativo, cómo se representaría este concepto en un proyecto real. En la columna “REAL” se encuentra lo que el gerente del proyecto debe digitar, es decir lo referente al porcentaje aceptación de cada entregable. Este porcentaje se puede dar por una encuesta dada al cliente, usuario o interesado, o simplemente puede ser cantidad de atributos cumplidos sobre el total solicitado.

CALIDAD						
EDT	ENTREGABLE	ESTIMADO				REAL
		PV	FC	% DEL PV	CC	PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN
1,1	Documentación	\$1.000	\$100	10%	\$80	100%
1,2	Requerimientos	\$2.000	\$150	8%	\$200	70%
1,3	Diseño	\$3.000	\$0	0%	\$0	98%
1,4	Pruebas	\$4.000	\$500	13%	\$300	100%
1,5	Herramienta	\$5.000	\$1.000	20%	\$450	100%

Ilustración 14: Gestionar la Calidad

4.3 Evaluar Resultados Periódicos

Este proceso tiene como objetivo proporcionar la información de manera oportuna, sin retrasos, para realizar acciones preventivas. Es por esto que la mejor manera de representar la información es con indicadores que cumplan con la metodología S.M.A.R.T y gráficas que evidencia la evolución del proyecto. En la Ilustración 15 se muestran los 4 subprocesos del proceso 4.3, cuyo símil es que todos tienen como fin organizar los datos en informes de avance mediante indicadores y gráficas.

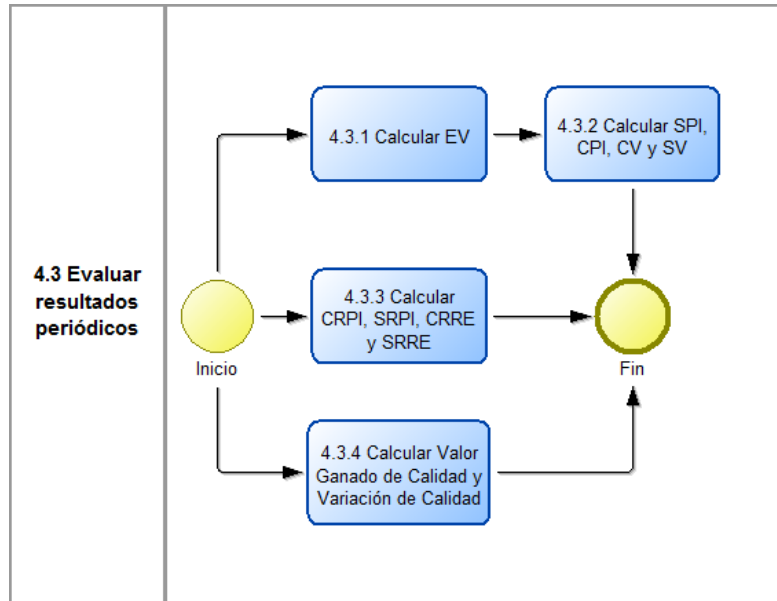


Ilustración 15: Proceso Evaluar Resultados Mensuales

4.3.1 Calcular EV

Entradas

- ✓ WPD del trabajo
- ✓ Porcentaje de avance de cada entregable

Salidas

- ✓ Valor Ganado (EV)

Durante este subproceso el usuario registra el porcentaje de avance de cada entregable.

VALOR GANADO (EV)														
EDT	ENTREGABLE	PRESUPUESTO	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
1.1	Documentación	\$1.000	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1.2	Requerimientos	\$2.000			70%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1.3	Diseño	\$3.000					50%	83,84%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1.4	Pruebas	\$4.000								25%	35%	70%	100%	100%
1.5	Herramienta	\$5.000												100%
-	-	-												
-	-	-												
-	-	-												
-	-	-												
-	-	-												
-	-	-												
VALOR GANADO ACUMULADO			\$500	\$1.000	\$2.400	\$2.800	\$4.500	\$5.515	\$6.000	\$7.000	\$7.400	\$8.800	\$10.000	\$15.000

Ilustración 16: Valor Ganado (EV)

En la Ilustración 16 se presenta la sección de valor ganado completamente diligenciada, la cual busca que el usuario ingrese su porcentaje de avance. Conserva el mismo formato usado para

registrar PV y AC, además de las entradas provenientes de la EDT: entregable y presupuesto. Al final tiene una fila con el valor ganado acumulado en términos monetarios mensuales.

4.3.2 Calcular SPI, CPI, CV, SV

Entradas

- ✓ Valor Planeado (PV)
- ✓ Costo Real (AC)
- ✓ Valor Ganado (EV)

Salidas

- ✓ Índice del Rendimiento del Coste (CPI)
- ✓ Índice del Rendimiento del Cronograma (SPI)
- ✓ Variación de Costos (CV)
- ✓ Variación de Cronograma (SV)

Este proceso recibe como entrada la salida del subproceso 4.3.1 y los subprocesos 4.1.1 y 4.2.1, los cuales hacen referencia a PV y AC respectivamente. Con este insumo se calculan los indicadores de *valor ganado* mencionados en la Tabla 3 del marco teórico. En esa tabla se encuentra la fórmula de cada indicador y su respectiva descripción e interpretación. Estos 4 indicadores son importantes porque reflejan el estado del proyecto en cuanto a costo (*CPI* y *CV*) y tiempo (*SPI* y *SV*).

4.3.3 Calcular CRPI, SRPI, SRRE, CRRE

Entradas

- ✓ Actividades 4.1.2 (Planeación de riesgos)
- ✓ Actividades 4.2.2 (Datos de Implementación de planes de respuesta a riesgos)

Salidas

- ✓ Índice de rendimiento del riesgo de costos (CRPI)
- ✓ Índice de rendimiento del riesgo de cronograma (SRPI)
- ✓ Eficiencia de la respuesta al riesgo del Cronograma (SRRE)
- ✓ Eficiencia de la respuesta al riesgo de costos (CRRE)

Este proceso recibe como entrada la salida de los subprocesos 4.1.2 y 4.2.2, los cuales hacen referencia a caracterización del riesgo y a la ejecución de los planes de respuesta. Los primeros dos indicadores fueron descritos en el estado del arte. Los indicadores *SRRE* y *CRRE* hacen parte de esta propuesta, y son descritos a continuación:

- Eficiencia de la respuesta al riesgo de costos (*CRRE*)

La eficiencia de la respuesta al riesgo de costos (*CRRE*) mide la eficiencia del plan de mitigación en cuanto a costo monetario. Este indicador se calcula de la siguiente manera: en el numerador está la resta entre el valor estimado de riesgos asociada a los costos (*FCRV*) el valor del riesgo residual de costos (*RCRV*), y en el denominador está el costo del plan de mitigación (*ARC*). El resultado indica la eficiencia del plan implementado, esta se podría ver como una especie de ROI, porque para la implementación del plan de respuesta al riesgo se hizo uso de un dinero y hubo un retorno. Es decir, ¿de lo invertido cuánto gané? sería la pregunta que responde este indicador. A continuación, se muestra el proceso para el cálculo del indicador mencionado.

$$CRRE = \frac{FCRV - RCRV}{ARC}$$

CRRE > 1	La eficiencia del plan de mitigación de costos es buena
CRRE = 1	La eficiencia del plan de mitigación de costos no es nada
CRRE < 1	La eficiencia del plan de mitigación costos es pobre

Tabla 12: Interpretación del CRRE

En la Tabla 12 se muestran los posibles valores del indicador y su respectiva interpretación.

- Eficiencia de la respuesta al riesgo del Cronograma (*SRRE*)

La eficiencia de la respuesta al riesgo de cronograma (*SRRE*) mide la eficiencia del plan de mitigación en cuanto a costo monetario. Este indicador se calcula de la siguiente manera: en el numerador esta la resta del valor estimado de riesgos asociada al cronograma (*FSRV*) del valor del riesgo residual del cronograma (*RSRV*), y en el denominador está el tiempo del plan de mitigación (*ARD*). El resultado indica la eficiencia del plan implementado, esta se podría ver como una especie de ROI, porque para la implementación del plan de respuesta al riesgo se realizó en un tiempo determinado, se invirtió unos días o meses y hubo un retorno en cuanto a tiempo por el esfuerzo. Es decir, ¿de lo invertido cuánto gané? sería la pregunta que responde este indicador. A continuación, se muestra el proceso para el cálculo del indicador mencionado.

$$SRRE = \frac{FSRV - RSRV}{ARD}$$

SRRE > 1	La eficiencia del plan de mitigación de cronograma es buena
SRRE = 1	La eficiencia del plan de mitigación de cronograma no es nada
SRRE < 1	La eficiencia del plan de mitigación de cronograma es pobre

Tabla 13: Interpretación del SRRE

En la Tabla 13 se evidencian los posibles valores del indicador y su respectiva interpretación.

4.3.4 Calcular QEV Y QV

Entradas

- ✓ Actividades 4.1.3
- ✓ Actividades 4.2.3

Salidas

- ✓ Valor Ganado de la Calidad (QEV)
- ✓ Variación de la Calidad (QV)

Este proceso recibe como entrada la salida de los subprocesos 4.1.3 y 4.2.3, los cuales hacen referencia a planear la calidad y gestionar la calidad respectivamente. Es importante tener en cuenta que una buena gestión de la calidad es indispensable para dar cumplimiento al alcance planteado en el inicio del proyecto, puesto que con dicha calidad se espera cumplir los requisitos establecidos y satisfacer las exigencias del usuario.

Dicho lo anterior, el propósito de monitorear la calidad es realizar el aseguramiento de ésta y evitar los costos de no conformidad por calidad. Este subproceso tiene como función medir la capacidad del proyecto para cumplir con los requisitos de calidad definido por el interesado del proyecto, durante la ejecución de este. Para monitorear que dicha función se logra, como parte de este proyecto hemos definido dos indicadores que integran métricas de costos y calidad, centrándose en proporcionar una idea instantánea de la eficiencia del proyecto para cumplir con los requisitos de calidad en función del valor ganado. A continuación se introducen los indicadores propuestos; el Capítulo 5 de este documento presenta sus detalles, ejemplificando y discutiendo su interpretación.

- Valor Ganado de Calidad (QEV)

El valor ganado de calidad está asociado a cada entregable, su función es la de indicar al gerente de proyecto o al líder de calidad qué tanto del presupuesto total (PV) de un entregable fue realizado con calidad. La forma de calcularlo es multiplicar el porcentaje de aceptación cuya salida es la del proceso 4.2.3 Gestionar la Calidad por el PV salida del proceso Planear el presupuesto.

$$QEV = PV \times \% \text{ de aceptación}$$

Dando como resultado un valor monetario, en la Tabla 14 se puede ver la descripción de los diferentes resultados de este indicador.

QEV = PV	El entregable fue aceptado al 100% ganado cada peso presupuestado
QEV < PV	El entregable no fue aceptado satisfactoriamente, hubo pérdida de dinero

Tabla 14: QEV

Sin embargo, puede darse el caso que algunos entregables sean aceptados por el cliente sin que su porcentaje de aceptación sea del 100%, o algunos entregables no requieran una gestión de la calidad profunda. Es importante notar que cuando $QEV = PV$, se está realizando los entregables con calidad y son aceptados por el usuario. Por el contrario, si $QEV < PV$ el entregable no está siendo aceptado en un 100% pero puede ser aceptado con un porcentaje inferior.

- Variación de la Calidad (QV)

La variación de la calidad mide la diferencia entre QEV y PV; este indicador se calcula de la resta al *valor ganado de calidad* del presupuesto total del entregable (valor planeado-PV).

$$QV = QEV - PV$$

5. INTEGRACIÓN DE INDICADORES

Este capítulo presenta indicadores resultado de la integración de tres áreas de conocimiento, costos, calidad y riesgos. Para ilustrar el proceso 4.3 Evaluar los resultados mensuales, se explica cómo calcular los indicadores y la interpretación de estos. Se usan los datos de un proyecto real de una entidad financiera y se partirá con que ya se cumplieron los procesos anteriores y se cuentan con todos los insumos para iniciar el proceso 4.3.

5.1 Costos

Partiendo de que se cumplieron los procesos 4.1 Realizar la planeación de costos, riesgo y calidad, 4.2 Reportar avances mensuales y el 4.3.1 Calcular el Valor Ganado; se presenta la Tabla 15, en la que se registraron los datos de desempeño del trabajo (WPD), es decir el *Costo Real*, y se debió registrar el *Valor Planeado*. La tabla muestra el *valor planeado*, costo real y valor ganado mes a mes con el cálculo de los indicadores de costo y cronograma: CPI, SPI, CV, SV.

	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18
Presupuesto (BAC)	\$15.000	\$15.000	\$15.000	\$15.000	\$15.000	\$15.000	\$15.000	\$15.000	\$15.000	\$15.000
Valor Ganado (EV)	\$100	\$200	\$650	\$1.100	\$2.500	\$4.100	\$4.650	\$4.900	\$5.300	\$6.700
Costo Real (AC)	\$500	\$1.300	\$3.100	\$3.850	\$6.350	\$8.650	\$8.770	\$9.770	\$11.020	\$12.420
Valor Planeado (PV)	\$500	\$1.000	\$2.800	\$3.000	\$4.500	\$5.500	\$6.000	\$7.000	\$8.000	\$9.000
Variación de Costos (CV)	-\$400	-\$1.100	-\$2.450	-\$2.750	-\$3.850	-\$4.550	-\$4.120	-\$4.870	-\$5.720	-\$5.720
Variación del Cronograma (SV)	-\$400	-\$800	-\$2.150	-\$1.900	-\$2.000	-\$1.400	-\$1.350	-\$2.100	-\$2.700	-\$2.300
Índice de Desempeño de Costo (CPI)	0,20	0,15	0,21	0,29	0,39	0,47	0,53	0,50	0,48	0,54
Índice de Desempeño de Cronograma (SPI)	0,20	0,20	0,23	0,37	0,56	0,75	0,78	0,70	0,66	0,74

Tabla 15: Datos de Desempeño del proyecto

Con el fin de ilustrar la explicación de los indicadores de valor ganado nos remitimos al mes de octubre para analizar la situación actual del proyecto. Se tiene que el Costo Real acumulado es de \$12.420, Valor Planeado \$9.000 y Valor Ganado de \$6.700 con estos datos procedemos a calcular los indicadores.

- $CV = EV - AC \rightarrow CV = \$6.700 - \$12.420 = -\5.720
- $SV = EV - PV \rightarrow SV = \$6.700 - \$9.000 = -\2.300
- $CPI = \frac{EV}{AC} \rightarrow CPI = \frac{\$6.700}{\$12.420} = 0.54$

- $$SPI = \frac{EV}{PV} \rightarrow SPI = \frac{\$6.700}{\$9.000} = 0.74$$

Los datos arrojados permiten interpretar lo siguiente, dado que el CV es negativo se entiende que el proyecto está sobre ejecutado en el valor de \$5.720, es decir que se está perdiendo \$5.720. Por otra parte, el hecho de que SV sea negativo quiere decir que con respecto al cronograma se está perdiendo \$2.300. En cuanto al índice de rendimiento de costos (CPI) que es de 0.54, nos indica que la eficacia financiera del proyecto es mala, ya que estamos sobre ejecutados y puede ocurrir que se acabe el presupuesto antes de tiempo. El índice de rendimiento de la programación de este proyecto es de 0.74 lo cual dice que el proyecto se encuentra retrasado según la programación. Como conclusión estos 4 indicadores no sirven para saber el estado actual del proyecto en cuanto a tiempo reflejado en tiempo y en costos según su ejecución. Como se pudo ver este proyecto está retrasado y sobre ejecutado por lo cual, el gerente debe de establecer un plan de acción para ponerse al día sin sobrecostos o solicitar un control de cambios en presupuesto para contratar más mano de obra.

En el prototipo de la herramienta se recomiendan dos gráficos para representar el valor ganado, los cuales se presentan en esta sección.

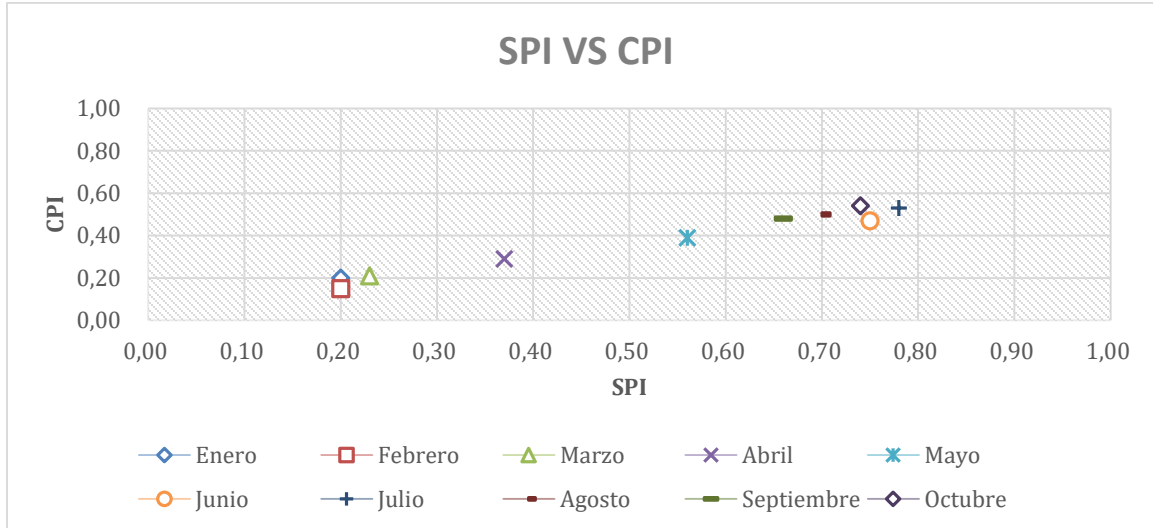


Ilustración 17: Gráfica SPI vs CPI

La Ilustración 17 muestra el SPI Vs CPI, donde el eje x es el SPI y el eje y es el CPI, cada mes es un punto de dos coordenadas en la gráfica. Esta es útil porque con ella podemos revisar la evolución del proyecto mes a mes. Por ejemplo, se puede ver que en Julio el proyecto alcanzó su mejor desempeño en cuanto a costo y tiempo. Hubo una mejoría de septiembre a octubre.

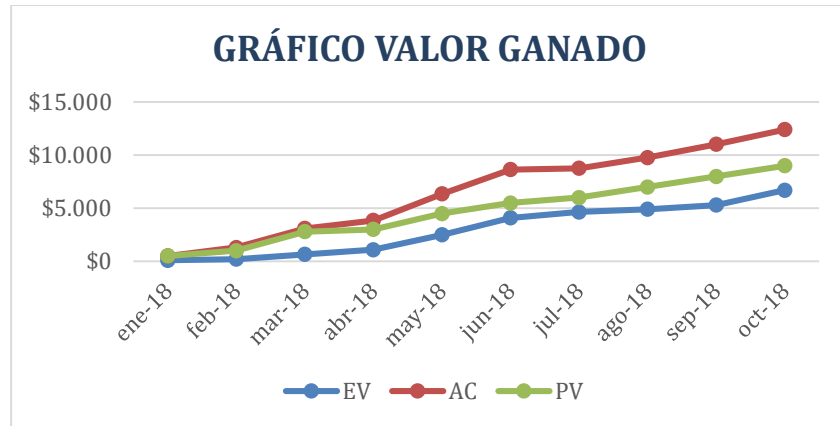


Ilustración 18: Gráfica del Valor Ganado

La Ilustración 18 nos indica los valores de PV, AC y EV mes a mes. Con estas curvas podemos tener la misma interpretación que con los indicadores. Si la curva de AC está por encima de EV quiere decir que el proyecto se encuentra sobre ejecutado. Si PV está por encima de EV quiere decir que el proyecto se encuentra atrasado.

5.2 Riesgos

Partiendo de que se ejecutaron correctamente los procesos anteriores se obtiene la Tabla 16, donde se realizó la evaluación cualitativa del riesgo, se planeó el plan de respuesta y se desarrolló otro análisis cualitativo del riesgo residual después de ejecutar el plan. A manera de ejemplo se seleccionaron 3 riesgos. Recordemos que *Pr* quiere decir probabilidad de ocurrencia, *I costos* quiere decir impacto de costo, e *I tiempo* quiere decir impacto de tiempo.

Riesgo	RIESGO ESTIMADO			PLAN DE RESPUESTA			RIESGO RESIDUAL		
	Pr	I Costo	I Tiempo	Plan de Respuesta	ARD	ARC	Pr	I Costo	I Tiempo
Riesgo 1	3	5	20	X1	15	\$2.000	3	5	5
Riesgo 2	2	5	50	X2	35	\$1.500	2	5	5
Riesgo 3	1	5	5	X3	5	\$500			

Tabla 16: Análisis cualitativo de riesgos

En la Tabla 17, se representa el análisis cuantitativo de riesgo en los campos de valor estimado de riesgos asociada a los costos (FCRV) y Valor estimado de riesgos asociada al cronograma (FSRC), los cuales corresponden a la multiplicación de probabilidad por impacto de costos y cronograma respectivamente del riesgo estimado. Para el riesgo residual se repite la misma

operación, el valor del riesgo residual de costos (RCRV) y el valor del riesgo residual del cronograma (RSRV), estos hacen referencia a la evaluación cuantitativa del riesgo residual después del plan de respuesta al riesgo. Por ejemplo, para el riesgo 3 no se implementó el plan de respuesta ya que el costo y tiempo del plan es superior a los valores del riesgo una vez se materialice.

Riesgo	Riesgo Estimado		Riesgo Residual		Indicadores			
	FCRV	FSRV	RCRV	RSRV	CRPI	SRPI	CRRE	SRRE
Riesgo 1	\$5.300	43	\$1.800	14	0,66	0,67	1,75	1,93
Riesgo 2	\$1.500	10	\$1.500	10	0	0	0	0
Riesgo 3	\$350	7						

Tabla 17: Análisis cuantitativo e indicadores de riesgo

Se realiza el cálculo de los indicadores del primer riesgo, no se realiza para el segundo porque dan 0 por fórmula, esto quiere decir que los valores del riesgo estimado son igual al residual.

- $CRPI = \frac{FCRV - RCRV}{FCRV} \rightarrow CRPI = \frac{\$5.300 - \$1.800}{\$5.300} = 0,66$
- $SRPI = \frac{FSRV - RSRV}{FSRV} \rightarrow SRPI = \frac{43 - 14}{43} = 0,67$
- $CRRE = \frac{FCRV - RCRV}{ARC} \rightarrow CRRE = \frac{\$5.300 - \$1.800}{\$2.000} = 1,75$
- $SRRE = \frac{FSRV - RSRV}{ARD} \rightarrow SRRE = \frac{43 - 14}{15} = 1,93$

Con estos indicadores lo que podemos decir del riesgo 1 y su plan de respuesta es que fueron óptimos, ya que se redujeron los valores de costos de riesgo y cronograma, pasó de \$5.300 a \$1.800 y de 43 a 14 días, por lo cual los indicadores de riesgo dan 0,66 y 0,67 respectivamente. Estos indicadores representan la disminución del riesgo en términos cualitativos. Por esto que si los indicadores llegan a 1 será su mejor valor, entre 0 y 1 quiere decir que hubo una buena gestión de riesgo y menor a 0 significa que el riesgo empeoró.

Ahora los indicadores de eficiencia de riesgo, los cuales son CRRE y SRRE, indican qué tan eficiente fue mi plan de respuesta al riesgo. Se puede ver de cierta manera estos indicadores como un ROI, es decir que del tiempo y costo que invertí en mi plan de respuesta cuánto fue lo que se ganó. Por ejemplo, en el riesgo 1, en cuanto a tiempo se ganó 1,93 veces el tiempo que se invirtió y en costo fue 1,75. Por lo cual se concluye que el plan de respuesta al riesgo fue óptimo al generar ahorros en tiempo y costo.

5.3 Calidad

Partiendo de que se cumplieron los procesos previos se tienen los siguientes datos. En la Tabla 18 está la información organizada de tal manera que muestra por cada entregable su valor planeado, el costo estimado de falla (FC), el porcentaje del PV el cual representa ese costo con respecto al PV, y el costo de conformidad (CC). Con esta información se toma la decisión de a qué entregable se le gestiona la calidad. Por ejemplo, para el entregable “Pruebas” sí vale la pena invertir ese dinero, pero se puede pensar que para los entregables “Documentación” y “Requerimientos” no valdría la pena. En el ciclo de ejecución se presentan los entregables al cliente y/o sponsor, quien deberá indicar su porcentaje de aceptación.

Entregable	Estimado				Real	Indicadores	
	PV	FC	% del PV	CC	Porcentaje de Aceptación	Valor ganado Calidad	Variación de Calidad
Documentación	\$1.000	\$100	10%	\$80	95%	\$950	-\$50
Requerimientos	\$2.000	\$300	15%	\$280	70%	\$1.400	-\$600
Diseño	\$3.000	\$0	0%	\$0	98%	\$2.940	-\$60
Pruebas	\$4.000	\$1.200	30%	\$850	100%	\$4.000	\$0
Herramienta	\$5.000	\$2.200	44%	\$1.000	100%	\$5.000	\$0
TOTAL	\$15.000	\$3.800	-	\$2.210	-	\$14.290	\$710

Tabla 18: Datos para estimar la calidad

Para este ejemplo en particular se puede ver que el entregable “Herramienta” tiene un valor ganado de calidad de \$5.000 al igual que su valor planeado. Se presenta un ejemplo de cómo se calculan estos valores por entregable.

- $QEV = PV \times \% \text{ de aceptación} \rightarrow QEV = \$5000 \times 100\% = \$5000$
- $QV = QEV - PV \rightarrow QV = \$5.000 - \$5.000 = 0$

Para realizar una interpretación de estos indicadores lo que se realiza es la sumatoria del PV de cada entregable para tener un total del proyecto. En este caso el resultado es de \$15.000 y se obtiene un valor ganado de \$14.290, además existe una variación de calidad de \$710, es decir que se aceptó en un 95.3%. Si nos vamos al detalle, nos damos cuenta que únicamente hubo problema con el entregable de “Requerimientos”, ya que su porcentaje fue de 70%. Se debe enfocar el esfuerzo en realizar dicho entregable con calidad. Lo ideal de este indicador es que QEV sea igual a PV y que la variación sea lo más cercana a cero. Sin embargo, esto se debe validar con políticas de la empresa para saber el porcentaje de calidad exigido. La entidad del

ejemplo, tiene un porcentaje de aceptación del 95%, lo cual quiere decir que el proyecto se encuentra en el estándar.

En la Ilustración 19 se representan los datos mencionados anteriormente, *el Valor Planeado y el Valor Ganado de Calidad*. Dicho grafico sirve para realizar informes de alta gerencia donde se representen de manera interactiva los datos de calidad.

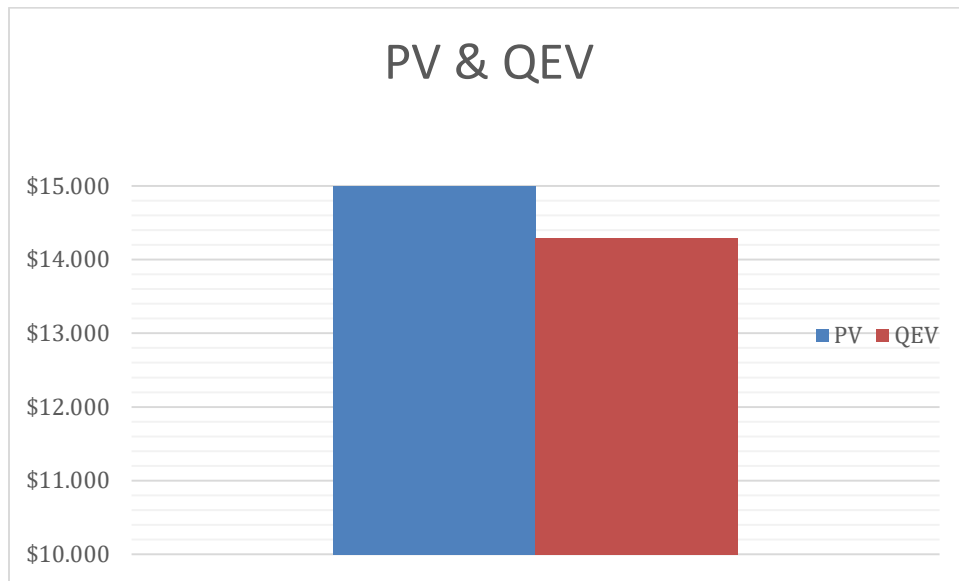


Ilustración 19: Valor Planeado vs Valor Ganado de Calidad

6. DISEÑO DE EXPERIMENTO DE VALIDACIÓN

6.1 Evaluación para la Validación del Modelo Propuesto

En este capítulo se presenta la validación del proceso propuesto, la cual se realizó de dos maneras; la primera se llevó a cabo con la PMO del Banco de Occidente, en donde se indagó la manera cómo ellos hacen el seguimiento de los proyectos y qué indicadores tienen en cuenta para evaluar el desempeño del mismo. La segunda validación está basada en juicio de expertos. Para esto se definió el perfil de las personas que evaluaron el proceso que se propone para el seguimiento de costos, calidad y riesgos, junto con la aplicabilidad de los indicadores descritos en el Capítulo 5.

El perfil del experto debía cumplir con los siguientes requisitos:

- Una persona certificada como PMP, ya que estamos basando la propuesta en el PMBok Versión 6
- Que contaran con mínimo 5 años de experiencia en temas de gerencia de proyectos.

Se plantearon sesiones independientes con cada experto para presentar el proceso plasmando en un prototipo de herramienta; las reuniones tuvieron una duración entre treinta y sesenta minutos en donde se realizó una corta exposición con los siguientes temas:

1. Contextualización
2. Presentar el proceso por medio del prototipo
3. Evaluación de atributos de calidad definidos (presentados más adelante)
4. Registro de observaciones y comentarios

Una vez terminados los puntos 1 y 2, cada experto realizó la validación del proceso propuesto por medio del diligenciamiento del formato de evaluación, el cual se diseñó teniendo en cuenta la regla “SMART” definida en el numeral 2.1.2 del Marco Teórico de este trabajo, y las áreas de conocimiento en las cuales se enfoca nuestro proceso propuesto: costos, calidad y riesgos.

Para cada letra de la regla se formularon dos preguntas que permiten identificar qué tan alineados están los indicadores presentados en el modelo propuesto con el seguimiento de los costos, calidad y riesgo de los proyectos. La calificación de las mismas se hizo entre 1 y 5, donde 1 es que el experto está en desacuerdo y 5 significa que está completamente de acuerdo.

Las preguntas incluidas en el formato de validación son las siguientes, teniendo en cuenta la regla SMART:

- **S (Específico):**

1. ¿El proceso propuesto permite generar un informe claro acerca del estado de un proyecto?
2. ¿El proceso propuesto permite generar un informe claro acerca del estado de un proyecto?

- **M (Medible):**

1. ¿Los indicadores del proceso propuesto permiten medir la eficiencia del proyecto?
2. ¿Los resultados de los indicadores del proceso propuesto permite ser expresado cuantitativamente?

- **A (Alcanzable):**

1. ¿Los indicadores están enfocados hacia el logro de los objetivos del proyecto?
2. ¿Considera que el cálculo y la interpretación de los indicadores son claros para los interesados del proyecto?

- **R (Relevante):**

1. ¿Cree usted que los indicadores son aplicables a todo tipo de proyecto?
2. ¿El indicador permite tener un control del área de conocimiento correspondiente?

- **T (A Tiempo):**

1. ¿El indicador permite tener un control del área de conocimiento correspondiente?
2. ¿Las alertas que generan los indicadores permiten implementar correctivos dentro del tiempo estipulado del proyecto?

La Tabla 19 muestra el formato de evaluación del proceso propuesto que diligenciaron los expertos en las sesiones individuales programadas.

		FORMATO DE EVALUACIÓN															
		PROCESO PARA SEGUIMIENTO DE COSTOS, CALIDAD Y RIESGOS															
CRITERIOS		PREGUNTAS/ INDICADORES	COSTOS					CALIDAD					RIESGO				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
S	Específico	¿El proceso propuesto permite generar un informe claro acerca del estado de un proyecto?															
		¿Considera que el indicador es esencial para la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto?															
M	Medible	¿Los indicadores del proceso propuesto permiten medir la eficiencia del proyecto?															
		¿Los resultados de los indicadores del proceso propuesto permiten ser expresado cuantitativamente?															
A	Alcanzable	¿Los indicadores están enfocados hacia el logro de los objetivos del proyecto?															
		¿Considera que el cálculo y la interpretación de los indicadores son claros para los interesados del proyecto?															
R	Relevante	¿Cree usted que los indicadores son aplicables a todo tipo de proyecto?															
		¿El indicador permite tener un control del área de conocimiento correspondiente?															
T	A Tiempo	¿Considera que los indicadores son medibles dentro del tiempo de ejecución de los proyectos?															
		¿Las alertas que generan los indicadores permiten implementar correctivos dentro del tiempo estipulado del proyecto?															
¿Usted recomendaría el uso de los indicadores para el seguimiento de proyectos?			SÍ 😊					NO ☹️									
Observaciones y/o comentarios																	
Nota: Favor responder las preguntas teniendo en cuenta cada uno de los indicadores del proceso propuesto y considerando que el 1 es que se encuentra en desacuerdo y 5 que está de acuerdo.																	

Tabla 19: Formato de Evaluación del Proceso Propuesto

Se realizó un análisis de resultados a través de gráficas por área de conocimiento, con el fin de conocer la percepción y aceptación del modelo propuesto. Este se consideró un proceso viable, ya que su ponderación fue mayor a 4.5.

7. RESULTADOS OBTENIDOS

Con el fin de realizar la validación del proceso propuesto y de la aplicabilidad de los indicadores descritos en el Capítulo 5, seleccionamos seis expertos que cumplieron con el perfil detallado en el Capítulo 6.

7.1 Validación Experto 1

Víctor Parra es Ingeniero Electricista, con 19 años de experiencia en proyectos. Su vida laboral la ha ocupado principalmente en ser interventor de obra eléctrica y obra de Aire Acondicionado, realizó un diplomado en proyectos del PMI en el 2008 en la Universidad Javeriana.

La reunión presencial que se tuvo con el Experto 1 duró 37 minutos, en esta se realizó una breve contextualización acerca de lo que trataría la reunión y los objetivos de la misma. Posteriormente se presentó el proceso propuesto para el seguimiento y control de proyectos a través del prototipo de herramienta construido. Aquí hubo una serie de preguntas por parte del señor Víctor, las cuales estaban enfocadas en conocer específicamente cómo se llevó a cabo el proceso conceptual para lograr la integración de los indicadores de costos, riesgos y calidad.

Al finalizar con la presentación del proceso propuesto y los indicadores creados para el seguimiento y control de proyectos, se realizó la evaluación del proceso para seguimiento de control, calidad y riesgos; este fue acompañado de unas observaciones y comentarios que el señor Víctor nos brindó y que están presentadas como trabajos futuros en el Capítulo 8.

La evaluación realizada por Víctor Parra, dio como resultado los siguientes porcentajes de aceptación en cuanto al proceso propuesto y uso de indicadores para el seguimiento y control de proyectos: 100% para costos, 90% para calidad y un 94% para riesgos.

Por lo tanto y teniendo en cuenta que la ponderación mínima para considerar la viabilidad del proceso propuesto debe ser de 4.5, se puede decir que para el Experto 1 este proceso es adaptable y viable para realizar el seguimiento de costos, calidad y riesgos de los proyectos, ya que su calificación general es del 94,6%, lo cual equivale a 4.73, teniendo 5 para costos, 4.5 para calidad y 4.7 para riesgos.

7.2 Validación Experto 2

Juan José Otero es Arquitecto de profesión, lleva 30 años trabajando en proyectos de construcción. Tuvo una empresa de construcción y remodelación de inmuebles por aproximadamente 12 años y actualmente se desempeña como interventor en el área de inmuebles del Banco de Occidente. Su función principal es velar por el cumplimiento del cronograma y presupuesto de cada obra contratada por el Banco.

La validación que se realizó con Juan José fue por medio de una reunión presencial en la que se siguieron los temas descritos en el Capítulo 6 y la cual duró 40 minutos aproximadamente.

A medida que se iba presentando el proceso propuesto a través del prototipo de herramienta, Juan José diligenciaba el formato de evaluación, mientras imaginaba cómo podía implementar este proceso en su día a día. Su evaluación arrojó un 100% de aceptación para todas las áreas de conocimiento involucradas en el proceso y expresó el interés que tiene en llevar a cabo el proceso propuesto para el seguimiento y control de todos sus proyectos de obras.

7.3 Validación Experto 3

Juan de Jesús es ingeniero industrial, lleva aproximadamente 15 años trabajando con proyectos y actualmente se desempeña como Director del Proyecto más grande que tiene actualmente el Banco de Occidente, el cual inició en el año 2015.

Con Juan de Jesús se realizaron varias reuniones desde el inicio de la construcción del proceso y el prototipo de la herramienta, hasta que se definió la manera adecuada de realizar el seguimiento y control de proyectos con la integración de indicadores de costos, riesgos y calidad.

En la reunión de validación que se realizó, y la cual siguió el mismo protocolo que las realizadas con los demás expertos, se habló mucho de los costos, el presupuesto y su integración con los riesgos y la calidad, ya que él considera esto un punto débil en el seguimiento de sus proyectos, por lo cual manifestó la necesidad de comenzar a adaptar el proceso a cada uno de los proyectos a su cargo. La evaluación general realizada por Juan arroja un 95.3% de viabilidad, equivalente a 4.77.

Desagregando la calificación en cada una de las áreas de conocimiento se obtienen los siguientes resultados: 98% de viabilidad para costos y riesgos, equivalentes a 4.9 para cada uno; y 90% de viabilidad para calidad, lo cual equivale a 4.5.

7.4 Validación Experto 4

Diego Andrés Nieto cuenta con 8 años de experiencia en proyectos, trabajó como Analista Senior de la PMO del Banco AV Villas y ha manejado todos sus proyectos bajo la metodología tradicional del PMI, más no ha hecho uso del Valor Ganado. Actualmente trabaja en el laboratorio digital del mismo Banco, pero esta vez está utilizando el marco de trabajo ágil.

La reunión que se realizó con Diego fue de manera virtual, sin embargo, fluyó muy bien en la parte de la presentación del proceso, pues se hizo de manera interactiva utilizando ejemplos propios del Banco AV Villas, lo cual le permitió a Diego decidir desde ese momento que dará a conocer el proceso propuesto en este trabajo a la PMO para el seguimiento de los proyectos del Banco.

Los resultados de la validación realizada por Diego arrojaron un 95,3% de viabilidad del proceso y aplicación de indicadores, los cuales expresados en números tienen como calificación general 4.77. Esta se distribuye de la siguiente manera: 100% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de costos, equivalente a una calificación de 5; 92% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de calidad, correspondiente a 4.6; y 94% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de riesgos, teniendo como nota 4.7.

7.5 Validación Experto 5

Alejandro Bolaños es el actual Director de Tecnología a nivel nacional del Banco de Occidente, cuenta aproximadamente con 10 años de experiencia, tiene una especialización en Gerencia de Proyectos y es certificado como PMP hace casi siete años.

La validación que se realizó con él fue mediante una reunión personal que duró 45 minutos, durante esta expresó la satisfacción con el proceso y el prototipo de herramienta, puesto que le parece de fácil utilización y adaptación a cualquier tipo de proyectos. Sin embargo, dio algunas recomendaciones específicas del prototipo, entre las cuales se encuentran:

- Aclaración de nombres de indicadores, puesto que está con siglas y abreviaciones.
- Considerar trabajar el prototipo en un tiempo inferior a un mes para tener un seguimiento más cercano.

Los resultados de la evaluación del proceso y los indicadores por parte de Alejandro fueron de 96% general, lo cual equivale a 4.8. Estos resultados se desglosan de la siguiente manera: 98% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de costos, equivalente a una calificación de 4.9; 94% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de calidad, correspondiente a 4.7; y 96% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de riesgos, teniendo como nota 4.8.

7.6 Validación Experto 6

Claudia Jimena Cárdenas es economista y la actual Directora de la PMO del Banco de Occidente y cuenta con más de 6 años de experiencia en dirección de proyectos.

Al igual que con Juan de Jesús, con Claudia también se realizaron varias reuniones durante la construcción del proceso propuesto y el prototipo de la herramienta, por lo cual, en el momento de la explicación y validación, fue mucho más sencillo para ella entender el objetivo e imaginarlo en sus proyectos.

Su evaluación dio como resultado un 96.7, el cual equivale a una calificación de 4.83, considerándose un proceso viable e indicadores adecuados para el seguimiento de proyectos.

Este resultado se desglosa de la siguiente manera en las áreas de conocimiento involucradas en el proceso: 100% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de costos, equivalente a una calificación de 5; 94% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de calidad, correspondiente a 4.7; y 96% de viabilidad para indicadores y proceso propuesto de seguimiento de riesgos, teniendo como nota 4.8.

7.7 Resultados Ponderados de la Validación

En la Tabla 20 se muestra la ponderación de los resultados de los seis expertos, la cual da como resultado que el proceso propuesto es viable para el seguimiento de costos, calidad y riesgos, ya que su calificación general es 4.82 y en el capítulo anterior vimos que el proceso propuesto se considera un proceso viable siempre y cuando su ponderación sea mayor a 4.5.

Área de Conocimiento				
Experto	Costos	Calidad	Riesgo	Promedio
1	5	4,5	4,7	4,73%
2	5	5	5	5,00%
3	4,9	4,5	4,9	4,77%
4	5	4,6	4,7	4,77%
5	4,9	4,7	4,8	4,80%
6	5	4,7	4,8	4,83%
Promedio	4,97	4,67	4,82	4,82

Tabla 20: Resultados de Validación del Proceso Propuesto e Indicadores

Por último, en la Tabla 21 se encuentran los resultados ponderados por pregunta y por criterio de acuerdo a la regla SMART. En esta tabla podemos observar que, para los expertos cada uno de los indicadores de costos, calidad y riesgos cumplen con la regla SMART descrita en el marco teórico, pues las preguntas con que se desarrollaron cada una de las reuniones de validación exceden la calificación mínima para considerar la viabilidad del proceso propuesto, la cual es 4.5.

FORMATO DE EVALUACIÓN						
PROCESO PARA SEGUIMIENTO DE COSTOS, CALIDAD Y RIESGOS						
CRITERIOS		PREGUNTAS/ INDICADORES	COSTOS	CALIDAD	RIESGO	PROMEDIO
S	Específico	¿El proceso propuesto permite generar un informe claro acerca del estado de un proyecto?	5,0	4,3	4,5	4,6
		¿Considera que el indicador es esencial para la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto?	5,0	4,5	5,0	4,8
M	Medible	¿Los indicadores del proceso propuesto permiten medir la eficiencia del proyecto?	5,0	4,8	5,0	4,9
		¿Los resultados de los indicadores del proceso propuesto permite ser expresado cuantitativamente?	5,0	4,8	5,0	4,9
A	Alcanzable	¿Los indicadores están enfocados hacia el logro de los objetivos del proyecto?	5,0	4,5	4,8	4,8
		¿Considera que el cálculo y la interpretación de los indicadores son claros para los interesados del proyecto?	5,0	4,5	4,7	4,7
R	Relevante	¿Cree usted que los indicadores son aplicables a todo tipo de proyecto?	4,7	4,5	5,0	4,7
		¿El indicador permite tener un control del área de conocimiento correspondiente?	5,0	4,8	4,8	4,9
T	A Tiempo	¿Considera que los indicadores son medibles dentro del tiempo de ejecución de los proyectos?	5,0	4,8	5,0	4,9
		¿Las alertas que generan los indicadores permiten implementar correctivos dentro del tiempo estipulado del proyecto?	5,0	4,5	4,8	4,8

Tabla 21: Resultados de la Validación por Criterio SMART

7.8 Comparativo de Procesos

En reunión con la directora de la PMO del Banco de Occidente nos explicó cómo es el proceso de seguimiento en el área. En la PMO se trabajan simultáneamente un promedio de 12 o 15 proyectos y se cuenta con 30 licencias de Project para realizar cronograma y hacer seguimiento a los mismos. Dado que este número de licencias no es suficiente para todos los proyectos en ejecución, se evidenció la necesidad de crear una macro con funciones básicas y similares a las de Project; en esta macro se pueden visualizar las duraciones de las actividades por proyecto, la precedencia, la fecha inicial, fecha final, el avance (%), el avance esperado (%), el cumplimiento (%) y los responsables por cada una de las actividades. En esta misma herramienta se puede ver de cada proyecto su descripción, alcance, metas, fase, fecha estimada de terminación, estado del proyecto, cantidad de presupuesto aprobado en valores, cantidad de presupuesto ejecutado en valores, y los riesgos con su análisis cualitativo. Con esta matriz se realiza un informe mensual que contiene todos los proyectos, el cual se le presenta al Sponsor.

En pocas palabras se hace un seguimiento al cronograma, a su ejecución presupuestal haciendo énfasis en cuanto dinero les queda por ejecutar y se mantiene actualizada una lista de riesgos donde se indica si de manera subjetiva si el riesgo es bajo, medio o alto. Es decir que esta oficina de proyectos le realiza un seguimiento a tres áreas de conocimiento como son tiempo, costo y riesgo. No se utiliza ningún tipo de indicador en riesgo ni es costo, solo en tiempo el cual es el siguiente; *Avance Esperado – Avance Real* y entran tres escenarios tipo semáforo

1. Si la resta el menor a 5% está en verde
2. Si la resta es mayo a 5,1% y menor o igual al 8% está en amarillo queriendo decir que está atrasado
3. Si la resta es mayor al 8,1% se deberá realizar un plan de acción para ponerse al día de forma inmediata

En comparación a nuestro proceso propuesto existen muchas diferencias, ya que ellos no usan la metodología del valor ganado por ende no cuantifican el tiempo. Además, en la parte de costos solo verifican que se tenga dinero para seguir con el proyecto, pero no se realiza de manera estricta por entregable como lo proponemos nosotros. En el área de riesgos se realiza solo hasta análisis cualitativo, en el modelo descrito en el capítulo 6 los indicadores evalúan la gestión del riesgo y se cuantifican esas ganancias tanto en tiempo como en costos. Por último la PMO no realiza seguimiento a la calidad. En conclusión, la metodología que realiza el Banco para seguimiento y control de proyectos no es muy severo y carece de indicadores, es por esto que el resultado final del proceso propuesto es aceptado con valor de 4.82/5.0 ya que para el área de proyectos tiene gran valor los indicadores que reflejen el estatus del proyecto en tiempo, costo, calidad y riesgo.

8. CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO

Como resultado del trabajo presentado, se obtuvo un proceso que integra el uso de indicadores incluidos en la técnica de valor ganado con indicadores de calidad y riesgo. Dicho proceso permite realizar seguimiento de costos y avance considerando variables de dos áreas de conocimiento que afectan directamente el desempeño de proyectos.

Incluida con esta propuesta se encuentra la definición de 4 indicadores, dos de calidad y dos de riesgo en proyectos. Dichos indicadores logran la integración de las tres áreas de conocimiento

en las que se interesa este proyecto. Con el proceso propuesto se sabe cuánto cuesta la aceptación de un riesgo y se cuantifica el plan de respuesta por si se requiere mitigar en términos de tiempo y costo. Al final del ejercicio se sabe si su decisión fue la correcta, mediante los indicadores de riesgo propuestos. En cuanto a la calidad los indicadores permiten saber el valor ganado de gestionar esa calidad, cuantificando los costos de no conformidad y los de conformidad, dándole insumos valiosos al gerente del proyecto para saber en qué entregable invertir el mayor esfuerzo, no solo de recurso sino de dinero para evitar atrasos.

Los resultados de validación evidencian que el prototipo presentado se constituye en una herramienta útil para la especificación formal de requerimientos asociados a la construcción de un sistema de información que soporte el continuo seguimiento de los entregables o hitos relevantes del proyecto. El prototipo de herramienta integra métricas y gráficas de tiempo, costo, calidad y riesgo que son útiles generando alertas tempranas para anticiparse a los posibles atrasos, con esto se pueden tomar mejores decisiones con hechos y datos, para realizar actos preventivos.

8.1 Trabajos Futuros

En este trabajo se presentó un prototipo de herramienta en Excel, por lo cual no se recomienda usar este prototipo para realizar el monitoreo y control de los proyectos debido a que este software no fue diseñado para dicha tarea. Excel que es una herramienta imbatible para realizar cálculos, análisis, investigaciones, etc. fracasa cuando se trata de gestionar datos en ambientes distribuidos, de alta concurrencia y con requerimientos avanzados de seguridad.

Si bien en este trabajo se presentó una forma de integrar 3 áreas de conocimiento bajo la metodología de valor ganado cuantificando en costos los indicadores de cada área, se conoce que existen 7 pilares más. Por lo cual se recomienda como trabajo futuro integrar otras áreas de conocimiento que afectan directamente el éxito y cumplimiento del proyecto como lo son interesados y los recursos del proyecto.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Efe, P. (2015). *QEVM: QUALITY INTEGRATED EARNED VALUE MANAGEMENT*.
- Figuroa, N. (s.f.). *Por qué fracasa la Gestión de Proyectos*. Recuperado el 2 de Abril de 2018, de http://www.liderdeproyecto.com/articulos/15_por_que_fracasa_gestion_de_proyectos.html
- Garriga, A. (s.f.). *Los 7 Errores más comunes en la implementación de una herramienta de gestión de proyectos*. Recuperado el 28 de Marzo de 2018, de http://www.liderdeproyecto.com/articulos/77_los_7_errores_mas_comunes_en_la_implementacion_de_una_herramienta_de_gestion_de_proyectos.html
- Gómez, J. (2016). *Informe del Caos 2015 (Chaos Report 2015) o Cómo de bien o mal fueron los proyectos en el año 2015*. Recuperado el 29 de Marzo de 2018, de <http://www.laboratorioti.com/2016/05/16/informe-del-caos-2015-chaos-report-2015-bien-mal-fueron-los-proyectos-ano-2015/>
- Guido, J., & Clements, J. (1999). *Administración Exitosa de Proyectos*. Mexico D.C, Mexico: Internacional Thomson Editores. Recuperado el 19 de Mayo de 2018, de <https://conalepdalia.files.wordpress.com/2013/05/administracion-exitosa-de-proyectos-jack-gido-james-p-clements.pdf>
- Harold Kerzner, P. (s.f.). *Project Management: Metrics, KPIs, and Dashboards*.
- Kim, S. G. (2010). Risk Performance Indexes and Measurement Systems for Mega Construction Projects. *Journal of Civil Engineering and Management*. Obtenido de <https://journals.vgtu.lt/index.php/JCEM/article/view/6021>
- Marcelo Dodson, G. D. (2015). Quality: the third element of earned value management. *Procedia Computer Science*. Obtenido de , www.sciencedirect.com Conference on ENTERprise Information Systems / International Conference on Project MANagement / Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies, CENTERIS / ProjMAN / HCist
- Muñoz P., I. L. (2018). *Preparación Efectiva para el Examen PMP-CAPM conforme a la guía PMBOK, sexta edición*. Cali.
- Project Management Insitute. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK - Sexta Edición*.
- Project Management Institute. (2017). *Pulse of the Profession*. Obtenido de https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2017.pdf?sc_lang_temp=en-GB
- Restrepo, S. V. (2012). *IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE COSTOS Y DE TIEMPO BAJO LA METODOLOGÍA DEL PMI EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN*. Medellín.
- Sinnaps. (s.f.). *Que es el Valor Ganado o EVM*. Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/valor-ganado-evm-2>