

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO
COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN, A PROYECTOS DE OBRAS CIVILES
PARA LA MITIGACIÓN DE EROSIÓN DEL RIO MAGDALENA CON
HEXÁPODOS H430

JORGE EDUARDO RODRÍGUEZ REY
INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN
BUCARAMANGA

2012

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO
COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN, A PROYECTOS DE OBRAS CIVILES
PARA LA MITIGACIÓN DE EROSIÓN DEL RIO MAGDALENA
HEXÁPODOS H430

JORGE EDUARDO RODRÍGUEZ REY
INGENIERO CIVIL

MONOGRAFÍA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

DIRECTOR:
JOSÉ IVORRA
Ing. Civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN
BUCARAMANGA

2012

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas, que de una u otra manera me han guiado en mi desarrollo profesional y personal , en particular a mi madre HELENA REY DE RODRIGUEZ, quien admiro por su perseverancia, paciencia, entendimiento, valores y sobre todo el amor que me ha brindado.

Jorge Eduardo Rodriguez Rey

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.3 DELIMITACIÓN DEL TEMA.....	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 GESTIÓN DEL ALCANCE	18
2.2 GESTIÓN DEL TIEMPO	19
2.3 GESTIÓN DEL COSTO	20
2.4 MÉTODO DE VALOR GANADO.....	20
2.5 PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	21
3. MARCO CONCEPTUAL	27
4. MARCO DE ANTECEDENTES.....	28
5. MARCO GEOGRÁFICO	29
6. MARCO DEMOGRÁFICO.....	30
7. MARCO INSTITUCIONAL	31
8. MARCO LEGAL	32
9. ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA	33
9.1 METODOLOGÍA	33
9.2 PROYECTO.....	33
9.3 PRESUPUESTO A EJECUTAR.....	33
9.4 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	34
9.5 EDT DEL PROYECTO ELABORADO EN PROJECT	41
9.6 SUPUESTOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	42
CONCLUSIONES	55

BIBLIOGRAFÍA.....56

LISTADO DE TABLA, ILUSTRACIONES, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 1: Resumen Gerencial del Proyecto a Ejecutar	43
Tabla 2: Cantidades de Obra Planeadas Quincena a Quincena	44
Tabla 3: Costos Incurridos Quincena a Quincena, Ítem por Ítem	46
Tabla 4: Cantidades de Obra Realmente Ejecutadas.	47
Tabla 5: Calculo de Valor Ganado (EV)	47
Tabla 6: Costos Unitarios Actualizados al Día del Corte	48
Tabla 7: Costos Totales Actualizados	49
Tabla 8: Resumen de los Valores Anteriormente Calculados	49
Tabla 9: Medidores de Desempeño 1	50
Tabla 10: Medidores de Desempeño 2	50
Tabla 11: CV por Actividad	53
Tabla 12: Cálculo de EAC	54

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Hexápodos H-430	35
Ilustración 2: Proceso de Construcción de Hexápodos H-430	36
Ilustración 3: Transporte y Disposición de Hexápodos	38
Ilustración 4: Batimetría	39
Ilustración 5: Detalle de Saco Arena - Cemento	40
Ilustración 6: Suministro e Instalación de Bolsa Arena - Cemento	40

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1: Índices de Desempeño

51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curva S, Costo Planeado, Real y Valor Ganado	24
Figura 2: EDT del Proyecto.....	41

RESUMEN

TITULO:PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN, A PROYECTOS DE OBRAS CIVILES PARA LA MITIGACIÓN DE EROSIÓN DEL RIO MAGDALENA CON HEXÁPODOS H430

AUTOR:

RODRIGUEZ Rey Jorge Eduardo

PALABRAS CLAVES:

Valor Ganado, Herramienta de Gestión en Obras Civiles, Gerencia de Proyectos.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: Las fases de planeación, implementación y ejecución, control y cierre de proyectos, se han convertido en el diario vivir para la gran mayoría de empresas, que se manejan por proyectos, y que se esmeran en ofrecer a sus clientes nuevos productos y servicios, en busca de lograr la satisfacción total de éste. En la fase de control, la primera pregunta que se hace todo gerente es “¿Cuál es la mejor herramienta que me permite controlar cualquier proyecto?”, para lo cual el Project Management Institute (PMI) ha dado la respuesta en su libro, Project Management Body of Knowledge (PMBOK) con la Metodología de Valor Ganado o EarnedValueAnalysis. La metodología de valor ganado se ha convertido en la metodología por excelencia del Project Management Institute (PMI), para el control en el desarrollo de cualquier tipo y modalidad de proyecto, ya que implementa el uso de indicadores que sirven como base para la toma de decisiones, analizando al mismo tiempo, la programación, los costos planeados y los costos incurridos en la ejecución. Lo anterior se puede resumir en que la metodología de valor ganado toma los costos planeados, los compara con los incurridos en la ejecución, en un espacio de tiempo a analizar.

La presente Monografía tiene como fin fundamental, guiar a cualquier elemento humano presente en la Gerencia de Proyectos en la aplicación de la metodología de valor ganado, brindando herramientas reales y efectivas a los directores de proyectos, para que puedan realizar un control de costos veraz y eficiente que permitan detectar a tiempo, bien sea los ajustes presupuestales en la ejecución del proyecto y hacer la gestión necesaria para conseguir la adición ineludible de dinero o, mostrar a los interesados o a los accionistas, las ganancias extras producidas por la optimización de los procesos y los recursos.

* Monografía de grado

** Escuela de Ingeniería Civil Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas Director IVORRA.José

ABSTRACT

TITLE:

EARNED VALUE METHODOLOGY AS A MANAGEMENT TOOL PROPOSED APPLICATION TO CIVIL WORKS PROJECTS FOR EROSION MITIGATION WITH RIO MAGDALENA A-JACKS H430 *

AUTHOR:

JORGE EDUARDO RODRIGUEZ REY **

KEYWORDS:

Earned Value, Tool Management in Civil Works, Project Management

CONTENT DESCRIPTION:

The project phases of planning, implementation, execution, control and closure have become an important part to most of the companies which manage projects and make enormous efforts to offer new goods and services to their clients looking to fulfill all quality standards and client's satisfaction.

In the control phase, the first question that managers make is ¿what is the best tool to control any project?, answer given by the Project Management Institute (PMI) in its book Project Management Body of Knowledge (PMBOK) through the Earned Valued Analysis. This methodology has become the best for the Project Management Institute (PMI), to control any type and form of project development because it implements the use of indicators that serve as a basis to make decisions, analyzing the programming, planned costs and costs incurred in the implementation. This can be summarized as earned value methodology takes the planned costs, compared with those incurred in the execution, in a space of time.

This essay aims to guide any human element present in project management in the implementation of earned value methodology, providing real and effective tools for project managers, so they can make an accurate and efficient control to detect early, budgetary adjustments in project implementation, getting the necessary money or unavoidable addition, showing stakeholders or shareholders, the extra profits produced by the processes and resources.optimization

. grade Monograph

.. School of Civil Engineering Faculty of Mechanical Engineering Manager Physical IVORRA.José

INTRODUCCIÓN

La mayoría de gerentes concluyen que para dirigir acertadamente un proyecto, no es suficiente realizar una excelente planeación, una buena ejecución donde se realicen a cabalidad y con altos estándares de calidad las obras contratadas y un cierre del proyecto sin anomalía alguna, sin pérdidas de vidas o accidentes incapacitantes, se hace necesario contar y aplicar verdaderos mecanismos de control, que como uno de los cuatro grandes eslabones de la cadena de los proyectos, ubicándose entre la fase de ejecución y la fase de cierre, permitan conocer de manera oportuna, los inconvenientes financieros y de programación del proyecto, y a su vez puedan ser ajustados eficazmente de manera que catapulten la culminación exitosa, de cualquier tipo de proyecto.

Pero, ¿cual es el mecanismo de control más adecuado, que permite ejecutar un proyecto en su totalidad ?, esta es una pregunta bastante amplia que muchos directores de proyectos responden, de forma acertada, como se muestra a continuación:

- ✓ “Controlando la cantidades de material que entran y los que se cobran”.
- “Controlando los tiempos de ejecución con los rendimientos proyectados”.
- “Controlando los costos incurridos en la ejecución”

El Project Management Institute ha contribuido con la solución de esta pregunta implementando la “Metodología de Valor Ganado”, como su metodología por excelencia para el control en el desarrollo de proyectos, ya que implementa el uso de indicadores que sirven como base para la toma de decisiones, analizando al mismo tiempo, la programación, los costos planeados y los costos incurridos en la ejecución.

La implementación de esta metodología, aunque relativamente sencilla, se torna complicada cuando en el equipo de trabajo no se cuenta con una oficina de Control de Costos, llevando al Director de Proyectos a solicitar la información necesaria y depender directamente de la oficina de contabilidad, la cual por su complejidad y manejo de la empresa, suministra la información a destiempo o incluye costos de otros proyectos que maneja la empresa, generando indicadores de valor ganado erróneos o cuando ya las consecuencias son demasiado costosas.

Como consecuencia a los anteriores situaciones, la presente monografía plantea, los procedimientos necesarios para la implementación de la Metodología de Valor Ganado en obras civiles, que arroje la información necesaria, para desarrollar los controles requeridos como se reza en el Project Management Body of Knowledge, (PMBOOK)

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 JUSTIFICACIÓN

Las herramientas dadas por el Project Management Institute (PMI) para la creación, ejecución y cierre de proyectos, son fundamentales ya que permiten en todo momento tener una visión real y clara del negocio. La metodología de valor ganado, es una de estas herramientas, que actúan en la en la etapa de la ejecución, y en empresas que se manejen por proyectos una necesidad, ya que permite tener en todo momento un conocimiento cierto y expedito de las finanzas del proyecto, (generando información totalmente externa a la que puede suministrar la oficina de contabilidad, la cual fue creada para las finanzas generales de la empresa y las obligaciones de la empresa con el estado - impuestos). Así mismo la metodología, entrelazando los costos de ejecución, con la programación y los costos planeados, muestra la perspectiva real en un momento dado del proyecto.

La metodología de valor ganado, es una herramienta que permite a todo gerente conocer en tiempo real el estado del proyecto, en términos financieros y de duración, en cualquier momento de la vida del proyecto para tomar las decisiones inmediatas que propendan por generar mayor rentabilidad o alinear los procesos, de la mano con el área de Control de Calidad, que estén en sobrecosto o retrasados en su ejecución. Esta monografía propone la implementación de la metodología de valor ganado, en obras civiles de mitigación de erosión del río Magdalena con hexápodos H-430, con el ánimo de arrojar la información precisa para realizar una correcta aplicación de la metodología, que permita una debida gestión de recursos y tiempos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Presentar una propuesta de aplicación de la metodología de Valor Ganado, a proyectos de obras civiles de mitigación de erosión, como proceso de Gestión, consecución de recursos y un debido control de costos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Fundamentar la importancia de la implementación de la metodología de valor ganado a proyectos de obras civiles.

- ✓ Desarrollar un procedimiento que permita la implementación de la metodología de valor ganado a proyectos de obras civiles de mitigación de erosión del río Magdalena con Hexápodos H-430.

- ✓ Establecer los parámetros requeridos que permiten clasificar los resultados obtenidos con la metodología, para la debida gestión de recursos y control de costos en la ejecución de contratos de OBRAS CIVILES DE MITIGACIÓN DE EROSIÓN DEL RÍO MAGDALENA CON HEXÁPODOS H430 para Ecopetrol S.A.

1.3 DELIMITACIÓN DEL TEMA

El tema de la presente monografía pretende mostrar el procedimiento para la implementación de la metodología de Valor Ganado, como herramienta de gestión de proyectos y control de costos, en contratos de obras civiles para la mitigación de erosión del río Magdalena con Hexápodos H-430.

2. MARCO TEÓRICO

Los fundamentos teóricos que soportan el desarrollo del presente trabajo, comprenden principalmente los conceptos de planificación, control, administración de contratos y método de valor ganado. Adicionalmente se describe cada uno de los procesos, así como las ventajas y desventajas de método.

2.1 GESTIÓN DEL ALCANCE

La gestión del alcance incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para completarlo con éxito. El objetivo principal de la Gestión del Alcance del proyecto es definir y controlar que se incluye y que no se incluye en el proyecto. Dicha gestión requiere de la Recopilación de requisitos, Definición del Alcance. Creación de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), Verificación y Control del Alcance.

- ✓ **RECOPIACIÓN DE REQUISITOS:** Es el proceso que consiste en definir y documentar las necesidades de los interesados a fin de cumplir con los objetivos del proyecto.
- ✓ **DEFINIR EL ALCANCE:** Es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto.
- ✓ **CREAR LA EDT:** Es el proceso que consiste en subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes mas pequeños y mas fáciles de manejar.
- ✓ **VERIFICAR EL ALCANCE:** Es el proceso que consiste en formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se han completado.
- ✓ **CONTROLAR EL ALCANCE:** Es el proceso que consiste en monitorear el estado del alcance del proyecto y del producto, y e gestionar cambios a la línea base del alcance.¹

¹ Project Management Body of Knowledge, Pagina 95

2.2 GESTIÓN DEL TIEMPO

Para todos es conocido que para calcular el tiempo de una obra, se recurre al gráfico de Gantt que arroja el Microsoft Project, y este puede ser modificado en sus rendimientos en la medida en que se desee para buscar un final feliz de la obra, en papel. Pero la gestión del tiempo no solo requiere de modificaciones de dicho diagrama, esa es la parte final de la gestión, para llegar a ello, es requerido definir y secuenciar las actividades, estimar tanto los recursos como las actividades a desarrollar y tomar una serie de medidas, que permitan lograr desarrollar y controlar debidamente el cronograma.

“La gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo”.

- ✓ **DEFINIR LAS ACTIVIDADES:** Identifica las acciones necesarias y específicas a realizar para llevar a cabo el proyecto y la elaboración de entregables.
- ✓ **SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES:** Identifica y documenta las interrelaciones existentes entre las actividades del proyecto.
- ✓ **ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES:** Estimación de tipo y cantidades de materiales, equipos, personas, suministros y subcontratos requeridos para finalizar las actividades con recursos estimados.
- ✓ **ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES:** Es la estimación de los periodos de trabajo requeridos para finalizar cada una de las actividades.
- ✓ **DESARROLLAR EL CRONOGRAMA:** Analiza la secuencia de las actividades, duración, requisitos de los recursos y las restricciones existentes en el cronograma, para crear el cronograma del proyecto.

- ✓ **CONTROLAR EL CRONOGRAMA:** Este proceso consiste en dar seguimiento al estado del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar cambios a la línea base del mismo.²

2.3 GESTIÓN DEL COSTO

Según el PMBOK, la gestión de costos del proyecto incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

Para lograr lo anteriormente dicho, se hace necesario realizar una estimación, determinación y control de costos.

- **ESTIMAR LOS COSTOS:** Desarrolla una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.
- **DETERMINAR EL PRESUPUESTO:** En este proceso se suman los costos estimados por cada actividad individual o paquetes de trabajo para establecer la línea base de costos autorizada.
- **CONTROLAR LOS COSTOS:** Proceso consistente en el monitoreo constante de la situación del proyecto, para actualizar el presupuesto del mismo y gestionar los cambios a la línea base.³

2.4 MÉTODO DE VALOR GANADO

Es una herramienta efectiva que permite al equipo de dirección del proyecto, obtener una visión general del desempeño del proyecto, así como también hacer proyecciones que permitan evaluar los impactos que puedan tener sobre el tiempo y costo del proyecto de no corregir desviaciones presentadas.

² Project Management Body of Knowledge, Pagina 116

³ Project Management Body of Knowledge, Pagina 146

Esta metodología de gestión, integra los capítulos del PMBOK de Gestión del alcance, costo y cronograma del proyecto, para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar y medir el desempeño, así como controlar el avance del proyecto. El rendimiento se mide determinando el costo presupuestado del trabajo realizado (el valor ganado) y comparándolo con el costo real del trabajo realizado (el costo real). El avance se mide comparando el valor ganado con el valor planificado.

2.5 PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Esta técnica práctica, permite no solo al ejecutor saber el estado del proyecto sino mostrar a la totalidad de los interesados que tanto se ha avanzado de acuerdo con lo presupuestado y programado.

La aplicación de la metodología requiere los siguientes pasos:

- a) Desarrollo de la EDT del Proyecto.
- b) Elaborar el presupuesto del proyecto.
- c) Establecer un cronograma de actividades y su respectiva ruta crítica.
- d) Determinar la frecuencia con la que se realizará monitoreo y control.
- e) Calcular las variaciones establecidas por la metodología del valor ganado para de esta manera hallar los indicadores que permiten tomar decisiones “SPI y CPI”.
- f) Toma de medidas correctivas cuando la gestión lo crea necesario.

A continuación se mencionan los factores que permiten el cálculo de las variaciones y los indicadores propuestos por esta metodología.

- ✓ **Valor Planeado “PV” ó “BCWS”**: Por sus siglas en inglés “Budgeted Cost of Work Scheduled” Lo que traduce el costo presupuestado del trabajo

planificado, y representa el costo del presupuesto para todas las tareas que fueron planeadas empezar y terminar en el momento del análisis.

- ✓ **Valor ganado “EV” ó “ECWP”:** Por sus siglas en inglés (BudgetedCost of WorkPerformed) lo que significa el Costo Presupuestado del trabajo ejecutado, representa la suma de todo el costo del presupuesto del trabajo realizado en el momento del análisis.

- ✓ **Costo Real “AC ó ACWP”:** Por sus siglas en Inglés (Actual Cost of WorkPerformed) lo que se traduce como costo real del trabajo ejecutado y corresponde al costo real del trabajo realizado en el momento del análisis.

- ✓ **Valor Ganado (EV):** resulta de multiplicar el porcentaje ejecutado y el presupuesto del proyecto.

- ✓ **Costo del Presupuesto a la terminación (BAC):** corresponde con el costo base sobre el cual se hará el monitoreo.

El análisis se realiza determinando la variación (Desviación) de dos elementos base, como lo son la variación en Costo y a su vez la variación el Cronograma, a continuación se presenta el cálculo de dichas variaciones.

La desviación de la programación (SV) da una medida de la desviación en plazo en unidades monetarias y resulta de la siguiente aplicación:

$$SV = EV - PV$$

Si SV resulta menor que 1, quiere decir que se gastó menos de lo planeado.

Si SV resulta mayor que 1, quiere decir que se va adelantado en programación.

A su vez es importante el tener presente el desempeño del Cronograma durante la ejecución del proyecto, por lo que resulta la necesidad de hallar el Índice de

Desempeño del Cronograma (SPI), un valor $SPI > 1$ indica que el trabajo efectuado es mayor al planeado así mismo un valor de $SPI < 1$ indica que el trabajo realizado es menor al planeado.

$$SPI = EV/PV$$

Es preciso también el determinar el porcentaje de trabajo completado con respecto a lo establecido en el cronograma, lo cual se calcula a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ complete} = EV/BAC$$

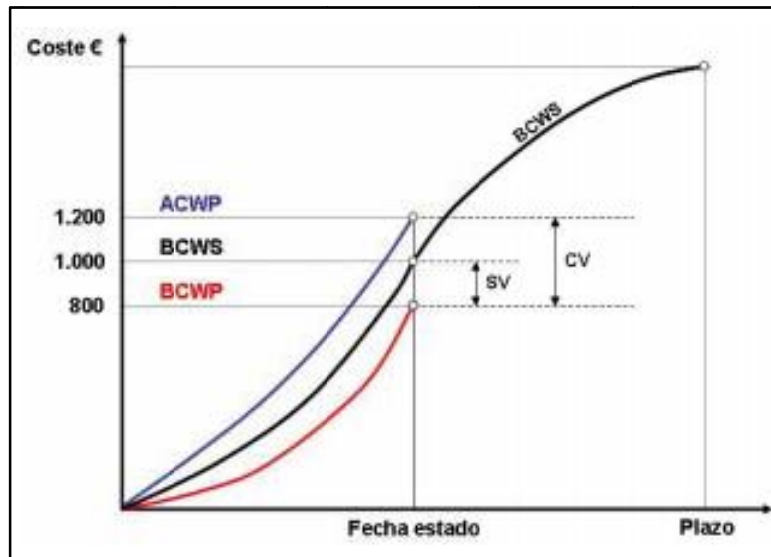
Desviación del Costo (CV), es una magnitud que nos muestra la desviación en costo del proyecto.

$$CV = EV - AC$$

Si CV resulta menor que 1, quiere decir que se está gastando más de lo planeado; Por el contrario, si CV resulta mayor que 1, quiere decir que se ha gastado menos de lo planeado.

Del análisis de las desviaciones posibles dentro de un proyecto pueden resultar graficas en "S" donde se muestren muy claramente estas desviaciones. Ver [Fig.1].

Figura 1: Curva S, Costo Planeado, Real y Valor Ganado



Fuente: D. Navarro. <http://armermel.com/docs/avg_v1.pdf>

Además de conocer las desviaciones se debe conocer el desempeño de los costos durante la ejecución del proyecto, por lo que resulta la necesidad de hallar el Índice de Desempeño de los Costos (CPI), un valor $CPI < 1$ indica que existe un sobrecosto en el trabajo completado, un valor de $CPI > 1$ indica un costo inferior con respecto al desempeño a la fecha.

$$CPI = EV/AC$$

Es preciso también determinar el porcentaje de avance en los costos con respecto a lo presupuestado, lo cual se calcula a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ spent (avance)} = AC/BAC$$

No solo se trata de determinar las desviaciones en cuanto a tiempos y costos sino también en saber qué tanto cambiará el presupuesto al final del proyecto (Lo que se conoce como Proyección de la Estimación a la Conclusión - EAC), si se sigue presentando la situación dada al momento del análisis.

$$EAC = (AC/EV) * BAC$$

A continuación se presentan 3 métodos diferentes para realizar la proyección que permita conocer el presupuesto al final de proyecto.

- ✓ Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según la proporción presupuestada. Este método de EAC toma en cuenta el desempeño real del proyecto a la fecha (ya sea favorable o desfavorable), como lo representan los costos reales, y prevé que el trabajo según la ETC se llevará a cabo de acuerdo con el ratio presupuestado. Cuando el desempeño real es desfavorable, el supuesto de que el desempeño futuro mejorará debe aceptarse únicamente cuando está sustentado por un análisis de riesgo del proyecto. Ecuación:

$$EAC = AC + BAC - EV.$$

- ✓ Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según el CPI actual. Este método supone que se espera que lo que el proyecto ha experimentado a la fecha continúe en el futuro. Se supone que el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según el mismo índice del desempeño de costo (CPI) acumulativo en el que el proyecto ha incurrido a la fecha. Ecuación:

$$EAC = BAC / CPI \text{ acumulativo.}$$

- ✓ Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado considerando ambos factores (SPI y CPI). En esta proyección, el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según una proporción de eficiencia que toma en cuenta tanto el índice del desempeño de costos como el índice de desempeño del cronograma. Supone un desempeño de costos negativo a la fecha y la necesidad de que el proyecto se comprometa firmemente a respetar el cronograma. Este método es tanto más útil cuanto el cronograma del proyecto es un factor que afecta el esfuerzo de la ETC. Las variaciones de este método miden el CPI y el SPI según diferentes valores (p.ej., 90/10, 40/60 o alguna otra proporción), de acuerdo con el juicio del director del proyecto.

Ecuación:

$$AC + [(BAC - EV) / (CPI acumulativo \times SPI acumulativo)].$$

La determinación de los costos restantes (ETC) resulta de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$ETC = EAC - AC$$

Es importante aclarar que el valor de EAC y de ETC depende del análisis que se realice de la situación existente y las proyecciones realizadas.

3. MARCO CONCEPTUAL

Los conceptos requeridos para el desarrollo de la monografía se escribe a continuación:

- ✓ **Estructuras longitudinales:** Es una de las formas más eficientes de controlar el cauce de un río es la construcción de muros o diques revestidos longitudinales a lo largo de la corriente, siguiendo los patrones de curvatura típicos de la corriente.

- ✓ **Espigones:** Los espigones son estructuras relativamente solidas que se colocan para desviar la corriente de agua o controlar el arrastre de material del fondo.

- ✓ **Hexápodos:** Elemento prefabricado en concreto reforzado de 2100 psi, con los cuales se conforman las estructuras longitudinales y espigones que se realizan en los ríos o en el mar. La función específica del hexápodo es reducir la velocidad del agua que lo golpea, generando sedimentación aguas debajo de la estructura.

4. MARCO DE ANTECEDENTES

El desarrollo de la Ingeniería Civil se ha convertido para la gran mayoría de profesionales, en la ejecución de proyectos o contratos de obra. Dicha ejecución se está llevando a cabo con controles de tiempos de obra, calidad de los materiales y algunos controles rudimentarios de costos.

El control de costos real se está llevando a cabo en el momento que se liquida el contrato y por el personal de contabilidad, los cuales generan los informes de pérdida o ganancia del contrato.

Desafortunadamente el momento de la generación del informe de pérdida y ganancia, dado por el personal de contabilidad, es en la liquidación del contrato y donde el balance sea positivo, los resultados serán los esperados, pero en el caso de un balance negativo, será un momento muy tardío para tomar algún tipo de determinación que pueda corregir la tendencia a la pérdida.

Es por esto que nace la necesidad de realizar la implantación de la metodología de valor ganado a las obras civiles, de manera que los directores de proyectos, en la etapa de ejecución, tengan las herramientas necesarias para realizar un control de costos adecuado, que permita ayudar la toma de decisiones a tiempo, en materia de costo y tiempo, garantizando con esto, si no el éxito del proyecto en cuanto a ganancia y ejecución total de las obras contratadas, garantizamos al grupo inversor que se tomaron todas las medidas necesarias para que las pérdidas no fueran tan cuantiosas, logrando a cabalidad el objeto del proyecto.

5. MARCO GEOGRÁFICO

El proyecto analizado está localizado en el Municipio de Puerto Wilches (Santander) y Cantagallo (Sur de Bolívar) al noreste del departamento de Santander, en límites con la provincia de Soto y la provincia Comunera. Su economía se basa en la explotación petrolera, las artesanías, la ganadería y la agricultura. El río Magdalena es uno de sus principales medios de transporte en la región occidental de Colombia y está a 200 metros sobre el nivel del mar, lo cual transforma a este territorio en un valle lleno de flora y fauna silvestre característica.

- ✓ **Temperatura:** La zona del proyecto es muy calurosa y húmeda, la temperatura oscila entre los 25° y 40°C, y actualmente el promedio es 33°C.
- ✓ **Humedad:** Con base en los datos climáticos de la estación de Cantagallo se puede indicar que la humedad relativa varía entre 60 % en los períodos secos y 88 % en los más lluviosos.
- ✓ **Precipitación:** La precipitación media anual es de 3104,5 mm y la precipitación media mensual es de 258.7 mm.
- ✓ **Coordenadas Y Sistema de Georeferenciación:** Las isla VI se encuentra localizada a la margen derecha del río Magdalena de la Superintendencia de Operaciones del Río de Ecopetrol S.A., la cual está localizada a aproximadamente 4 Km municipio de Puerto Wilches departamento de Santander

6. MARCO DEMOGRÁFICO

Según el censo nacional realizado por el Departamento Nacional de Estadística - DANE en el 2005, el municipio de Puerto Wilches cuenta con una población de 31.058 habitantes. Y el municipio de Cantagallo cuenta con una población de 7839 habitantes.

7. MARCO INSTITUCIONAL

La Empresa Colombiana de Petróleos - Ecopetrol S.A, en su plan de expansión y crecimiento tiene como objetivo al 2015 extraer 1.000.000 de barriles diarios de crudo. El campo Yariguie – Cantagallo, el cual se ubica entre las poblaciones de Puerto Wilches – Santander y Cantagallo – Bolívar, aporta la cifra al año 2012 de 15.587 barriles diarios y cerca del 80% de los pozos productores de crudo, se encuentran en área de influencia de la cota de inundaciones del rio magdalena.

8. MARCO LEGAL

Ecopetrol S.A, ha hecho pública toda la documentación relacionada en presente documento, en la página electrónica, en los diferentes procesos de selección que ha venido tramitando. Así mismo la empresa IndiconLtda, empresa la cual se encuentra ejecutando el contrato, facilita son ningún costo o retribución, la información requerida para el desarrollo de la monografía, a fin de dejar la metodología de valor ganado, como herramienta de control y gestión para proyectos futuros.

9. ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

9.1 METODOLOGÍA

Análisis de la información seleccionada para la creación de la metodología de valor ganado para su debida implementación en proyectos de OBRAS CIVILES DE MITIGACIÓN DE EROSIÓN DEL RIO MAGDALENA CON HEXÁPODOS H430. Así mismo se realiza el análisis a los resultados obtenidos a fin de dar a conocer el por qué de ellos y las principales causas.

9.2 PROYECTO

En el desarrollo de proyecto de: “OBRAS CIVILES Y MITIGACIÓN CONTRA LA ACCIÓN EROSIVA Y SOCAVACIÓN PRODUCIDAS POR EL RIO MAGDALENA SOBRE LAS RIBERAS DE LA ISLA IV DONDE SE CONSTRUIRÁ EL NUEVO CLÚSTER II, UBICADA EN EL CAMPO YARIGUIE-GARZAS DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A., LOCALIZADA EN LOS MUNICIPIOS DE CANTAGALLO (BOLÍVAR) Y PUERTO WILCHES (SANTANDER).

9.3 PRESUPUESTO A EJECUTAR

ITEM	UN	CANT	VRUNIT	VRTOTAL
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	UN	78.012,000	\$3.970	\$7.330.787.640
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	UN	78.012,000	\$23.380	\$1.823.920.560
BATIMETRIA	KM	12,000	\$3.523.442	\$2.281.304
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA	M3	1.879,000	\$71.900	\$98.800.100
			SUBTOTAL	\$8.95.789.604

9.4 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430: La mezcla del concreto requerido para los Hexápodos será 1:3:4, con una resistencia a los veintiocho (28) días en el ensayo de compresión de un cilindro estándar, de 2100 PSI, admitiendo una desviación normal del cinco (5%) por ciento.

El hormigón será colocado dentro de la formaleta evitando la segregación, se deberán utilizar vibradores metálicos para consolidar el hormigón en los moldes, de forma que produzca un prefabricado libre de poros, sin exceder el tiempo de vibrado a fin de evitar la exudación gelatinosa en la superficie. El vibrador no deberá ponerse en contacto con las puntas o bordes de la formaleta.

Deberá tenerse especial cuidado de no fisurar el brazo inferior del hexápodo en el proceso de desencofrado, además no maltratar los bordes y superficies del hexápodo en el proceso de transporte y almacenamiento.

Se deberá tomar diez (10) cilindros de prueba de mezcla preparada, de acuerdo con las Normas ICONTEC 454, 550 y 675, cada mil (1000) unidades construidas, las pruebas de los cilindros se efectuarán en un laboratorio de reconocida experiencia.

EQUIPO MÍNIMO: Se deberá disponer en forma permanente y como mínimo de los siguientes equipos:

- ✓ Formaletas metálicas para Hexápodos Tipo H-430.
- ✓ Vibradores mecánicos, de uso obligatorio durante el tiempo de la fundida.
- ✓ Dos (02) Mezcladoras de un bulto de cemento de capacidad (cada una).
- ✓ Camión – Grúa tipo Winche, Cargador ó Retro cargador.

Ilustración 1: Hexápodos H-430

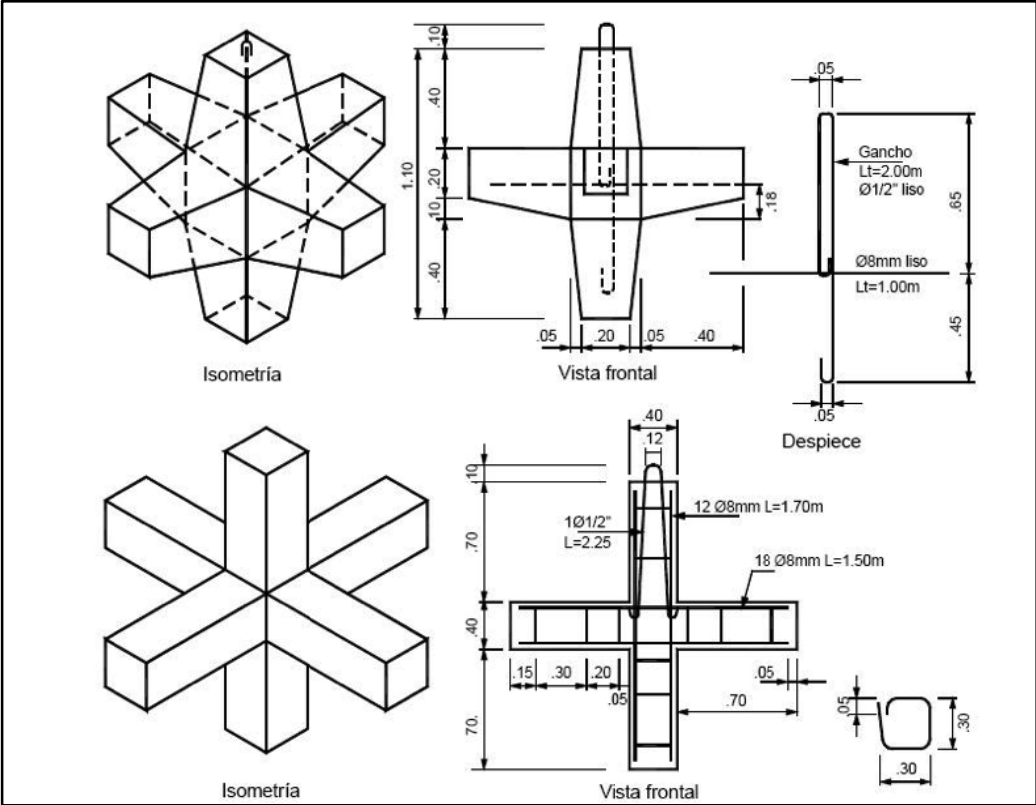


Ilustración 2: Proceso de Construcción de Hexápodos H-430



TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430: Los Hexápodos previamente contruidos y almacenados, serán acarreados por un Cargador ó retro Cargador a la orilla del rio, donde se cargarán en un Bote (Planchón), con una Pala Draga de oruga ó grúa, utilizando los ganchos y estribos apropiados para el cargue del Hexápodo en tierra y el descargue en el bote, con todas las medidas de seguridad requeridas.

El almacenamiento de los Hexápodos en el bote debe efectuarse de tal manera que permita el giro de la pala draga y evite el deterioro de los mismos. Sólo se permitirá que se cargue un Hexápodo por estribo sencillo.

Para las actividades de cargue y descargue se deberá emplear los ayudantes que estime necesarios, los cuales deberán tener alto grado de experiencia en este tipo de actividades, especialmente en lo relacionado con el amarre de los Hexápodos y el desenganche de los mismos.

Para la ejecución de los trabajos se requieren los siguientes equipos:

- ✓ Pala draga con oruga, Cargador ó Grúa, para el transporte hacia la orilla donde serán cargados.
- ✓ Remolcador y Bote (Planchón), los cuales deben estar en buen estado mecánico. Así mismo se deben conocer todas las Normas y reglamentaciones que sobre Transporte Fluvial que están vigentes con el fin que las aplique en su totalidad durante el desarrollo del transporte.

Ilustración 3: Transporte y Disposición de Hexápodos



BATIMETRÍA: Los fines de estos trabajos son medir las profundidades y perfiles de las riberas socavadas y erosionadas para poder medir los volúmenes de materiales sedimentados.

Esta medición se toma de orilla a orilla, y con cortes cada 10 m en las zonas identificadas como críticas, y en el resto, con cortes entre 50 y 100 m. Estas batimetrías deben contener las líneas de corriente y la profundidad media. La longitud estimada para las batimetrías es de 5 km, aproximadamente. Con lo anterior se busca identificar las zonas de alto riesgo y su migración cambiante continua. Deben entregarse un juego de planos completo por cada medición en original en medio duro (impresos en papel 70 cm x 100 cm) y copia magnética (CD), a escalas que van desde 1:2000 hasta 1:25000, de cada batimetría y línea de corriente. Esto incluye todos los costos necesarios para la realización del informe final a entregar.

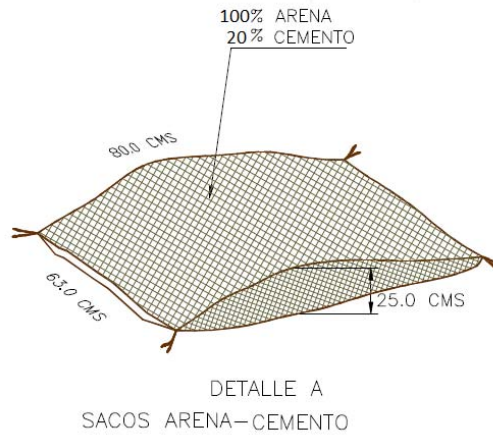
El software recomendado a utilizarse para estos estudios son el TOPOGRAF y el EAGLE POINT, los cuales necesitan de una ecosonda y de un GPS de alta precisión como complemento, para la toma del registro pertinente.

Ilustración 4: Batimetría



SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SACOS - ARENA - CEMENTO (INCLUYE SACOS, ARENA, CEMENTO Y SELLADO): Refiere al suministro e instalaciones de sacos de Suelo-Arena- Cemento, estos sacos Arena-Cemento se preparan 100% con arena. A esta mezcla se le adiciona el 20% de cemento en volumen. Como se muestra en el esquema a continuación.

Ilustración 5: Detalle de Saco Arena - Cemento



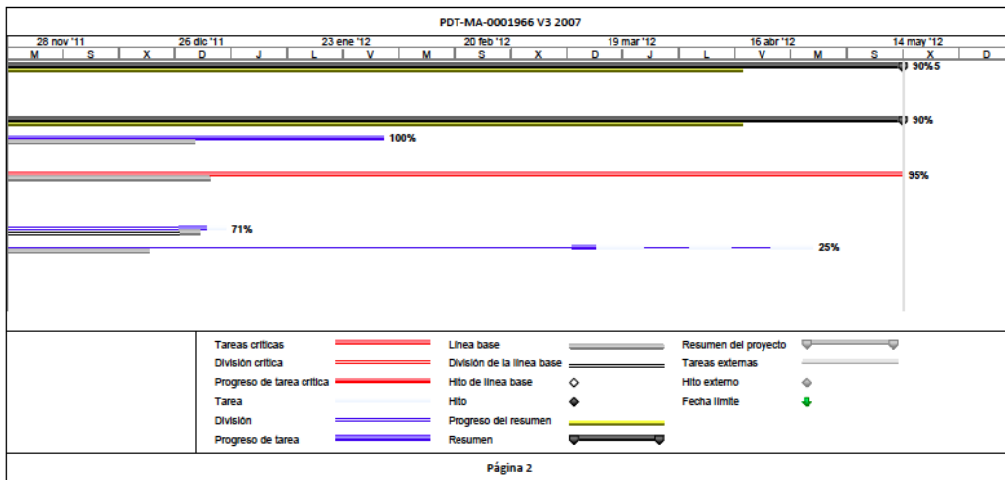
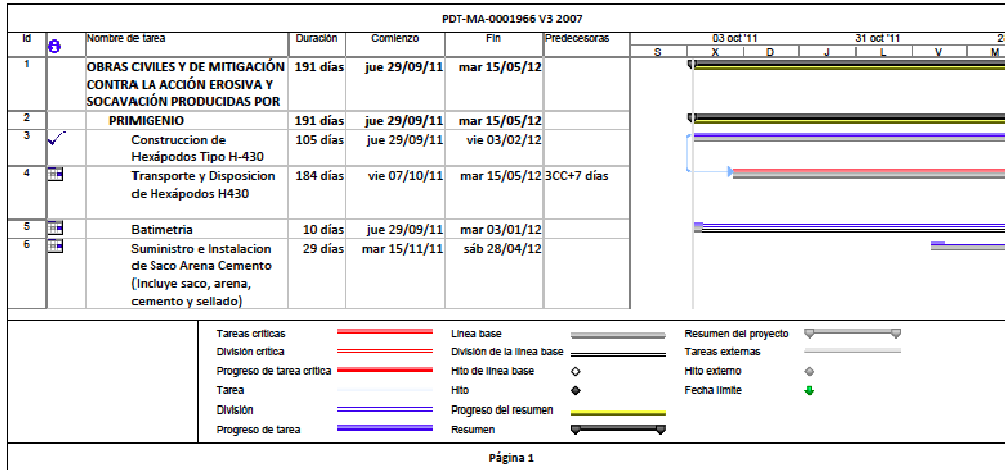
Es necesario resaltar que los sacos deben ser nuevos y de primera calidad. La costura de estos debe realizarse cuidadosamente de manera que se garantice que la mezcla de arena y cemento quede totalmente confinada.

Ilustración 6: Suministro e Instalación de Bolsa Arena - Cemento



9.5 EDT DEL PROYECTO ELABORADO EN PROJECT

Figura 2: EDT del Proyecto



El contrato analizado tiene como fecha de inicio el 29 de Septiembre del 2011 y terminación del 07 de Abril del 2012, para un total de 191 días de ejecución. Adicionalmente Ecopetrol S.A, deja 60 días calendario adicionales a fecha de la firma del acta de recibo final.

9.6 SUPUESTOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

- ✓ Para el presente caso práctico, se ha supuesto que la gerencia quiere una primera revisión del proyecto, por la metodología del valor ganado en la quincena No. 3 de ejecución del proyecto.

- Vale la pena aclarar que las revisiones se pueden dejar estipuladas desde el principio, en el Acta de Constitución del Proyecto, como parte de la planeación estratégica, para el debido control en cuanto a tiempo y costo de las metas estratégicas, trazadas inicialmente y constituyen la hoja de ruta. De esta manera se deja claro con que periodicidad la gerencia quiere estar revisando los avances, los costos incurridos y la facturación recibida.

- ✓ La disposición de hexápodos se convierte en la ruta crítica ya que los sitios donde se realiza esta actividad se encuentran en zonas de difícil acceso, lo que hace que esta actividad sea la que más horas hombre específicas requiera. Como punto adicional se encuentra que hay dificultad en la zona de conseguir un convoy (Remolcador, Planchón y Grúa) y los que se encuentran están por fuera de cualquier balance económico.

- ✓ El ítem de Bolsa Arena-Cemento, siempre lo anexan en la eventualidad en que el río se llegue a desbordar, antes de la culminación de los trabajos en la zona intervenida. Así que por experiencia en la zona, la temporada del mes de Noviembre, los niveles del río llegan a las cotas de desbordamiento.

PROCEDIMIENTO:

Para iniciar el procedimiento se hace necesario realizar la EDT del proyecto, la cual se mostró en la figura No. 2. Adicionalmente hay que tener claro las cantidades contratadas, así como los costos y valores unitarios. Lo anterior se deja reflejado en la tabla No.1.

Tabla 1: Resumen Gerencial del Proyecto a Ejecutar

1.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO							
Ítem	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Costo Unitario	Valor parcial (Millones)	Costo parcial (Millones)	% participación
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	UN	78012	\$ 93.970	\$ 83.140	\$ 7.331	\$ 6.486	74,08 %
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	UN	78012	\$ 23.380	\$ 11.647	\$ 1.824	\$ 909	18,43 %
BATIMETRÍA	KM	12	\$ 3.523.442	\$ 3.125.000	\$ 42	\$ 38	0,43%
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA	M3	1879	\$ 371.900	\$ 365.213	\$ 699	\$ 686	7,06%
Valor Total					\$ 9.896	\$ 8.118	100%

Ganancia Inicial Planteada a Junta Directiva \$ 1.778

La Tabla No.1 deja claro las cifras del contrato y así mismo muestra a la gerencia la ganancia de expectativa, que el presente contrato tiene en la empresa.

Tomando la EDT del proyecto y las cantidades PLANEADAS quincena a quincena, realizamos la tabla No. 2

1.- PlannedValue (PV)	(Valor Planeado- Unidades)						
Ítem/Tiempo	1	2	3	4	5	6	7
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	11144,0	11144,0	11144,0	11144,0	11144,0	11144,0	11148,0
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	3375,0	6325,0	6325,0	6325,0	6325,0	6325,0	6325,0
BATIMETRÍA	6,0						
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA			555,2	640,6	640,6	42,7	

Tabla 2: Cantidades de Obra Planeadas Quincena a Quincena

1.- PlannedValue (PV)							Totales
Ítem/Tiempo	8	9	10	11	12	13	
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430							78.012,0
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	6325,0	6325,0	6325,0	6325,0	6325,0	5062,0	78.012,0
BATIMETRÍA						6,0	12,0
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA							1.879,0

Paso seguido, se hace necesario crear una tabla en donde se muestren los costos incurridos quincena a quincena, ítem por ítem, de acuerdo a lo planeado, para preparar a la gerencia en los gastos a incurrir para desarrollar el contrato. Para lograr lo anteriormente mencionado, se toman las cantidades planeadas de la tabla No. 2 y se multiplican por el costo planeado, de su correspondiente ítem, como se muestra en la tabla No.3. (Flujo de Caja Planeado)

(Valor Planeado-
Millones de \$)

Ítem/Tiempo	1	2	3	4	5	6
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	\$ 926,51	\$ 926,51	\$ 926,51	\$ 926,51	\$ 926,51	\$ 926,51
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	\$ 39,31	\$ 73,67	\$ 73,67	\$ 73,67	\$ 73,67	\$ 73,67
BATIMETRÍA	\$ 18,75					
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA			\$ 202,75	\$ 233,94	\$ 233,94	\$ 15,60
TOTAL	\$984,57	\$1.000,18	\$1.202,93	\$1.234,12	\$1.234,12	\$1.015,77
PlannedValue (PV)	\$ 984,57	\$ 1.984,75	\$ 3.187,68	\$ 4.421,80	\$ 5.655,92	\$ 6.671,69

(Valor Planeado-
Millones de \$)

Ítem/Tiempo	7	8	9	10	11	12
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	\$ 926,84					
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	\$ 73,67	\$ 73,67	\$ 73,67	\$ 73,67	\$ 73,67	\$ 73,67
BATIMETRÍA						
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA						
TOTAL	\$1.000,51	\$73,67	\$73,67	\$73,67	\$73,67	\$73,67
PlannedValue (PV)	\$ 7.672,20	\$ 7.745,87	\$ 7.819,53	\$ 7.893,20	\$ 7.966,86	\$ 8.040,53

Tabla 3: Costos Incurridos Quincena a Quincena, Ítem por Ítem

(Valor Planeado- Millones de \$)

Ítem/Tiempo	13	Totales	Acumulad o al corte	% Acum
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430		\$ 6.485,92	\$ 2.779,54	42,85%
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	\$ 58,96	\$ 908,58	\$ 186,64	20,54%
BATIMETRÍA	\$ 18,75	\$ 37,50	\$ 18,75	50,00%
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA		\$ 686,23	\$ 202,75	29,55%
TOTAL	\$77,71	\$8.118,23	\$3.187,68	
PlannedValue (PV)	\$ 8.118,23	BAC	PV	

Con la ayuda de la tabla No. 3, se calcula el valor Planeado PV, el cual es el resultado de la sumatoria de los costos planeados ítem por ítem, quincena a quincena; para este caso, las tres primeras quincenas. Adicionalmente se calcula el valor BAC que es el resultado de los costos planeados incurridos para la ejecución del contrato.

Continuando con el procedimiento, el cálculo del valor ganado, se realiza a partir de una tabla donde se muestren las cantidades de obra realizadas a la fecha de corte, que para este caso es la tercera quincena porque así lo exigió la gerencia, y se muestra en la tabla No. 4.

Tabla 4: Cantidades de Obra Realmente Ejecutadas.

2.- EarnedValue (EV)	(Valor Ganado- Unidades)		cantidades realmente ejecutadas			Acumulado al corte	% ejecutado
	1	2	3	4	13		
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	3843,0	4060,0	4192,0			12095,0	15,50%
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	1027,0	5248,0	3263,0			9538,0	12,23%
BATIMETRÍA	6,0					6,0	50,00%
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA			490,0			490,0	26,08%

El cálculo del valor ganado, se da de tomar las cantidades de obra ejecutadas quincena a quincena y multiplicarlas por el costo planeado del ítem

Tabla 5: Calculo de Valor Ganado (EV)

(Valor Ganado- Millones de \$)

Ítem/Tiempo	1	2	3	4	13	Acumulado	
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	\$ 319,51	\$ 337,55	\$ 348,52			\$ 1.005,6	
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	\$ 11,96	\$ 61,12	\$ 38,00			\$ 111,1	
BATIMETRÍA	\$ 18,75					\$ 18,8	
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA			\$ 178,95			\$ 179,0	
Total	\$ 350,22	\$ 398,67	\$ 565,48			\$ 1.314,37	EV
EarnedValue (EV)	\$ 350,22	\$ 748,89	\$ 1.314,37	\$ 1.314,37		41,23%	

La tabla No. 6 muestra el costo de cada ítem con precios actualizados al día del corte. Es bien sabido que productos como el Cemento, el ACPM y las fuertes oleadas invernales que se han vivido en la región, cambian el panorama inicial de los costos respecto a los precios unitarios con los cuales se licitó el proyecto.

Tabla 6: Costos Unitarios Actualizados al Día del Corte

3.- Actual cost (AC)	(Costo Actual)
Ítem	Costo Real
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	\$ 86.928
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	\$ 11.801
BATIMETRÍA	\$ 3.125.000
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA	\$ 365.025

Tomando los costos actualizados de la tabla No. 6, se procede a realizar la tabla que contiene los costos incurridos en el proyecto al día del corte. Para lograr tal fin se hace necesario tomar los costos actualizados y se multiplican por las cantidades ejecutadas.

Tabla 7: Costos Totales Actualizados

*(Costo Actual-
Millones de \$)*

Ítem/Tiempo	1	2	3	4	13	Acumulado	
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	\$ 334,06	\$ 352,93	\$ 364,40			\$ 1.051,4	
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	\$ 12,12	\$ 61,93	\$ 38,51			\$ 112,6	
BATIMETRÍA	\$ 18,75					\$ 18,8	
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA			\$ 178,86			\$ 178,9	
Total	\$ 364,93	\$ 414,86	\$ 581,77			\$ 1.361,57	AC
Actual Cost (AC)	\$ 364,93	\$ 779,79	\$ 1.361,57	\$ 1.361,57		42,71%	

Con los valores calculados en las tablas anteriormente realizadas, se realiza la medición del desempeño de la ejecución del contrato. Para lograr lo anterior, se hace necesario realizar un resumen como se muestra en la tabla No. 8. Dicho resumen plasma cantidades quincena a quincena contempla los Costos Actualizados (AC), Valor Ganado (EV), Valor Presupuestado (PV), Costo Presupuestado a la Terminación (BAC).

Tabla 8: Resumen de los Valores Anteriormente Calculados

4.- MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO				
	1	2	3	4
AC (Costo Real del trabajo realizado)	\$ 364,93	\$ 779,79	\$ 1.361,57	-
EV (Valor Ganado - costo presupuestado del trabajo realizado)	\$ 350,22	\$ 748,89	\$ 1.314,37	-
PV (Costo presupuestado del trabajo presupuestado)	\$ 984,57	\$ 1.984,75	\$ 3.187,68	-
BAC (Costo presupuestado a la terminación)	\$ 9.895,79	\$ 9.895,79	\$ 9.895,79	-

Teniendo los valores resumidos en la tabla No.8, se procede a calcular los medidores de desempeño como se muestra en la tabla No.9.

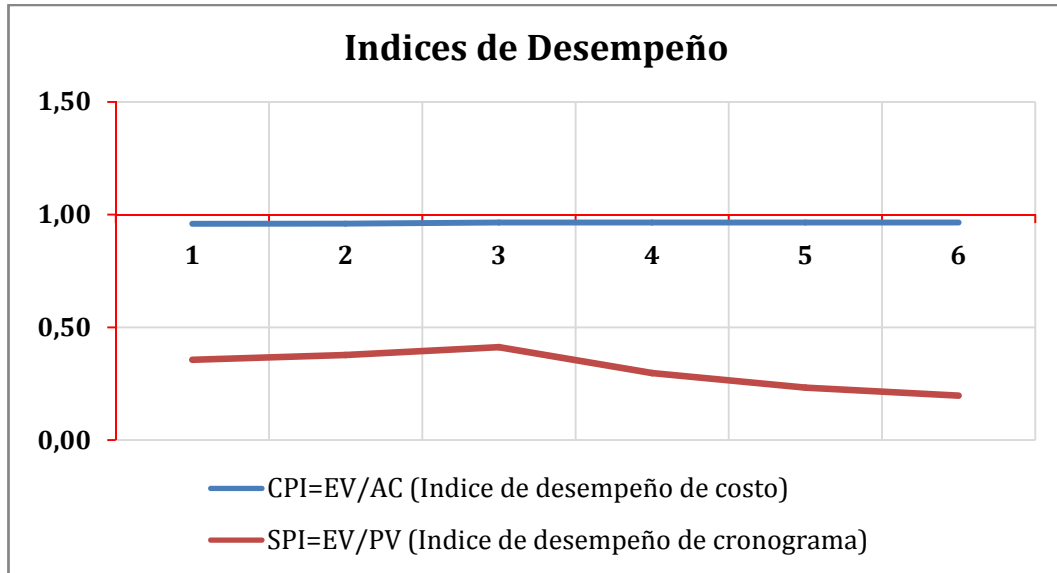
Tabla 9: Medidores de Desempeño 1

EARNED VALUE MANAGEMENT				
1.- Variaciones en el Costo				
CV=EV-AC (Variación del Costo)	(\$ 14,72)	(\$ 30,91)	(\$ 47,20)	(\$ 47,20)
CPI=EV/AC (Índice de desempeño de costo)	0,96	0,96	0,97	0,97
% spent= AC/BAC (Avance en costo)	3,69%	7,88%	13,76%	13,76%
Resultado	presupuest o excedido	presupuest o excedido	presupue sto excedido	presupue sto excedido

Tabla 10: Medidores de Desempeño 2

2.- Variaciones del Cronograma				
SV=EV-PV (Variación del Cronograma)	-634,35	-1.235,86	-1.873,31	-3.107,43
SPI=EV/PV (Índice de desempeño de cronograma)	0,36	0,38	0,41	0,30
% complete=EV/BAC (Avance en Trabajo)	3,54%	7,57%	13,28%	13,28%
Resultado	cronogram a atrasado	cronogram a atrasado	cronogram a atrasado	cronogra ma atrasado
CR=CPIxSPI (Critical Ratio-Desempeño Global)	0,34	0,36	0,40	0,29
TCPI=(BAC-EV)/(BAC-AC) (Índice de desempeño de trabajo por terminar)	1,00	1,00	1,01	1,01

Grafica 1: Índices de Desempeño



Tal como lo resume la grafica No. 1, se puede observar que se obtienen valores de SPI y CPI <1 y teniendo en cuenta la definición de CPI y SPI se podría inicialmente concluir lo siguiente:

- ✓ Se está teniendo un retraso en la ejecución de la obra, respecto a lo planeado.
- ✓ Dicho retraso de ejecución, se ve inicialmente reflejado en las cantidades menores de construcción de hexápodos. Que a su vez disminuye la cantidad de hexápodos dispuestos, ya que cada unidad de hexápodo se le debe dejar un mínimo de 7 días de fraguado para poder instalarlo.
- ✓ Los retrasos anteriormente expresados se deben analizar mas profundamente, para tomar las medidas necesarias, de manera que en un futuro, cuando se planee otra revisión con la metodología se hayan implementado medidas que demuestren el mejoramiento de los rendimientos de obra, disminuyendo el costo de mano de obra por unidad de hexápodo construido y dispuesto. Dichas mejoras pueden contemplar una mayor tecnificación de los operadores,

así como la concientización de amor propio y sentido de pertenencia por la empresa.

- ✓ Otra revisión importante a realizar es si los retrasos obtenidos son por escases de materiales en la zona, lo cual incrementa el costo de los mismos y por lo tanto disminuye la relación de la ganancia entre los costos planeados y ejecutados.
- ✓ Adicionalmente vale la pena recalcar que una máquina en mal estado, como el cargador para la actividad de construcción de hexápodos, genera retrasos importantes, ya que no se podrían sacar los hexápodos de la pista de construcción para llevarlos a la zona de fraguado y posteriormente abastecer el puerto de cargue para la ejecución de la actividad de disposición.

En síntesis generales, se hace necesario iniciar una serie de observaciones en campo (de la mano con el área de Calidad), que permitan reafirmar las causas que están generando los retrasos de obra.

La tabla No. 11 de CV por actividad, nos muestra de una manera muy interesante como cada ítem ha ido cumpliendo o no, quincena a quincena la ganancia esperada por la gerencia o la junta directiva.

Tabla 11: CV por Actividad

CV POR ACTIVIDAD				
Ítem/Tiempo	1	2	3	4
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	-14,6	-29,9	-45,8	-45,8
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	-0,2	-1,0	-1,5	-1,5
BATIMETRÍA	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA			0,1	0,1

Nota: se estableció un rango de valores para identificar la situación de cada actividad

Rango	Semáforo
Menor de -0.8	☐
-0.8 y 1.2	☐
mayor a 1.2	☐

Conforme a lo anterior se puede resumir, que el proyecto tiene costos superiores a los estimados inicialmente, reduciendo el margen de ganancia inicial esperado por los socios. Por lo tanto, se hace necesario determinar cuanto será el “NUEVO costo total del proyecto”, si es valido ese nombre para fácil entendimiento, ó como el PMBOK y la metodología del valor ganado lo llama: “proyección de la estimación a la conclusión (EAC)”.

Para el cálculo de la EAC, se hace necesario que el gerente determine cual tipo de ETC⁴, se debe aplicar. Como se detectaron problemas de costos, programación y se debe terminar el proyecto en una fecha establecida, se determina que para el actual proyecto en estudio la:

⁴ Capitulo II- MARCO TEÓRICO, numeral 1.5: PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ,pag-13.

$$ETC = [(BAC - EV) / (CPI \text{ acumulativo} \times SPI \text{ acumulativo})]$$

Tabla 12: Cálculo de EAC

PROYECCIONES						
5.- Estimate At complete(EAC)	<i>(Valor Estimado a la terminación)</i>					
Ítem/Tiempo	AC	BAC	EV	CPI	SPI	EAC
CONSTRUCCIÓN DE HEXÁPODOS TIPO H-430	6781,4	7330,8	6485,9	1,0	2,3	\$7160,0
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS	920,6	1823,9	908,6	1,0	4,9	\$1111,1
BATIMETRÍA	37,5	42,3	37,5	1,0	2,0	\$39,9
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSAS-ARENA	685,9	698,8	686,2	1,0	3,4	\$689,6
TOTAL						\$9000,6

La tabla No.12 muestra, que si se toman las medidas necesarias para terminar el proyecto a tiempo, la EAC es de un valor de \$9.000,6 millones, disminuyendo de manera significativa la rentabilidad esperada inicialmente, ya que el BAC era de \$8.118,23 millones. Por lo tanto, se hace necesario que además de tomar medidas que mejoren los tiempos de producción y disposición, se tomen medidas económicas necesarias, que disminuyan los costos directamente como acuerdos de precios con los proveedores, disminución de horas extras, etc, para que en el próximo corte donde se calcule nuevamente la metodología de valor ganado, la brecha actual de \$882 millones disminuya, de manera que se muestre una amplia gestión por parte del gerente ante los socios.

CONCLUSIONES

El método anteriormente descrito, permite controlar la ejecución de cualquier proyecto a través de su presupuesto y calendario, no obstante, de manera más clara se pueden obtener los siguientes beneficios con su aplicación.

- ✓ Permite informar el estado del presupuesto y el desempeño en el tiempo del proyecto evaluado.
- ✓ Permite medir el rendimiento y avance del proyecto de forma objetiva.
- ✓ Calcula el desempeño del cronograma, ofreciendo de forma práctica si el proyecto va atrasado, con holgura o acorde a lo programado.
- ✓ Mide el desempeño del costo, comparando lo programado con lo realmente gastado.
- ✓ Permite realizar proyecciones, tanto en tiempos como en costos, para la culminación del proyecto, ofreciendo herramientas sencillas para estudiar los impactos generados por las decisiones tomadas en las diferentes situaciones presentadas.
- ✓ Permite enlazar fácilmente áreas como el control de calidad, el control de costos y el personal encargado de la ejecución, de modo que se forme una vinculación del personal de manera integral a la obra y la gerencia.
- ✓ Las mejoras sugeridas para los procesos, son fácilmente cuantificables detectando su viabilidad o no en un tiempo prudente.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ A guide to the Project management body of knowledge (PMBOK® Guide), 2004 edition by the project Management institute.
- ✓ D. Navarro. “Seguimiento a los proyectos con el Análisis del Valor Ganado”. Disponible en: http://armell.com/docs/avg_v1b.pdf
- ✓ ECOPETROL S.A, Especificaciones Técnicas, CONCURSO CERRADO No. HAB-GRM-012, de objeto: “OBRAS CIVILES Y DE MITIGACIÓN CONTRA LA ACCIÓN EROSIVA Y SOCAVACIÓN PRODUCIDAS POR EL RÍO MAGDALENA SOBRE LAS RIBERAS DE LA ISLA IV DONDE SE CONSTRUIRÁ EL NUEVO CLÚSTER II, UBICADA EN EL CAMPO YARIGUI - GARZAS DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A., LOCALIZADA EN LOS MUNICIPIOS DE CANTAGALLO (BOLÍVAR) Y PUERTO WILCHES (SANTANDER)”.
- ✓ J. Alba, “Método del Valor Ganado” Disponible en: <http://www.ppctotal.com/descargas/Earned%20Value%20Management%20p1.pdf>.
- ✓ Joseph A. Lucas. Earned Valued Analysis – Why it doesn’t Work. AACE International Transactions. Page 1-10. Jun 1 2008.
- ✓ Ramírez Alberto, “METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA”. Disponible en: <http://javeriana.edu.co/fear/ecologia/documents/ALBERTORAMIREZMETODOLOGIADELAINVESTIGACIONCIENTIFICA.pdf>