

Propuesta de aplicación del Método de Valor Ganado como una alternativa en el control y seguimiento de costos para la Interventoría de un Proyecto de Obras de Mitigación del Municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo

Se propone implementar una metodología integrada basada en la Gestión del Valor Ganado (EVM), junto con la actualización periódica de la línea base, el fortalecimiento del monitoreo y reporte, y una gestión preventiva de riesgos técnicos y ambientales

Lucero Tatiana Chamorro Celis

Allan Edward Sánchez Quiceno

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Interventoría y Supervisión de la Construcción

Director

Armando Buelvas

Magíster en Gerencia y Evaluación de Proyectos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Interventoría y Supervisión de la Construcción

2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, a mi familia y en especial a mi hija Zoe Samara Sánchez Chamorro, fuente de inspiración y alegría diaria, su ternura, sonrisa y curiosidad por el mundo me impulsaron a continuar y a culminar este camino con amor y perseverancia, a mi madre María Teresa Celis Madroñero, por su ejemplo de fortaleza, sabiduría y sacrificio incondicional. Su apoyo y sus palabras de aliento han sido el cimiento sobre el cual se ha construido cada logro de mi vida, a mi padre Óscar Hernando Chamorro Pantoja, por inculcarme el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la disciplina. Gracias por enseñarme que los sueños se alcanzan con trabajo constante y fe en uno mismo y a mi esposo Allan Edward Sánchez Quiceno, por su compañía inquebrantable, su comprensión y paciencia en los momentos de mayor exigencia, su amor, apoyo y confianza han sido fundamentales en la realización de este objetivo profesional y personal.

A todos ellos, dedico con gratitud y amor este trabajo, fruto de sus enseñanzas, apoyo y ejemplo constante.

Lucero Tatiana Chamorro Celis

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico, ante todo, a Dios, mi refugio y mi fuerza. Gracias por cada bendición derramada en mi vida, por la luz que me guía en los momentos más difíciles; tú me diste la fortaleza para superar obstáculos, el valor para crecer y la sabiduría para convertirme en un mejor profesional y, sobre todo, en una mejor persona. A mis hijos, Brandon Steven Sánchez Liñan y Zoe Samara Sánchez Chamorro, mis tesoros más preciosos, mi presente y mi futuro, ustedes son mi mayor motivación, cada sonrisa suya, cada abrazo, me llena de energía y me recuerda por qué vale la pena esforzarse cada día. Ustedes me inspiran a ser mejor persona y profesional, y todo lo que logró, lo hago pensando en brindarles más oportunidades. A mi compañera de vida, mi esposa Lucero Tatiana Chamorro Celis, mi amor, mi mayor apoyo, mi coequipera en este proyecto de vida, has estado a mi lado en cada paso de esta aventura, con tu paciencia infinita, tu compromiso inquebrantable y tu amor que nunca flaquea; tu perseverancia y dedicación me han sostenido cuando todo parecía imposible. Gracias por creer en mí, y por hacer que este camino fuera mucho más bello y significativo. A mis padres, Luz Mery Quiceno López y Fernando Sánchez Duque, gracias por los valores que me inculcaron, por enseñarme con el ejemplo lo que significa la tenacidad y la perseverancia.

Con todo mi corazón, gracias a todos. Este título no es solo mío, es el reflejo del amor y

la fe que me rodean.

Allan Edward Sánchez Quiceno

Agradecimientos

Agradecemos a Dios porque nos dio la bendición de haber culminado con éxito esta etapa de nuestros estudios de postgrado, que representan el inicio y un reto en la ingeniería de la interventoría y supervisión de obras de la construcción. También queremos mostrar nuestra gratitud a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Santo Tomas, y los docentes de la especialización que nos brindaron e impartieron lo mejor de sus conocimientos para afianzar nuestro aprendizaje en el seguimiento y control desde los aspectos legales, administrativos y técnicos de los proyectos de construcción, fomentando las mejores prácticas y teorías, y con ello forjar nuestra experiencia en este trabajo de investigación; Queremos destacar especialmente a nuestro mentor y director de proyecto, por su valioso apoyo, comprensión y paciencia infinita. Gracias a su orientación experta y a su dedicación, pudimos guiar y desarrollar esta investigación con rigor y calidad, alcanzando así un nuevo objetivo en nuestras vidas profesionales.

Los autores

Contenido

Introducción	12
1. Objetivos	16
1.1. Objetivo general	16
1.2. Objetivos específicos	16
2. Marco de referencial.....	16
2.1. Antecedentes históricos.....	16
2.1.1. Antecedentes internacionales en la aplicación de EVM.....	19
2.1.2. Antecedentes nacionales en la aplicación de EVM	22
2.2. Marco conceptual.....	24
2.3. Marco teórico	29
2.3.1. Gestión del valor ganado en el PMBOK.....	29
2.3.2. Método del valor ganado	30
2.3.3. Análisis del valor ganado (Earn Value Analysis EVA).....	31
2.3.4. Valor planeado	31
2.3.5. Valor ganado	31
2.3.6. Costo real	32
2.3.7. Análisis de variación.....	32
2.3.8. Variación del cronograma.....	33
2.3.9. Variación del Costo.....	33
2.3.10. Índice de desempeño del cronograma.....	34
2.3.11. Índice de desempeño del costo	34
2.3.12. Pronósticos.....	34
2.3.13. Pronóstico de la EAC para Trabajo de ETC a la Tasa Presupuestada	35

2.3.14.	Pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC con el CPI actual	36
2.3.15.	Pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC considerando ambos factores, SPI y CPI	36
2.3.16.	Análisis de reserva	37
2.3.17.	El Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI).....	37
2.3.18.	Análisis de resultados	39
3.	Alcance	44
4.	Metodología	45
4.1.	Estado actual y las recomendaciones de mejora, del proyecto de mitigación en Mocoa Putumayo mediante la información disponible de costos, alcance y cronograma.....	46
4.2.	Métricas de evaluación de valor ganado mediante el cálculo de valor presente, valor ganado y costo actual de un proyecto de obras de mitigación en Mocoa, Putumayo.	48
4.3.	Implementar un cuadro de revisión de los parámetros del método de valor ganado que se pueda aplicar a la interventoría de un proyecto de obras de mitigación en Mocoa.	50
5.	Desarrollo del Proyecto	53
5.1.	Estado actual particular del proyecto de un caso de estudio de mitigación en Mocoa Putumayo	53
5.1.1.	Valor planificado (PV).....	54
5.2.	Métricas de evaluación de valor ganado mediante el cálculo de valor presente, valor ganado y costo actual de un proyecto de mitigación en Mocoa.	58
5.2.1.	Valor ganado (EV).....	58
5.2.2.	Valor actual (AC).....	61
5.2.3.	Análisis integrado mediante la curva de seguimiento del PV, EV Y AC.....	63

5.2.4.	Alternativas de solución y recomendaciones para interventoría.....	65
5.3.	Cuadro de resultados de los parámetros del método de valor ganado que se pueda aplicar a la interventoría de un proyecto de mitigación en Mocoa.....	66
5.3.1.	Fase inicial semanas (1 a 24)	66
5.3.2.	Fase media semanas (25 a 48)	68
5.3.3.	Fase final (Semanas 48 a 72)	70
5.3.4.	Análisis comparativo detallado de la fase inicial, fase media y fase final del proyecto	72
5.3.5.	Particularidades del uso de las fórmulas del método EVM Respecto a Otros Proyectos	75
6.	Conclusiones	76
7.	Recomendaciones	78
	Referencias.....	79

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Análisis de Valor Ganado</i>	39
Tabla 2. <i>Valoración de índice de desempeño</i>	42
Tabla 3. <i>Indicadores e interpretación del método del Valor Ganado (EVM)</i>	51
Tabla 4. <i>Programacion semanal de actividades de valor planeado.</i>	55
Tabla 5. <i>Valor planeado (PV)</i>	56
Tabla 6. <i>Análisis del valor planeado (PV) del proyecto dique</i>	57
Tabla 7. <i>Valor ganado (EV)</i>	59
Tabla 8. <i>Análisis del valor ganado (EV) del proyecto dique.</i>	60
Tabla 9. <i>Valor actual (AC)</i>	61
Tabla 10. <i>Analisis del Costo Actual (AC) del Proyecto Dique.</i>	62
Tabla 12. <i>Fase inicial (Semanas 1 a 24)</i>	67
Tabla 13. <i>Fase media (Semanas 25 a 48)</i>	68
Tabla 14. <i>Resultados de parámetros e indicadores</i>	71
Tabla 15. <i>Tabla comparativa de desempeño por fase</i>	73
Tabla 16. <i>Particularidades del proyecto con su comparacion</i>	75

Lista de figuras

Figura 1. <i>Valor ganado, valor planificado y costo reales</i>	32
Figura 2. <i>Análisis del valor ganado que muestra la variación del cronograma y del costo</i>	35
Figura 3. <i>Pronóstico de estimación a la conclusión</i>	37
Figura 4. <i>Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)</i>	38
Figura 5. <i>Triple restricción del Proyecto</i>	43
Figura 6. <i>Gráfica de seguimiento del PV, EV Y AC en el Proyecto Dique 2</i>	64

Resumen

El seguimiento y control de obras se fortalecen mediante modelos predictivos que anticipan desviaciones, sobrecostos y retrasos, el Método del Valor Ganado (Earned Value Management - EVM), definido por el Project Management Institute (PMI) en la Guía del PMBOK,. Esta herramienta integra alcance, costo y tiempo, permitiendo medir el avance físico real y evaluar el desempeño mediante indicadores como el Cost Performance Index (CPI) y el Schedule Performance Index (SPI), anticipando desviaciones, sobrecostos y retrasos. En proyectos de reducción del riesgo de eventos naturales en Colombia, especialmente en entornos de alta incertidumbre, este trabajo evidencia que la aplicación temprana de EVM favorece la toma oportuna de decisiones y la optimización de recursos. Los resultados indican que la ausencia de sistemas formales de seguimiento en proyectos liderados en el área circundante a Mocoa generó incrementos presupuestales; pero la posible incorporación del EVM en etapas tempranas habría permitido identificar problemas en la gestión al cronograma, promoviendo una gestión más competitiva en los proyectos de construcción con alcance de mitigación.

Palabras clave: control, seguimiento, valor ganado, EVM, Earned Value Management, costos, tiempo, mitigación, planificación, interventoría.

Abstract

Project monitoring and control can be strengthened through predictive models that anticipate deviations, cost overruns, and schedule delays. One of the most widely recognized approaches is the Earned Value Management (EVM) method, defined by the Project Management Institute (PMI) in the PMBOK Guide. This tool integrates scope, cost, and schedule management, enabling the measurement of actual physical progress and the evaluation of project performance through indicators such as the Cost Performance Index (CPI) and the Schedule Performance Index (SPI). These metrics facilitate the early identification of deviations, cost overruns, and delays. In risk-reduction projects related to natural hazards in Colombia, particularly in highly uncertain environments, the early application of EVM supports timely decision-making and resource optimization. The absence of formal monitoring and control systems within the Consorcio Río Mocoa led to budget increases; the implementation of EVM could have enabled the early detection of inefficiencies, thereby promoting a more competitive, transparent, and ethical management approach within the mitigations impact construction projects.

Keywords: control, monitoring, earned value, EVM, Earned Value Management, costs, time, mitigation, planning, project oversight.

Introducción

En Colombia, la ejecución de obras civiles ha estado históricamente marcada por retrasos significativos, sobrecostos que superan frecuentemente el 50% del valor inicial y, en muchos casos, paralización o terminación anticipada de contratos; según el Informe de Control Fiscal de la Contraloría General de la República (2023-2024), más del 60% de los proyectos de infraestructura vigilados presentan desviaciones importantes en cronograma y presupuesto, lo que representa una pérdida anual de recursos públicos superior a los 15 billones de pesos. (Contraloría General de la República, 2024).

Esta realidad no es casual: se deriva, en gran medida, de una planeación y programación deficiente en las etapas precontractuales y de ejecución; la ausencia de estudios y diseños completos, cronogramas realistas, análisis robustos de riesgos y curvas de inversión bien definidas genera incertidumbre que se traduce en adiciones presupuestales, suspensiones, controversias contractuales y, finalmente, deterioro de la confianza ciudadana en las instituciones (IPA, 2020).

Es común observar que la mayoría de proyectos de construcción la planeación de las actividades no es muy detallada y presentan falencias en reflejar la realidad de la ejecución, lo que dificulta el correcto seguimiento por parte de la interventoría.

La estructura desglosable de los trabajos (EDT) usualmente no tiene consistencia técnica ni contemplan las especificaciones de los entregables que según el alcance del proyecto deben estar correctamente definidos, generando que las actividades de monitoreo y control no sean útiles para realizar la supervisión del proyecto. Los supervisores de obra no tienen una programación real y tampoco un alcance que permita la realización de sus actividades de control técnico respectivo, por lo que la implementación efectiva del EVM transforma el control técnico de obras

civiles reduciendo riesgos y mejorando resultados mediante el apoyo de herramientas adecuadas y monitoreo continuo para maximizar beneficios.

De acuerdo a lo expuesto, la planeación de obras civiles representa un pilar fundamental para el desarrollo sostenible y la competitividad económica de un país, una planificación adecuada permite optimizar recursos, mitigar riesgos ambientales y sociales, y fomentar la integración regional, sin embargo, una buena planeación por sí sola no es suficiente, la experiencia nacional e internacional demuestra que sin sistemas efectivos de seguimiento y control como el uso de metodologías como la Earned Value Management (EVM), reportes semafóricos de avance físico-financiero, dashboards en tiempo real y plataformas colaborativas de gestión de proyectos (PMIS), es prácticamente imposible detectar a tiempo desviaciones, tomar decisiones correctivas oportunas y evitar que pequeñas variaciones se conviertan en pérdidas millonarias; el EVM es la metodología más robusta para integrar alcance, cronograma y costos, y permite pronosticar el costo final y la fecha de terminación del proyecto (Getahun, Teshome, Asteray Belachew, & Kebede, 2025), (Project Management Institute, 2025).

Esta técnica es esencial porque genera una línea base sólida para la medición del desempeño, evalúa variaciones y tendencias, y facilita la toma de acciones preventivas en tiempo real. Implementar el EVM y otras herramientas modernas de control no es opcional, sino un imperativo para evolucionar la ingeniería de interventoría en Colombia, transformando potenciales fracasos en éxitos medibles y replicables. Su implementación profesional debe verse no como un costo adicional, sino como la mejor inversión estratégica para mitigar riesgos, cumplir plazos y elevar la competitividad del sector constructor.

En el presente estudio se plantea la aplicación de la metodología del valor ganado al contrato ejecutado “Construcción Dique Abierto 2, sobre la quebrada la Taruca, en el marco de la

reconstrucción de la declaratoria de calamidad pública, en desarrollo del plan de acción específico (PAE) del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo”, para el análisis de la situación actual del proyecto, que permita visualizar la tendencia de los costos y tiempos, indicadores y coeficientes obtenidos, con la finalidad de prever desviaciones negativas, como una herramienta para validar la implementación en la tipología de un proyecto de mitigación y concientizar al contratista, sobre la importancia de llevar un control y gestión de la obra.

La implementación del EVM permite desarrollar habilidades de gestión estratégica, alineadas con las recomendaciones del PMBOK (2021), al integrar el alcance, costos y cronograma en un enfoque holístico y detectar los puntos claves en el avance de la obra, tomando decisiones de forma inmediata con acciones preventivas y correctivas.

El EVM además facilita el control técnico al vincular el progreso real con el planificado, lo que ayuda a supervisar aspectos como la ejecución de tareas técnicas, el uso eficiente de recursos y la adherencia a estándares de calidad y seguridad. Este control se basa en los indicadores de valor ganado (EV), valor planeado (PV) y costo real (AC). Estos indicadores permiten un control técnico integral para detectar desviaciones tempranas, mejorar la disciplina presupuestal y la gestión de cronogramas, integrar la supervisión técnica y financiera, facilitar pronósticos y toma de decisiones, y promover mejoras continuas.

Adicionalmente, el EVM no solo mide el rendimiento del proyecto, sino que también permite identificar errores comunes en la ejecución de obras civiles, los cuales suelen originarse por información inexacta, deficiencias en la planificación o falta de integración entre los procesos de gestión. En este sentido, la metodología no se limita a evidenciar problemas, sino que proporciona herramientas para abordarlos de manera proactiva, favoreciendo la implementación

de acciones correctivas sustentadas en datos y contribuyendo al restablecimiento del control técnico del proyecto.

El éxito de un proyecto está en el cumplimiento de su línea base. Por ello, el objetivo de esta investigación es analizar y aplicar el Método del Valor Ganado (EVM) como herramienta para mejorar el control integrado de costos, tiempos y alcance en una obra civil de mitigación en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo. Mediante un estudio de caso ex post, se identifican las desviaciones presentadas durante la ejecución, se evalúa el desempeño mediante indicadores EVM y se propone un procedimiento práctico que fortalezca las labores de interventoría en proyectos de similar naturaleza.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Implementar un procedimiento base para la aplicación del método de valor ganado en una interventoría para un proyecto de construcción tipo Mitigación del Riesgo en el Municipio de Mocoa, departamento del Putumayo.

1.2. Objetivos específicos

Analizar el estado actual y las recomendaciones de mejora, del proyecto de mitigación en Mocoa Putumayo mediante la información disponible de costos, alcance y cronograma.

Estimar las métricas de evaluación de valor ganado mediante el cálculo de valor presente, valor ganado y costo actual de un proyecto de obras de mitigación en Mocoa, Putumayo.

Implementar un cuadro de revisión de los parámetros del método de valor ganado aplicable a la interventoría de un proyecto de obras de mitigación en Mocoa.

2. Marco de referencial

2.1. Antecedentes históricos

Los ríos de montaña al llegar al pie de monte sufren un cambio brusco en su pendiente y gradiente hidráulico, por lo cual, en época de crecientes, tienden a depositar sus arrastres sólidos para formar lo que se conoce como el abanico aluvial del río. Los deslizamientos, los flujos de detritos o aludes torrenciales, y las inundaciones, ocurren natural y frecuentemente en estos ambientes, amenazando gravemente los desarrollos urbanos allí asentados. Es por estas razones que la ocupación de los abanicos aluviales tiene que ir acompañada de medidas de control y

mitigación contra la amenaza torrencial. El evento catastrófico ocurrido en Mocoa, representa un caso dramático de una tragedia causada por la ocupación indebida de abanicos aluviales.

La avenida torrencial ocurrida entre el 31 de marzo y el 1 de abril de 2017 en Mocoa fue provocada por una tormenta intensa que descargó cerca de 130 mm de lluvia en apenas tres horas. Esta precipitación saturó los suelos de las montañas circundantes y detonó alrededor de 267 deslizamientos de tierra en las cuencas altas. Los derrumbes generaron represamientos temporales en los cauces de los ríos, que, al ceder por la presión del agua, liberaron una masa destructiva de lodo, vegetación, rocas y piedras de gran tamaño. Este torrente descendió a gran velocidad, desbordando simultáneamente los ríos Mocoa, Mulato y Sangoyaco, así como las quebradas La Taruca y La Taruquita, y arrasando 17 barrios de la ciudad.

En el marco de la declaratoria de calamidad pública N°176 del 12 de agosto de 2018, prorrogado mediante decreto N°027 del 12 de febrero de 2019, en desarrollo del plan de acción específico (PAE) del decreto N°141 del 12 de agosto de 2019 retorno a la normalidad del municipio de Mocoa, departamento de Putumayo, se concebía el proyecto cuyo objeto es “Realizar las obras de recuperación mediante la construcción de dique abierto 02, sector quebrada Taruca. El proyecto contratado por la empresa Consorcio Rio Mocoa se encargó de la ejecución de la obra de mitigación en el municipio de Mocoa, una iniciativa novedosa para la prevención de riesgos naturales y el desarrollo sostenible de la región, mediante la construcción de un dique abierto, que consiste en una presa conformada por una estructura maciza en las márgenes del cauce y aberturas en el cuerpo de la estructura dentro del cauce. La función de esta presa es permitir el transporte libre de caudales líquidos y sólidos de bajos tamaños en condiciones normales, mientras que, para

un evento de flujo detrítico, la fracción gruesa de los sedimentos (grandes bloques) es capturada y retenida temporalmente, previniendo desastres hacia aguas abajo.

Este tipo de obra cumple las siguientes funciones, capturar el flujo detrítico, reduciendo el volumen de la descarga de sedimento, prevenir el movimiento de depósitos en el lecho, capturar rocas y troncos en la cabeza del flujo y disminuir la concentración de sedimentos en el flujo. (Huebl y Fiebiger, 2005). Las actividades de este proyecto se denotan en el siguiente listado:

- ✓ Desmonte y limpieza
- ✓ Localización y replanteo
- ✓ Excavación mecánica en material aluvial con sobretamaños (Incluye repaleo)
- ✓ Excavación en roca de la explanación y canales bajo agua
- ✓ Suministro e instalación de acero de refuerzo FY 420 MPA
- ✓ Suministro e instalación de concreto clase A; resistencia 35 MPA
- ✓ Concreto (60% clase A; resistencia 35 MPA - 40% piedra rajón)
- ✓ Concreto de recubrimiento clase C; resistencia 28 MPA
- ✓ Malla electrosoldada de refuerzo S=0.25M x 0.25M; E=4 MM
- ✓ Gaviones en malla de alambre de acero entrelazado con recubrimiento en PVC o similar según norma INVIAS
- ✓ Suministro e instalación de colchogavión en malla de alambre de acero entrelazado con recubrimiento en PVC o similar según norma INVIAS
- ✓ Suministro e instalación de geotextil tipo NT 2500 o similar
- ✓ Suministro e instalación de solado en concreto clase F; resistencia 14 MPA
- ✓ Adecuación accesos para construcción y mantenimiento de estructuras

2.1.1. Antecedentes internacionales en la aplicación de EVM

De acuerdo con Martin, (2017), en su tesis para optar el grado de master interuniversitario en dirección de proyectos, en la universidad de Oviedo (Oviedo-España), titulado “Aplicación del Método del Valor ganado en Proyectos de obra Pública”, aplicó el método del valor ganado a un proyecto gubernamental, en un parqueo de dos niveles, en el que aplicó el método por separado a los diferentes componentes del proyecto, lo que permite flexibilidad y polivalencia del método, ya que su aplicación se resume en elaborar un conjunto de plantillas con los datos de entrada, indicadores y gráficos necesarios. Pero, para hacer un análisis correcto, es necesario conocer datos cualitativos del proyecto; por ejemplo, suspensiones o atrasos no considerados en el programa inicial, generando desviaciones en el cronograma de actividades.

Este método analiza la ejecución de los recursos destinados al proyecto, sin necesidad que el administrador del proyecto esté directamente involucrado en éste, no lo exonera de conocer y estar pendiente de las desviaciones que el cronograma de actividades pueda tener, para interpretar correctamente la información obtenida, y permite establecer las estrategias para identificar sobrecostos y retrasos que afectan el cumplimiento de los presupuestos planificados inicialmente en un proyecto de obra civil.

Por su parte, Yazbek, (2018), en su trabajo de titulado “Integración del análisis de valor ganado (EVM) y la ruta crítica (CPM) en un proyecto de vivienda ubicada en la península de Santa Elena (urbanización Capaes)” que tiene como objetivo aplicar el método del valor ganado en una ruta crítica, con un ejemplo de un proyecto de construcción y poder obtener las diferencias que hay cuando se aplica el EVM al total de las actividades del proyecto, respecto de aplicar solamente a las actividades que pertenecen a la ruta crítica. Admite comparar y decidir si esta aplicación tiene más eficacia y eficiencia que otros métodos más tradicionales, identificando las actividades críticas

del total de la estructura de descomposición del trabajo en cuanto a costo y tiempo, además de los indicadores de desempeño, permite analizar los resultados y conocer la realidad de la obra en tiempo real, y en caso de ser necesario tomar las correcciones pertinentes, dejando claro que este método no soluciona los problemas que puedan ocurrir en la obra.

Así mismo, Naranjo, (2017), en su trabajo “Análisis de la Programación Ganada en Proyectos” demostró que los indicadores basados en el tiempo (propios de la programación ganada) son mejores que sus análogos basados en coste (propios del valor ganado) para pronosticar la duración de un proyecto, para ello procedió a comparar gráficamente los indicadores de Variación del Cronograma (SV y SV(t)) y los Índices de Desempeño del Cronograma (SPI y SPI(t)), analizando su desempeño por medio de sus resultados numéricos, se procedió a confrontar dando énfasis principalmente a la etapa final de un proyecto.

El autor recomienda el uso conjunto de ambas metodologías: Valor Ganado (EVM) para gestionar el desempeño de ejecución de los costos y Programación Ganada (ESM) para gestionar el desempeño de ejecución de los plazos, además menciona algunas facilidades presentadas en la integración del método ESM, ya que se deriva de EVM utilizando indicadores análogos, éstos se comportan de manera fiable para cualquier tipo de proyecto, y los valores numéricos de sus índices e indicadores convergen y finalizan al resultado real del proyecto. Los resultados obtenidos en el análisis evidenciaron que el índice de desempeño del cronograma (SPI) e índice de desempeño de costos (CPI), son indicadores que proporciona información precisa, para predecir cómo se puede desarrollar y mejorar el proyecto, para saber si finalizará de la forma adecuada y con los resultados esperados.

De igual manera Robles, (2016), en su tesis de pregrado “Método de valor ganado (EVM) para la gestión de proyectos, aplicados a los contratos de construcción”, determinó la influencia

del (EVM) en los contratos de construcción, señalando específicamente que una adecuada gestión en el control de costos influye en las decisiones de inversión, y una adecuada gestión en el control del cronograma garantiza ejecutar los contratos dentro de los plazos establecidos. Se concluye que la aplicación del método del valor ganado en la gestión de los proyectos de construcción permite obtener indicadores de desempeño de ejecución del tiempo y costo, que permiten determinar las desviaciones entre lo planificado y lo real, determinando así bajo esas condiciones un costo futuro aproximado.

Por ende, (EVM), es una herramienta efectiva para la gestión de los proyectos de construcción durante su ejecución, porque presenta resultados que evidencia la necesidad oportuna de tomar decisiones técnicas y financieras, constituyendo una herramienta valiosa para las empresas constructoras al identificar puntualmente el monto determinado de inversión y el plazo determinado de ejecución.

Según Lledo, (2006), proyecto significa esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto único, para el caso, una obra civil, así, el proyecto tiene inicio y finalización, cuyo desarrollo y ejecución correcto dependerá de la claridad de la idea concretada en obra en particular; esto facilita buen diseño, presupuesto y cronograma, lo más cercano a la realidad; y disponer de perfiles profesionales que sirvan para la contratación de personal idóneo en todos los campos de ejecución, para que en el desarrollo del proyecto se tenga la capacidad de reacción ante situaciones no previstas en el presupuesto y el programa de trabajo, y durante la formulación de cualquier proyecto o en la ingeniería del proyecto, la administración de proyectos es una actividad importante desde su concepción, en el periodo en que se desarrolla el proyecto, hasta que este se liquide a entera satisfacción del propietario.

Por otra parte, Rodriguez, (2009) plantea la elaboración de un sistema de control de costos basado en el método del valor ganado, para eficientizar los recursos de la empresa en el periodo de crisis económica de los años 2008 y 2009 que afectó al sector construcción. Propuso una serie de formularios con el objetivo de adquirir la información necesaria para evaluar los proyectos usando el método del valor ganado, llegando a que no se pueden tomar decisiones a partir del análisis de los gráficos de las curvas “S”; es necesario tener un presupuesto lo más aproximado a la realidad; con el fin de disponer de un buen cronograma base, como parámetro de control de tiempo.

De acuerdo con Garcia, (2014) quien aplicó el método en un proyecto urbanístico patrocinado por el Ayuntamiento de Llanes, para reestructuración de la calle Manuel Romano y renovación de servicios urbanos en Llanes España, llegó a lo siguiente, la aplicación del método del valor ganado aporta una considerable mejora al prever problemas en la gestión de costos y en los plazos de ejecución en este tipo de proyectos; los índices de ejecución (índice de desempeño del costos e índice de desempeño del cronograma, ambos utilizados en el EVM), permiten realizar estimaciones aceptables sobre la finalización del proyecto, siendo más precisa a medida que la obra avanza a su finalización.

2.1.2. Antecedentes nacionales en la aplicación de EVM

(COLMENARES, 2016). La alta gerencia y las medidas de control para ejercer la interventoría en obras de mitigación del sistema de alcantarillado pluvial [Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Examina la relevancia de la alta gerencia y las medidas de control en la interventoría de obras de mitigación del sistema de alcantarillado pluvial, destacando la necesidad de mejorar los procesos de planificación, seguimiento y control para garantizar el

cumplimiento de tiempos, costos y calidad técnica en proyectos públicos en Colombia, resaltando que es indispensable incorporar métodos modernos de planificación y control de proyectos en las obras de mitigación para superar las deficiencias históricas observadas en la contratación pública colombiana.

Según la revista Semana, (2012), uno de los proyectos de construcción más grande en la historia de la ingeniería colombiana, es la construcción de la Refinería de Cartagena, o “Reficar”, proyecto muy polémico debido a las irregularidades contractuales, desfases en el presupuesto e incumplimiento en los plazos de entrega.

En Colombia la productividad en construcción es un concepto últimamente aplicado en la gestión de proyectos, sin embargo, se evidencia en el contexto local una serie de factores que afectan la productividad con respecto a su importancia relativa. Se pone de manifiesto que en general los aspectos que más influyen son la escasez o suministro tardío de los materiales; falta de claridad de los planos y documentos del proyecto y correcciones tardías; falta de asignación de tareas claras y todos los días, herramientas faltantes o la escasez de equipos; y baja capacitación y bajo nivel de habilidad y experiencia de los trabajadores. (Herrera, 2019)

Por otra parte, Divantoque, (2014) realizó la investigación “Análisis e implementación del método de valor ganado para el control de proyectos de cableado estructurado”, en la ciudad de Bogotá, con el fin de medir el desempeño del proyecto y ofrecer el método del valor ganado como una herramienta para evitar que en Colombia los proyectos sigan fracasando por los sobrecostos, cambios en los objetivos, incumplimiento del alcance, y mejorar la comunicación entre los involucrados en la ejecución de la obra.

De igual manera, Tellez et al, (2020), en su Monografía titulada “Aplicación del método del valor ganado para el control del avance económico y desempeño de una obra, desde el punto

de vista de la interventoría”, realizado a un contrato de obra No. AMO SVIV LP 004-010 cuyo objeto es la adecuación y mejoramiento de la cancha barrio Marabel del Municipio de Ocaña, Norte de Santander con la finalidad de implementar la metodología del valor ganado, explicar el uso de tablas dinámicas en el programa informático memorias de cálculo y su uso particular para el control de obras, exponiendo detenidamente su aplicabilidad paso a paso para la construcción del cronograma de obra y actualización del avance económico para una fecha establecida obteniendo finalmente una serie de indicadores que mostrarán el desempeño del avance del proyecto y estimaciones para culminarlo dentro de las condiciones iniciales o contractuales, basado en el cronograma de actividades, lo que permite obtener un conocimiento más amplio sobre el método y su aplicación para obtener los indicadores de forma veraz y confiable, estableciendo medidas correctivas o preventivas para la gestión de un proyecto.

2.2.Marco conceptual

El presente marco conceptual reúne las definiciones y conceptos técnicos más relevantes relacionados con la metodología EVM, que sirven de base para la comprensión y el análisis desarrollado en esta investigación.

Alcance: el alcance del proyecto consiste en el trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las características y funciones especificadas.

Acción correctiva: actividad intencional que realinea el desempeño del trabajo del proyecto con el plan para la dirección del proyecto.

Acción preventiva: actividad intencional que asegura que el desempeño futuro del trabajo del proyecto esté alineado con el plan para la dirección del proyecto.

Análisis de alternativas: el análisis de alternativas se utiliza para seleccionar las acciones correctivas o una combinación de acciones correctivas y preventivas a implementar cuando ocurre una desviación.

Análisis costo-beneficio: el análisis costo-beneficio ayuda a determinar la mejor acción correctiva en términos de costo en caso de desviaciones del proyecto.

Análisis del valor ganado: el valor ganado proporciona una perspectiva integral del alcance, el cronograma y el desempeño del costo.

Análisis de tendencias: se utiliza para predecir el desempeño futuro en función de los resultados obtenidos, examinando el futuro del proyecto en busca de retrasos esperados y advierte con antelación al director del proyecto que si las tendencias establecidas persisten, podrían ocurrir problemas más tarde en el cronograma.

Análisis de variación: según (PMI P. G., 2017), revisa las diferencias (o variación) entre el desempeño planificado y el real, incluyendo estimaciones de la duración, estimaciones de costos, uso de recursos, tarifas de recursos, desempeño técnico y otras métricas.

Controlar los costos: es el proceso de monitorear y controlar el estado del proyecto con respecto a la línea base de costos, enfocado esencialmente en los gastos incurridos para las actividades del presupuesto determinados en el cronograma.

Costos: el costo del proyecto representa el valor monetario de los recursos requeridos para completar todas las actividades planificadas. Su control busca asegurar que la ejecución se mantenga dentro del presupuesto aprobado.

Costo actual (AC): el costo actual (AC) es el costo incurrido en el trabajo realizado durante un período específico.

Costo estimado al final (EAC): es la proyección del costo total esperado del trabajo cuando se completa, considerando el desempeño real y las expectativas futuras.

Cronograma: el cronograma del proyecto es un modelo que presenta las actividades planificadas, sus fechas de inicio y finalización, duraciones, dependencias y recursos, y sirve como base para monitorear el progreso del proyecto.

Definir las actividades: es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto.

Estimado para terminar (ETC): es el costo esperado necesario para completar todo el trabajo restante del proyecto.

Gestión de los costos del proyecto: planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos para el cumplimiento del proyecto dentro del presupuesto aprobado.

Gestión del cronograma del proyecto: incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto en el tiempo aprobado.

Gestión de los riesgos del proyecto: procesos para desarrollar de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.

Índice de desempeño del costo (CPI): es una medida de la eficiencia del costo del proyecto, expresada como la razón entre el valor ganado (EV) y el costo actual (AC).

Índice de desempeño del cronograma (SPI): es una medida de la eficiencia del cronograma del proyecto, expresada como la razón entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV).

Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI): es una medida de la eficiencia del costo futura requerida para cumplir con una meta específica de gestión del proyecto, expresada como la relación entre el trabajo y los fondos restantes.

Interventoría: proceso de supervisión y control que un tercero ejerce sobre un contrato para verificar, exigir y velar por el cumplimiento a cabalidad de este. (Eficiente, 2016).

Los siguientes conceptos se basan en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), publicada por el Software de programación de obra Management Institute (2025). (Project Management Institute, 2025).

Investigación cuantitativa: es una estrategia de investigación que se centra en cuantificar la recopilación y el análisis de datos. Se forma a partir de un enfoque deductivo en el que se hace hincapié en la comprobación de la teoría, moldeada por filosofías empiristas y positivistas.

Método de valor ganado: el método del valor ganado (EVM) es una metodología que combina mediciones de alcance, cronograma y costos para evaluar el desempeño y el progreso del proyecto.

Métricas de evaluación: las métricas del proyecto son medidas cuantificables utilizadas para evaluar el progreso y desempeño del proyecto frente a los objetivos establecidos.

Monitorear y controlar el trabajo del proyecto: es el proceso de hacer seguimiento, revisar e informar el avance general a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto.

Presupuesto al final del proyecto (BAC): es la suma de todos los valores planificados del trabajo; representa el costo total presupuestado del proyecto cuando esté finalizado.

Proyecto de mitigación: conjunto de acciones y medidas, tanto estructurales como no estructurales, orientadas a reducir las condiciones de vulnerabilidad o la exposición de las comunidades y su infraestructura frente a amenazas potenciales. (Desastres, 2017).

Recopilar requisitos: determinación, documentación y administración de las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir los objetivos del proyecto, incluyendo las necesidades y expectativas cuantificadas y documentadas del patrocinador, del cliente y de otros interesados.

Resultado: un resultado o consecuencia final de un proceso o proyecto. Los resultados pueden incluir salidas y artefactos, pero tienen una intención más amplia al centrarse en los beneficios y el valor para los que se emprendió el proyecto.

Retrasos: son todos aquellos eventos que originan una extensión en el tiempo requerido para la terminación de una obra, se van a ver reflejados como días adicionales de trabajo o como el inicio tardío de algún proceso y pueden ocasionar cambios en el alcance del proyecto.

Secuenciar las actividades: es el proceso de identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto.

Sobrecosto: resultan cuando los costos reales superan los costos estimados o presupuestados.

Variación del costo (CV): es una medida del desempeño del costo de un proyecto que representa la diferencia entre el valor ganado (EV) y el costo actual (AC).

Variación del cronograma (SV): es una medida del desempeño del cronograma del proyecto que representa la diferencia entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV).

Valor ganado (EV): el valor ganado es una medida del trabajo realizado expresada en términos del presupuesto autorizado para dicho trabajo.

Valor planeado (PV): es el costo autorizado asignado al trabajo planificado que debe realizarse durante un periodo determinado. También conocido como el valor presente, es la cantidad que se debería invertir hoy para obtener una suma futura, dado un rendimiento o tasa de interés específica (Urbina, 2013).

Variación del presupuesto final (VAC): representa la diferencia prevista entre el presupuesto al completarse (BAC) y la estimación al completarse (EAC); indica si se espera que el proyecto termine por debajo o por encima del presupuesto.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Gestión del valor ganado en el PMBOK

Es una metodología que permite medir el desempeño de un proyecto, haciendo un análisis de variación y de tendencia de las dimensiones principales para cada actividad y sus resultados indican cuál es la desviación del proyecto respecto de las líneas de base del cronograma y de los costos. De acuerdo con El Project Management Institute (PMI) y la guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK), el Valor Ganado es una técnica en la sección 7.4.2.2 que desarrolla las medidas de desempeño del cronograma, tales como la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI), se utilizan para evaluar la magnitud de la desviación con respecto a la línea base original del cronograma. (PMI, 2017)

El Método del Valor Ganado o EVM (Earned Value Method), para el control de costos y tiempos, puede ser una alternativa de seguimiento y control para la interventoría, en este caso específico que utiliza los conceptos de Valor Planificado (PV), donde se refleja de manera numérica el presupuesto del trabajo que se planea ejecutar; Costo Real (AC), cantidad de trabajo ejecutado a la fecha, donde se requiere de un sistema financiero que contabilice los costos del

trabajo ejecutado de manera detallada y precisa; y Valor Ganado (EV), cantidad de trabajo que efectivamente se ha ejecutado a la fecha. Estas tres variables iniciales son fundamentales para calcular los indicadores del cronograma y los indicadores del presupuesto.

Entre los indicadores del cronograma se encuentran: la Variación del Cronograma (SV), que muestra si el proyecto está adelantado, a tiempo o retrasado; el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI), que mide la eficiencia en la implementación del trabajo; y el Estimativo de la Duración del Proyecto (EACt), que proyecta la duración total del proyecto. En cuanto a los indicadores del presupuesto: la Variación del Presupuesto (CV) señala si hay sobrecostos o ahorros; el Índice de Desempeño del Presupuesto (CPI) evalúa la eficiencia del uso de los recursos; el Índice de Desempeño del Trabajo Restante (TCPI) indica la eficiencia requerida para completar el trabajo pendiente; el Estimativo del Costo Final del Proyecto (EAC) calcula el costo total al finalizar el proyecto; la Variación del Costo Final (VAC) estima los sobrecostos o ahorros al cierre; y el Costo del Trabajo Restante (ETC) estima lo que aún falta por invertir.

2.3.2. Método del valor ganado

Es un método de medición de rendimientos, integra el alcance del proyecto, costo y cronograma de actividades, con esto el equipo de dirección de proyecto evalúa el rendimiento de costos y el cronograma de ejecución, usando de referencia el costo real acumulado del proyecto al periodo de corte, el costo del trabajo finalizado acumulado, que recibe el nombre de valor ganado y el monto planificado del proyecto.

El análisis del EVM, se introdujo en la administración de proyectos, impulsado por el Project Management Institute (PMI), en el año 2005, sin embargo, en la gestión de proyectos se habla de EVM desde aproximadamente el año 1950.

2.3.3. *Análisis del valor ganado (Earn Value Analysis EVA)*

El análisis del valor ganado compara la línea base para la medición del desempeño con respecto al desempeño real del cronograma y del costo, integrando la línea base del alcance con la línea base de costos y la línea base del cronograma para generar la línea base para la medición del desempeño. El EVM establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control.

2.3.4. *Valor planeado*

El valor planeado PV (Planned value) es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo programado y el autorizado que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo (EDT), sin contar con la reserva de gestión, es adjudicado por fase a lo largo del proyecto, pero para un punto dado en el tiempo, el valor planificado establece el trabajo físico que se debería haber llevado a cabo hasta ese momento; el PV total se conoce en ocasiones como la línea base para la medición del desempeño (Performance Method Budget PMB). El valor planificado total para el proyecto también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (Budget at Complet BAC).

2.3.5. *Valor ganado*

El Valor Ganado (Earned Value – EV) es la medida del trabajo efectivamente ejecutado, expresado en términos del presupuesto autorizado para dicho trabajo. Corresponde al presupuesto asociado a las actividades que han sido completadas y cuyo avance ha sido validado de acuerdo con los criterios de medición establecidos en la EDT/WBS. El EV se utiliza para evaluar el desempeño del proyecto mediante la comparación entre el trabajo planificado, el trabajo ejecutado y los costos incurridos, permitiendo determinar el estado de avance y las tendencias de desempeño del proyecto.

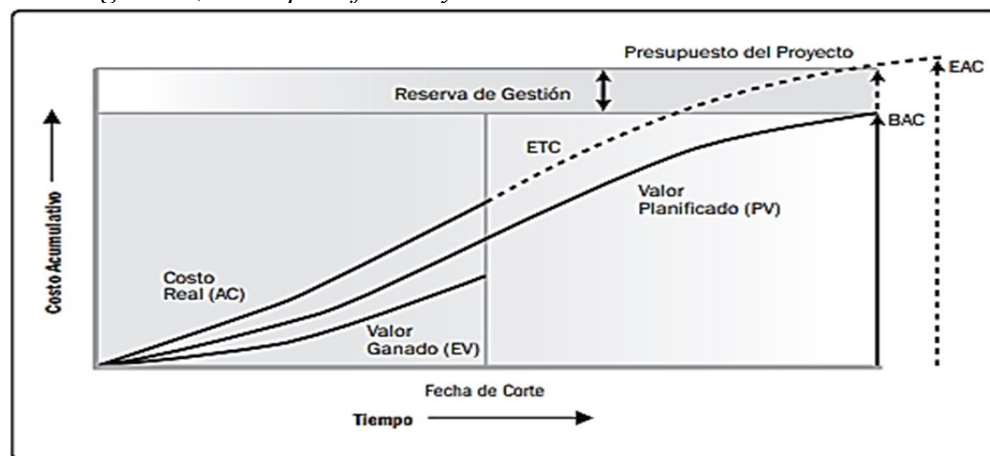
2.3.6. Costo real

El costo real (Actual Cost AC) es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV. El AC debe corresponderse, en cuanto a definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido por el EV (p.ej., sólo horas directas, sólo costos directos o todos los costos, incluidos los costos indirectos). El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.

2.3.7. Análisis de variación

El análisis de variación utilizado en el EVM constituye la explicación (causa, impacto y acciones correctivas) de las variaciones de costo ($CV = EV - AC$), cronograma ($SV = EV - PV$), y de la variación a la conclusión ($VAC = BAC - EAC$). Las variaciones que se analizan más a menudo son las relativas al costo y al cronograma mediante valores numéricos y graficas como la mostrada en la Figura 1.

Figura 1. Valor ganado, valor planificado y costo reales



Nota. La imagen muestra los elementos clave del Método del Valor Ganado (EVM), como el Costo Real (AC), Valor Ganado (EV), Valor Planificado (PV), y proyecciones como el EAC y ETC,

permitiendo evaluar el desempeño del proyecto en costo y tiempo. Tomado de *Guía del PMBOK* (p. 301). Por PMI (2021).

2.3.8. Variación del cronograma

La variación del cronograma (SV) es una medida de desempeño del cronograma que se expresa como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado. Determina en qué medida el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega, en un momento determinado. Es una medida del desempeño del cronograma en un proyecto; es igual al valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV). En el EVA, la variación del cronograma es una métrica útil, ya que puede indicar un retraso o adelanto del proyecto con respecto a la línea base del cronograma. La variación del cronograma en el EVA en última instancia será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya habrán ocurrido todos los valores planificados. Es recomendable utilizar la variación del cronograma en conjunto con el método de programación de la ruta crítica (CPM) y la gestión de riesgos.

$$\text{Formula 1: } SV = EV - PV$$

2.3.9. Variación del Costo

La variación del costo (CV) es el monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real. Es una medida del desempeño del costo en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos el costo real (AC). La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y la cantidad realmente gastada. La CV es particularmente crítica porque indica la relación entre el desempeño real y los costos incurridos. Una CV negativa es a menudo difícil de recuperar para el proyecto.

$$\text{Formula 2: } CV = EV - AC.$$

2.3.10. Índice de desempeño del cronograma

El índice de desempeño del cronograma (SPI) es una medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planificado. Refleja la medida de la eficiencia con que el equipo del proyecto está llevando a cabo el trabajo. En ocasiones se utiliza en combinación con el índice de desempeño del costo (CPI) para proyectar las estimaciones finales a la conclusión del proyecto. Un valor de SPI inferior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo llevada a cabo es menor que la prevista. Un valor de SPI superior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista. Puesto que el SPI mide todo el trabajo del proyecto, se debe analizar asimismo el desempeño en la ruta crítica, para así determinar si el proyecto terminará antes o después de la fecha de finalización programada. El SPI es igual a la razón entre el EV y el PV.

$$\text{Formula 3: } SPI = EV/PV$$

2.3.11. Índice de desempeño del costo

El índice de desempeño del costo (CPI) es una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados, expresado como la razón entre el valor ganado y el costo real. Se considera la métrica más crítica del EVA y mide la eficiencia del costo para el trabajo completado. Un valor de CPI inferior a 1,0 indica un costo superior al planificado con respecto al trabajo completado. Un valor de CPI superior a 1,0 indica un costo inferior con respecto al desempeño hasta la fecha. El CPI es igual a la razón entre el EV y el AC.

$$\text{Formula 4: } CPI = EV/AC$$

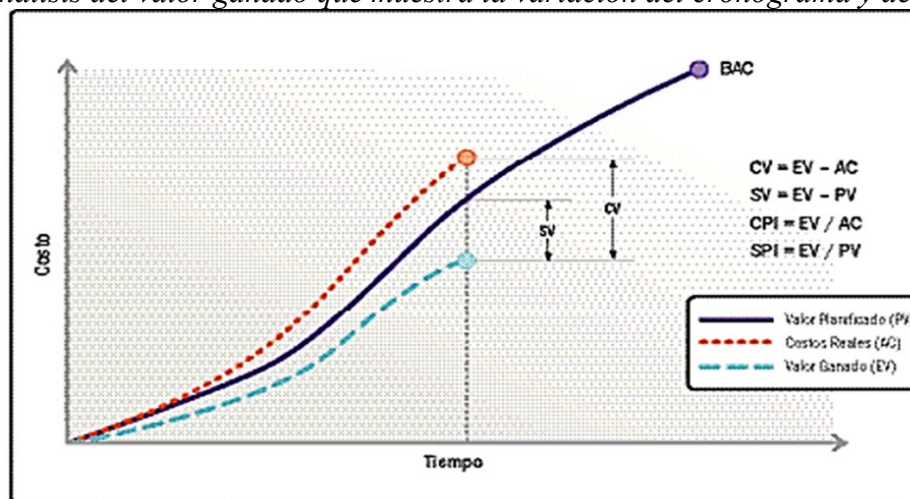
2.3.12. Pronósticos

A medida que avanza la ejecución del proyecto, el equipo puede desarrollar una Estimación a la Conclusión (EAC), la cual puede diferir del Presupuesto a la Conclusión (BAC) en función

del desempeño real observado. Cuando se evidencia que el BAC ya no representa una proyección viable para la finalización del proyecto, el director del proyecto debe considerar la EAC como una referencia más precisa para la toma de decisiones.

La elaboración de la EAC implica realizar proyecciones sobre las condiciones y eventos futuros del proyecto, utilizando la información de desempeño disponible y el conocimiento acumulado hasta el momento del análisis. Estos pronósticos se generan, actualizan y ajustan periódicamente con base en los datos de desempeño del trabajo, y pueden apoyarse en herramientas gráficas que facilitan la visualización de tendencias y la evaluación del comportamiento del proyecto, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. *Análisis del valor ganado que muestra la variación del cronograma y del costo*



Nota. El gráfico muestra las curvas del Método del Valor Ganado (EVM) y sus fórmulas clave para evaluar el desempeño del proyecto en costo y tiempo. Tomado de *Guía del PMBOK* (p. 196). Por PMI, 2021.

2.3.13. Pronóstico de la EAC para Trabajo de ETC a la Tasa Presupuestada

Este método de EAC tiene en cuenta el desempeño real del proyecto a la fecha (ya sea favorable o desfavorable), como lo representan los costos reales, y prevé que todo el trabajo futuro

de la ETC se llevará a cabo de acuerdo con la tasa presupuestada. Cuando el desempeño real es desfavorable, el supuesto de que el desempeño futuro mejorará debería aceptarse únicamente cuando está avalado por un análisis de riesgos del proyecto.

$$\text{Formula 5: } EAC = AC + (BAC - EV)$$

2.3.14. Pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC con el CPI actual

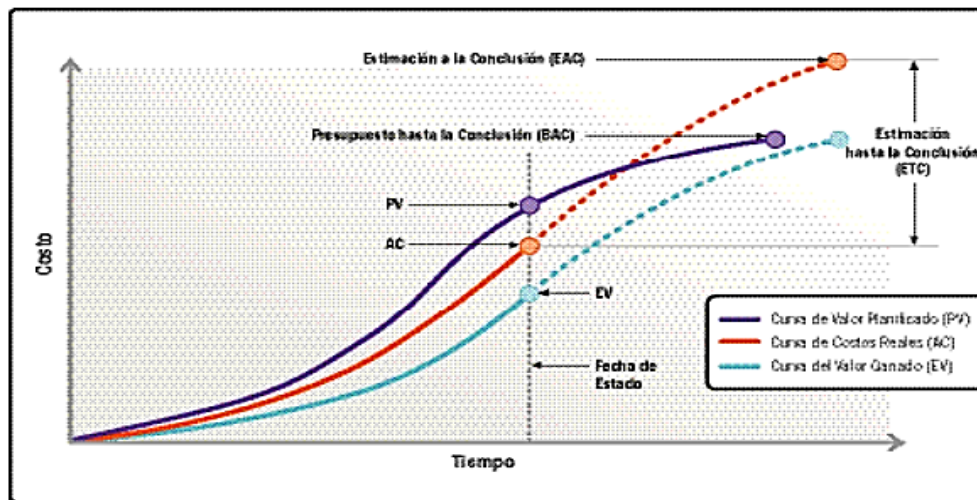
Este método asume que lo que el proyecto ha experimentado hasta la fecha puede seguir siendo esperado en el futuro. Se asume que el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según el mismo índice de desempeño del costo (CPI) acumulativo en el que el proyecto ha incurrido hasta la fecha.

$$\text{Formula 6: } EAC = (BAC/CPI).$$

2.3.15. Pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC considerando ambos factores, SPI y CPI

En este pronóstico, el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según una tasa de eficiencia que toma en cuenta tanto el índice de desempeño del costo como el índice de desempeño del cronograma, este método es más útil cuando el cronograma del proyecto es un factor que afecta el trabajo de la ETC. Las variaciones de este método consideran el CPI y el SPI asignándoles diferentes pesos (p.ej., 80/20, 50/50 o alguna otra proporción), de acuerdo con el juicio del director del proyecto.

$$\text{Formula 7: } EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI \times SPI)].$$

Figura 3. *Pronóstico de estimación a la conclusión*

Nota. El gráfico representa la evolución del proyecto según el Método del Valor Ganado, mostrando las curvas de Valor Planificado (PV), Costo Real (AC) y Valor Ganado (EV). También incluye proyecciones como la Estimación a la Conclusión (EAC) y el Presupuesto hasta la Conclusión (BAC). Tomado de *Guía del PMBOK* (p. 200). Por PMI, (2021).

2.3.16. Análisis de reserva

Durante el control de los costos se utiliza el análisis de reservas para monitorear el estado de las reservas para contingencias y de gestión, a fin de determinar si el proyecto todavía necesita de estas reservas o si se han de solicitar reservas adicionales. Conforme avanza el trabajo del proyecto, estas reservas se podrían utilizar tal y como se planificaron para cubrir el costo de respuesta a los riesgos u otras contingencias. En cambio, cuando se aprovechan oportunidades que generan ahorros de costos, los fondos pueden sumarse al monto de contingencia o tomarse del proyecto como margen/ganancias.

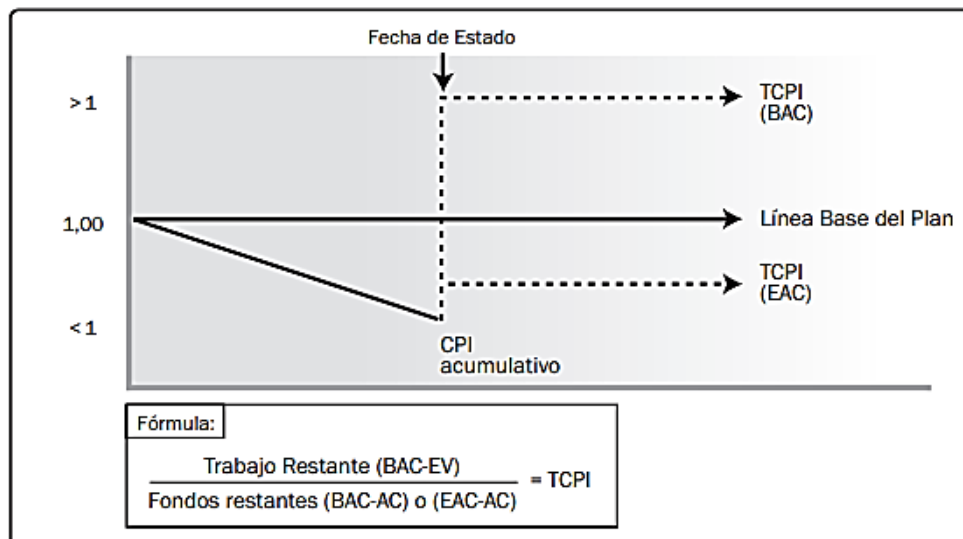
2.3.17. El Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)

Es una medida del desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un determinado objetivo de gestión; se expresa como la tasa entre el costo para culminar el trabajo pendiente y el presupuesto restante. El TCPI es la proyección calculada del desempeño del costo que debe lograrse para el trabajo restante con el propósito de cumplir con

una meta de gestión especificada, tal y como sucede con el BAC o la EAC. Si se torna evidente que el BAC deja de ser viable, el director del proyecto debería tener en cuenta la EAC pronosticada. Una vez aprobada, la EAC puede sustituir al BAC en el cálculo del TCPI. La fórmula para el TCPI basada en el BAC es la siguiente: $(BAC - EV) / (BAC - AC)$.

La figura 4 muestra el concepto del TCPI. La fórmula para el TCPI aparece en la parte inferior izquierda como el trabajo restante (definido como el BAC menos el EV) dividido por los fondos restantes (que pueden ser el BAC menos el AC, o bien la EAC menos el AC). Si el CPI acumulativo cae por debajo de la línea base (como muestra el Gráfico 4), todo el trabajo futuro del proyecto se tendrá que realizar inmediatamente en el rango del TCPI (BAC) (como se muestra en la línea superior del Gráfico 4) para mantenerse dentro del rango del BAC autorizado. El hecho de que este nivel de desempeño sea realizable o no es una decisión subjetiva basada en diversas consideraciones, entre las que se encuentran los riesgos, el tiempo restante del proyecto y el desempeño técnico. Este nivel de desempeño se representa como la línea TCPI (EAC). La fórmula para el TCPI está basada en el BAC: $(BAC - EV) / (EAC - AC)$.

Figura 4. Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)



Nota. El gráfico muestra el Índice de Desempeño del Trabajo Restante (TCPI) en relación con la línea base del plan y la estimación al completar (EAC). Se destaca cómo el desempeño

pasado (CPI) influye en la eficiencia necesaria para completar el proyecto. Tomado de *Guía del PMBOK* (p. 301). Por PMI (2021).

2.3.18. Análisis de resultados

Los indicadores de estado sirven para evaluar el estado del plazo SV y del coste CV. y los indicadores de desempeño permiten evaluar el nivel de eficiencia con el cual se está utilizando el tiempo y los recursos.

Tabla 1. *Análisis de Valor Ganado*

Abreviatura	Nombre	Definición de Léxico	Como se Usa	Formula	Interpretación del Resultado
PV	Valor Planificado	Presupuesto autorizado que ha sido asignado al trabajo planificado.	El valor del trabajo que se planea cumplir hasta un punto en el tiempo, generalmente la fecha de corte o terminación del proyecto		
EV	Valor Ganado	Cantidad de trabajo ejecutado a la fecha, expresado en términos del presupuesto autorizado para ese trabajo.	El valor planificado de todos los trabajos terminados (ganados) en un punto en el tiempo, generalmente la fecha de corte, sin hacer referencia a los costos reales.	EV = suma de lo planeado valor del trabajo terminado.	
AC	Costo Real	Costo real incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico	El costo real de todos los trabajos terminados en un punto en el tiempo, generalmente la fecha de corte		
BAC	Presupuesto hasta la Conclusión	Suma de todos los presupuestos establecidos para el trabajo a ser realizado	El valor del trabajo planificado total, la línea base de costos del proyecto		
CV	Variación del Costo	Monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real	La diferencia entre el valor del trabajo completado hasta un punto en el tiempo, normalmente la fecha de corte y los costos reales en el mismo punto en el tiempo.	CV = EV – AC	Positiva = Por debajo del costo planificado Neutra = En el costo planificado Negativa = Por encima del costo planificado

Abreviatura	Nombre	Definición de Léxico	Como se Usa	Formula	Interpretación del Resultado
SV	Variación del Cronograma	El monto por el cual el proyecto está adelantado o atrasado según la fecha de entrega planificada, en un momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado.	La diferencia entre el trabajo completado hasta un punto en el tiempo, normalmente la fecha de corte y el trabajo que se planifica completar en el mismo punto en el tiempo.	$SV = EV - PV$	Positiva = Antes de lo previsto Neutra = A tiempo Negativa = Retrasado
VAC	Variación a la Conclusión	Proyección del monto del déficit o superávit presupuestario, expresada como la diferencia entre el presupuesto al concluir y estimación al concluir.	La diferencia en costos estimada al finalizar el proyecto.	$VAC = BAC - EAC$	Mayor de 1,0 = Por debajo del costo planificado Exactamente 1,0 = Al costo planificado Menos de 1,0 = Por encima del costo planificado
CPI	Índice de Desempeño del Costo	Medida de eficiencia en función de los costos de los recursos presupuestados expresada como la razón entre el valor ganado y el costo real.	Un CPI de 1,0 indica que el proyecto se encuentra exactamente alineado con el presupuesto, es decir, que el valor del trabajo realizado hasta la fecha equivale al costo incurrido. Cualquier valor diferente refleja el porcentaje en que los costos están por encima o por debajo del monto presupuestado para el trabajo ejecutado	$CPI = EV/AC$	Mayor de 1,0 = Bajo presupuesto (mejor desempeño en costos) Exactamente 1,0 = Conforme al presupuesto Menos de 1,0 = Sobrecosto (mayor gasto al previsto)
SPI	Índice de desempeño del Cronograma	Medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planificado	Un SPI de 1,0 indica que el proyecto avanza exactamente conforme al cronograma, es decir, que el trabajo realizado hasta la fecha corresponde al que estaba planificado. Valores distintos a 1,0 reflejan el grado en que el proyecto está adelantado o retrasado respecto al plan establecido	$SPI = EV/PV$	$SPI > 1,0$: Se ha completado más trabajo del previsto para la fecha de corte. $SPI = 1,0$: El avance ejecutado coincide con el avance programado. $SPI < 1,0$: Se ha completado menos trabajo del previsto para la fecha de corte

Abreviatura	Nombre	Definición de Léxico	Como se Usa	Formula	Interpretación del Resultado
EAC	Estimación a la Conclusión	Costo total previsto para completar todo el trabajo, expresado como la suma del costo real a la fecha y la estimación hasta la conclusión.	Si se espera que el CPI sea el mismo para el resto del proyecto, la EAC puede ser calculada usando: Si el trabajo futuro será realizado al ritmo previsto, utilice: Si el plan inicial ya no es válido, utilice: Si tanto el CPI como el SPI influyen en el trabajo restante, utilice:	$EAC = \frac{BAC}{CPI}$ $EAC = AC + BAC - EV$ $EAC = AC + ETC$ $EAC = AC \{ 8BAC - EV \} / (CPI * SPI)$	
ETC	Estimación hasta la Conclusión	Costo previsto para terminar todo el trabajo restante del proyecto.	Suponiendo que el trabajo está progresando de acuerdo con el plan, el costo de completar el trabajo autorizado restante puede ser calculado usando: Vuelva a estimar el trabajo restante desde abajo hacia arriba.	$ETC = EAC - AC$	Volver a estimar
TCPI	índice de Desempeño del Trabajo por Completar	Medida del desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un objetivo de gestión especificado. Se expresa como la tasa entre el costo para culminar el trabajo pendiente y el presupuesto disponible.	La eficiencia que debe ser mantenida a fin de finalizar de acuerdo con lo planificado. La eficiencia que debe ser mantenida a fin de completar la EAC actual.	$TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(BAC - AC)}$ $TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(EAC - AC)}$	Mayor de 1,0 = Más difícil de completar Exactamente 1,0 = Lo mismo para completar Menos de 1,0 = Más fácil de completar

Nota. Esta tabla resume las principales abreviaturas, definiciones, fórmulas e interpretaciones del EVM, facilitando el análisis del desempeño de un proyecto en términos de costo y cronograma. Adaptado de Guía del PMBOK Octava Edición, por Kerzner (2017); Fleming y Koppelman (2016).

Con el fin de facilitar el análisis de los datos, se consideran los indicadores más representativos de la metodología de Valor Ganado, dado que permiten evaluar la eficiencia en el uso de los recursos mediante el CPI y el desempeño del cronograma a través del SPI. En proyectos

de infraestructura civil, como el caso de estudio analizado, estos indicadores permiten identificar oportunamente sobrecostos, retrasos y posibles desviaciones que pueden afectar el cumplimiento de los objetivos del proyecto. En consecuencia, para una mejor interpretación de los resultados, en la Tabla 2. Valoración de los Índices de Desempeño se presenta una combinación de la interpretación técnica propuesta por la metodología EVM y escalas de desempeño adaptadas de diversas fuentes académicas y profesionales.

Tabla 2. *Valoración de índice de desempeño*

Escala	Significado	Rendimiento	Color
CPI y SPI > 1,00	Proyecto bajo costo y adelantado.	Excelente desempeño	
CPI > 1,00 y SPI < 1,00	Se gasta bien, pero hay demoras.	Eficiente en costos, pero retrasado	
CPI < 1,00 y SPI > = 1,00	Avanza según el cronograma, pero gasta más de lo previsto.	Cumple plazos, pero con sobrecostos	
CPI < 1,00 y SPI < 1,00	Atraso y sobrecostos.	Desempeño deficiente	

Nota. Esta tabla clasifica el desempeño de un proyecto según los valores del CPI y del SPI, indicando si está adelantado, retrasado, con sobrecostos o con presupuesto bajo, y facilita una evaluación rápida mediante una escala interpretativa. Adaptado de Guía del PMBOK Octava Edición, por Kerzner (2017); Fleming y Koppelman (2016).

Uno de los principales objetivos del seguimiento y control de proyectos es monitorear continuamente el equilibrio de la triple restricción, concepto fundamental establecido por el PMI y desarrollado en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK). La Figura 5 muestra la relación de equilibrio entre los tres elementos fundamentales que determinan el éxito de un proyecto: alcance, cronograma y presupuesto. Estos factores se encuentran estrechamente interrelacionados, por lo que cualquier modificación en uno de ellos puede generar impactos en los demás, lo que hace necesario mantener un equilibrio adecuado para alcanzar los objetivos establecidos.

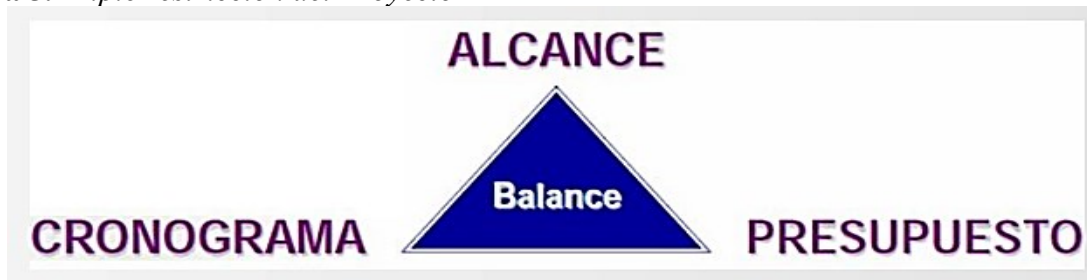
Alcance: define qué trabajo debe realizarse y qué entregables deben producirse. Cualquier cambio en el alcance afecta directamente el tiempo y el costo.

Cronograma (tiempo): representa la duración planificada del proyecto. Si se amplía el alcance o se reduce el presupuesto, el cronograma puede verse afectado.

Presupuesto (costo): corresponde a los recursos financieros necesarios para ejecutar el proyecto. Si se reduce el presupuesto, puede comprometer el alcance o extender el tiempo de ejecución.

Triángulo de triple restricción: el “Balance” en el centro del triángulo simboliza la necesidad de mantener una gestión integrada: si uno de los lados cambia (por ejemplo, el presupuesto aumenta), los otros dos deben ajustarse para mantener el equilibrio y cumplir los objetivos del proyecto.

Figura 5. *Triple restricción del Proyecto*



Nota. La figura representa la triple restricción del proyecto, conformada por el alcance, el cronograma y el presupuesto, elementos que deben mantenerse en equilibrio para contribuir al cumplimiento de los objetivos del proyecto. Adaptado de A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 6.ª edición, Project Management Institute (PMI).

- ✓ El cronograma debe reflejar la entrega oportuna de los entregables, de acuerdo con el presupuesto y los plazos establecidos para el proyecto.
- ✓ Los entregables del proyecto deben ejecutarse en el tiempo programado, con los recursos y costos previstos, garantizando el cumplimiento del alcance definido y el equilibrio entre las restricciones del proyecto.

Beneficios de aplicar el método del EVM

- ✓ La técnica integra el alcance, el cronograma y los costos para evaluar objetivamente el desempeño y el progreso del proyecto en un instante dado, lo que permite predecir su comportamiento futuro mediante la comparación con la Línea Base de Medición del Desempeño.
- ✓ La técnica permite integrar la gestión del alcance, presupuesto y cronograma del proyecto, en un único marco de análisis.
- ✓ El uso eficiente del EVM requiere que se haya realizado una adecuada planeación del proyecto.
- ✓ La determinación del valor ganado de las actividades del proyecto se logra midiendo el progreso físico de los entregables, de acuerdo a la utilización de los recursos del proyecto.
- ✓ El valor ganado se compara con el valor presupuestado y el valor actual del proyecto para identificar el estado de avance del proyecto.

3. Alcance

El alcance de este trabajo de grado se centró en el análisis del estado de la obra durante su fase de ejecución, el seguimiento de la EDT, el cronograma inicial y la programación de obra del proyecto “Obras de recuperación mediante la construcción de dique abierto 02, sector Quebrada Taruca”, en el marco de la declaratoria de calamidad pública N° 176 del 12 de agosto de 2018, para el retorno a la normalidad del municipio de Mocoa, departamento de Putumayo, mediante la implementación del EVM.

El estudio comprende el análisis de la información técnica, financiera y programática generada durante la ejecución del proyecto, con el propósito de evaluar su desempeño en términos

de costo y cronograma mediante los indicadores de la metodología EVM. Este método es recomendable aplicarlo con la mayor frecuencia posible (en los ciclos de control más cortos que sean prácticos), ya que, a menor intervalo de medición, se logra mayor precisión en los indicadores y un control más efectivo de las desviaciones. Lo que se busca es identificar desviaciones entre lo planeado y lo ejecutado, así como valorar la utilidad de esta metodología como herramienta de seguimiento y control en proyectos de infraestructura. La investigación se limita al análisis de la información del proyecto ejecutado y no contempla la evaluación integral de la gestión contractual, administrativa o jurídica de las entidades participantes.

Para implementar con éxito el análisis del valor ganado en un proyecto, se debe planificar el alcance, el tiempo y el coste y gestionarlos de manera integrada, identificando los puntos de control que se establezcan y realizando las mediciones necesarias que nos ayuden a tomar las decisiones más apropiadas para lograr los objetivos del proyecto. (Márquez, 2016)

4. Metodología

La metodología propuesta se desarrolla a partir de los objetivos específicos de la investigación, de manera que cada etapa del análisis contribuya al cumplimiento de los propósitos planteados. Inicialmente, se examina el estado actual del proyecto de mitigación objeto de estudio mediante el análisis de la información relacionada con alcance, costos y cronograma. Seguidamente, se calculan las principales métricas de la metodología de Valor Ganado para evaluar el desempeño del proyecto. Finalmente, se formula un instrumento de revisión basado en los parámetros del método, con el propósito de fortalecer las actividades de seguimiento y control aplicables a la interventoría de proyectos de infraestructura y mitigación del riesgo.

A continuación, se expone el desarrollo de cada objetivo específico, describiendo las actividades ejecutadas, los procedimientos empleados y los resultados obtenidos para dar cumplimiento a los propósitos de la investigación.

4.1. Estado actual y las recomendaciones de mejora, del proyecto de mitigación en Mocoa Putumayo mediante la información disponible de costos, alcance y cronograma.

El Proyecto Construcción de Dique Abierto 02 sector quebrada taruca, en el marco de la declaratoria de calamidad pública N°176 del 12 de agosto de 2018, prorrogado mediante decreto N°027 del 12 de febrero de 2019, en desarrollo del plan de acción específico (PAE) del decreto N°141 del 12 de agosto de 2019 retorno a la normalidad del municipio de Mocoa, Departamento de Putumayo”, suscrito con el Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, por un valor de \$ 4.776.248.827,00 y por un periodo de dieciocho (18) meses calendario contados a partir de la suscripción del acta de inicio firmada el día 12 de marzo del año 2021 y su culminación el día 11 de septiembre de 2022, con un anticipo del 20% de valor del contrato equivalente a \$ 955.249.765,40 (COP). La ejecución real del proyecto se llevó a cabo durante 16 meses y 19 días, iniciando el 12 marzo del 2021 y culminando el 31 de julio del 2022.

Con la suscripción del acta de inicio de obra, el contratista, en compañía de la comisión de topografía de la interventoría, realizó el levantamiento del perfil del terreno con el fin de corroborar, antes del inicio de las actividades constructivas, que las condiciones actuales del perfil de la quebrada eran equivalentes a las consideradas en los diseños. Como resultado de esta verificación, se identificó que las condiciones del terreno presentaban variaciones respecto a las registradas en los estudios y diseños elaborados en el año 2018, evidenciando cambios asociados a la dinámica natural del cauce y al transcurso del tiempo.

Con el desarrollo de esta actividad se evidenciaron diferencias en la morfología del cauce, encontrando que los perfiles replanteados generan una mayor cantidad de material existente por encima de la cota de fundación del dique abierto 2 de la quebrada La Taruca, así como un mayor ancho de la sección del cauce, lo que aumenta la cantidad de material aluvial a remover. Así como también, se identificó la necesidad de conformar rellenos y ampliaciones en las aletas, situación derivada de las condiciones hidráulicas normales que ha presentado el cauce de la quebrada durante los últimos tres años. Adicionalmente, una vez efectuada la revisión de los documentos correspondientes a estudios y diseños suministrados por la entidad, se encontraron algunas inconsistencias entre las memorias técnicas y los planos de obra. Estas inconsistencias corresponden principalmente a errores de digitación y transcripción entre el documento técnico de los estudios y diseños y los planos de obra entregados, entre ellas el despiece de acero longitudinal y transversal en las aletas y tabiques del dique.

Respecto de la información base de la fase inicial, se procede al análisis de los componentes del proyecto, encontrando que no cuenta con sistemas o modelos establecidos para el seguimiento y control de costos, tiempos y alcance. Esta ausencia de herramientas estructuradas genera una dependencia en métodos tradicionales e informales, como reportes manuales o estimaciones subjetivas, que no permiten una visibilidad integral del avance real de la obra. Factores externos, como la variabilidad climática propia de la zona amazónica, inconsistencias en la EDT, brechas en la ejecución operativa y riesgos no contemplados, amplifican los errores de planificación y aumentan la probabilidad de desviaciones del alcance original.

El periodo de implementación del método del valor ganado tuvo una duración de 16 meses y 19 días, iniciando el 12 marzo del 2021 y culminando el 31 de julio del 2022. También se

determinó la línea Base de Desempeño del Costo, correspondiente a la suma de cada uno de los costos estimados del presupuesto contractual.

4.2. Métricas de evaluación de valor ganado mediante el cálculo de valor presente, valor ganado y costo actual de un proyecto de obras de mitigación en Mocoa, Putumayo.

Para la estimación de estas métricas, se emplearon las fórmulas del EVM como herramienta principal de cálculo, tomando como base una programación total de 72 semanas, estructurada de acuerdo con las actividades y entregables previstos para el proyecto, lo que permitió un monitoreo detallado, superior al control mensual tradicional, y facilitó detectar variaciones tempranas en un entorno de alta incertidumbre como el de pie de monte amazónico, con riesgos climáticos y geológicos. A continuación, se explica el desarrollo realizado, integrando el proceso paso a paso y destacando cómo cada métrica contribuyó a evaluar el rendimiento financiero y temporal del proyecto. El análisis revela que, aunque el proyecto presentó sobrecostos iniciales, la eficiencia general generó ahorros netos, lo que valida el EVM como una alternativa robusta para el seguimiento y control de la interventoría en obras de mitigación.

Referente a la Estimación del PV se inicia por examinar la EDT del proyecto en capítulos e ítems, asignando costos presupuestados basados en el flujo de caja contractual y el cronograma inicial en software de programación de obra. Se calcula el PV como el presupuesto autorizado acumulado para el trabajo programado hasta cada semana, sumando valores semanales para obtener la línea base (BAC total: \$4.776.248.827).

Desde el punto de vista analítico, el PV presentó una curva de seguimiento ascendente uniforme, con incrementos más pronunciados en la fase media del proyecto debido a la ejecución de actividades intensivas en recursos. Este comportamiento permitió identificar que la

planificación inicial no contemplaba adecuadamente algunos riesgos externos, entre ellos las variaciones en el cauce de la quebrada detectadas durante el levantamiento topográfico inicial. En consecuencia, se estableció una línea base más realista para las comparaciones posteriores, lo que contribuyó a mejorar la precisión de la planificación frente a enfoques tradicionales.

Con respecto al EV, se valora este factor midiendo el avance físico real multiplicado por el costo unitario de cada actividad, verificado mediante reportes de campo y actas de interventoría. Analíticamente, el EV destacó ineficiencias tempranas con un SV positivo inicial, atribuidas a subestimación de materiales aluviales, pero demostró recuperación, alineándose con (Solórzano y Paúl, 2018), al integrar ruta crítica para priorizar actividades de alto impacto. Esta métrica permitió pronosticar que, sin ajustes, el proyecto habría ampliado su plazo en 2 meses, validando el EVM para acciones preventivas en mitigación.

Finalmente, para la Estimación del AC, se compila el AC a partir de facturas, nóminas y reportes financieros reales, rastreando gastos incurridos semanalmente mediante las fórmulas del EVM se calculó, totalizando al cierre un ahorro; de igual forma auditamos desembolsos contra avances físicos, identificando sobrecostos iniciales por inconsistencias en diseños (despiece de acero), pero reducciones posteriores mediante optimización de proveedores. Analíticamente, el AC reveló un CPI promedio superior a proyectos nacionales como en el caso de Reficar (Revista Semana, 2012). donde los sobrecostos superaron 50%, destacando cómo nuestro enfoque semanal mitigó riesgos, generando un VAC positivo.

En el presente análisis se emplearon las ecuaciones del EVM, que integran de manera unificada el alcance, el presupuesto y el cronograma en un único sistema de medición, en el que se calcularon todos los indicadores de desempeño. A partir de esta información, se graficó la curva de seguimiento del proyecto, que mostró una convergencia final hacia los valores planificados, lo

que confirma una ejecución eficiente pese a los desafíos presentados en las etapas iniciales. Este proceso evidenció que el EVM no solo permite medir desviaciones en tiempo real, sino que también facilita la generación de pronósticos confiables, alineados con las buenas prácticas del PMBOK, contribuyendo de forma efectiva en los proyectos de mitigación de riesgos en la ejecución de obras. Dicha estimación fortalece el proceso de interventoría al entregar datos objetivos y cuantitativos para la toma de decisiones, por lo que se recomienda su adopción sistemática en proyectos similares, con el fin de elevar la competitividad y la madurez técnica del sector constructor en Colombia.

4.3. Implementar un cuadro de revisión de los parámetros del método de valor ganado que se pueda aplicar a la interventoría de un proyecto de obras de mitigación en Mocoa.

Se desarrolló una estructura de control que permite la revisión integral de los parámetros clave del EVM. Esta plantilla se diseñó para aplicarse en el proceso de seguimiento de la interventoría del proyecto de obra de mitigación construcción del Dique Abierto 02 en la quebrada Taruca, Mocoa, Putumayo, con el fin de sistematizar el monitoreo de costos, cronograma y desempeño, facilitando decisiones preventivas y correctivas en entornos de alta vulnerabilidad como el pie de monte amazónico. Basados en la Guía del (PMBOK, 2021), se incorporaron indicadores como PV, EV, AC, CV, SV, CPI, SPI, EAC, ETC, VAC y TCPI, proponiendo un formato adaptable que promueve la transparencia y eficiencia en la supervisión pública.

Para dar cumplimiento a este objetivo específico, se consolidó la información real de un proyecto con un valor de \$4.776.248.827,00 y un plazo de ejecución de 16 meses. A partir de estos datos, se calcularon semanalmente, durante un periodo de 72 semanas, las variables e indicadores del EVM, mediante la aplicación de las fórmulas correspondientes al (PV), (EV) y (AC). Con base en estos resultados, se obtuvieron los indicadores de desempeño necesarios para el control y

seguimiento de los costos y del cronograma del proyecto. A partir de los resultados obtenidos, se realizó un análisis por fases, comprendiendo la fase inicial (semanas 1-24), la fase media (semanas 25-48) y la fase final (semanas 49-72), con el fin de identificar tendencias relacionadas con los adelantos en las etapas iniciales y con una posterior estabilización del desempeño del proyecto. Este análisis permitió detectar oportunamente desviaciones, tales como un CV negativo durante las primeras etapas asociado a inconsistencias en los diseños, así como plantear medidas de mejora orientadas al fortalecimiento del seguimiento y control, entre ellas la implementación de auditorías quincenales. Este proceso revela que el cuadro no solo mide rendimiento histórico, sino que proyecta escenarios futuros, validando el EVM como herramienta estratégica para mitigar posibles riesgos como en este caso geológicos y climáticos en Mocoa, superando limitaciones de métodos tradicionales al ofrecer una visión holística y cuantitativa.

El cuadro propuesto se presenta como una herramienta dinámica, adaptable a tablas programadas o a software de programación y control de obras, e incorpora columnas para los indicadores, los valores obtenidos, los criterios de interpretación y las acciones de seguimiento por parte de la interventoría. Asimismo, incluye umbrales de alerta definidos con base en la Tabla 2 de la presente investigación, permitiendo realizar revisiones periódicas para mejorar la precisión del control en proyectos de mitigación. A continuación, se presenta una versión resumida en formato tabular, acompañada de ejemplos basados en el proyecto objeto de estudio con el fin de ilustrar su aplicación.

Tabla 3. *Indicadores e interpretación del método del Valor Ganado (EVM)*

Nombre del indicador	Formula	Interpretación	Aplicación a la Interventoría
Valor Planificado	El valor acumulado, sea semanal o mensual, del proyecto inicial, dependiendo de la fecha de corte o terminación según el cronograma; en este caso, se	Indica cuál es la ejecución según la planeación.	Permite comparar el avance real vs. programado.

Nombre del indicador	Formula	Interpretación	Aplicación a la Interventoría
	realizó un flujo de caja semanal, por ende, nos va a reflejar el valor planificado en cada semana.		
Valor Ganado	$\% \text{ Avance físico} \times \text{Presupuesto total (BAC)}$	Mide el valor del trabajo realmente realizado.	Evalúa el rendimiento real de obra frente a lo planeado.
Costo Real	Costo incurrido hasta la fecha	Indica cuánto se ha gastado realmente.	Controla gastos y desembolsos del contratista.
Variación del Costo	$CV = EV - AC$	Mide la diferencia entre el valor ganado y el costo real. Si es negativo, hay sobre costo.	Detecta desviaciones de presupuesto y solicita justificaciones.
Variación del Cronograma	$SV = EV - PV$	Mide el adelanto o retraso en relación con lo planificado.	Estima retrasos y exige planes de recuperación.
Índice de desempeño del Costo	$CPI = EV / AC$	Mide la eficiencia del gasto. Si $CPI < 1$, hay ineficiencia en el costo.	Permite anticipar sobre costos y ajustar recursos.
Índice de desempeño del Cronograma	$SPI = EV / PV$	Evalúa el desempeño temporal. Si $SPI < 1$, el proyecto está atrasado.	Evalúa si el contratista cumple la programación.
Costo Estimado al Final	$EAC = BAC / CPI$	Estima el costo total del proyecto al finalizar	Permite anticipar insuficiencia presupuestal.
Variación del Presupuesto Final	$VAC = BAC - EAC$	Indica la desviación presupuestal esperada.	Mide impacto final y necesidad de medidas correctivas.
Estimado para terminar	$ETC = (BAC - EV) / CPI$	Monto restante para completar el proyecto.	Determina si se deben ajustar recursos o renegociar.
Índice de desempeño del trabajo por completar	$TCPI = BAC - \frac{EV}{BAC} - AC$	Eficiencia requerida para cumplir el presupuesto.	Evalúa si la meta de costo es realista o debe ajustarse.

Nota. Esta tabla presenta los principales indicadores del EVM, sus fórmulas, interpretaciones y cómo se aplican en la interventoría para evaluar el desempeño físico y financiero de un proyecto, permitiendo un control efectivo de costos, cronograma y recursos. Adaptado de *Software de Project Management Institute (2021)* y *(PMBOK 7.ª ed., 2021)*.

Desde el punto de vista metodológico, el cuadro de revisión propuesto permite consolidar los indicadores del *EVM*. en una herramienta de apoyo para las labores de seguimiento y control desarrolladas por la interventoría (PMBOK, 2021). Su estructura facilita el análisis periódico de los indicadores, la comparación del desempeño del proyecto en las diferentes fases de ejecución y la identificación oportuna de posibles desviaciones en costo y cronograma. Adicionalmente, el instrumento incorpora variables asociadas a las condiciones particulares del proyecto objeto de

estudio, incluyendo aspectos relacionados con el entorno y los riesgos ambientales. Se propone su implementación mediante herramientas informáticas o software de programación y control de obras, con el fin de automatizar el cálculo de indicadores, optimizar la generación de reportes y facilitar su aplicación en proyectos de infraestructura con características similares (Vanhoucke, 2014).

5. Desarrollo del Proyecto

5.1. Estado actual particular del proyecto de un caso de estudio de mitigación en Mocoa Putumayo

Este análisis se basa en la recopilación y procesamiento de datos reales del proyecto, que se ejecutó entre el 12 de marzo de 2021 y su culminación efectiva tras 16 meses, aunque inicialmente planificado para 18 meses. La metodología cuantitativa descriptiva empleada sigue las directrices de la Guía (PMI P. G., 2017), que integra el EVM como una técnica clave para el control de costos y cronogramas (PMI, 2017). Se utilizó las ecuaciones básicas de EVM para estructurar el procesamiento de datos, permitiendo un seguimiento semanal de las variables principales: (PV), (EV) y (AC).

El enfoque investigativo se centra en evaluar el desempeño del proyecto mediante indicadores derivados del seguimiento de un proyecto que se relacionan también con el método de EVM, comparando los resultados con antecedentes internacionales y nacionales citados en el marco referencial, como el trabajo de (Robles, 2016), quien aplicó EVM en proyectos de obra pública para prever desviaciones, o el de (Yazbek, 2018) en Colombia, que implementó EVM en contratos de construcción para optimizar la toma de decisiones. A diferencia de proyectos tradicionales, este caso de mitigación presenta particularidades como variabilidad climática y

riesgos geológicos, lo que justifica un monitoreo semanal en lugar de mensual, alineado con recomendaciones de (Mattos et al, 2014) para entornos de alta incertidumbre. Los resultados revelan desviaciones controlables, permitiendo proponer acciones correctivas para la interventoría, tales como ajustes en la asignación de recursos o renegociación de plazos.

5.1.1. Valor planificado (PV)

Representa el costo presupuestado para el trabajo programado hasta una fecha específica, según el cronograma inicial del proyecto; en el contexto de las obras de mitigación en Mocoa, el PV se calcula considerando el flujo de caja semanal, incorporando actividades como excavaciones, construcción de diques y manejo de materiales. Esta métrica sirve como línea base para medir el avance esperado, donde se acumulan los valores semanales para generar proyecciones acumuladas.

5.1.1.1 Programación semanal de actividades valor planeado (PV). El cálculo del (PV) se efectuó utilizando la información recopilada en el Capítulo 4, relacionada con la programación financiera y cronológica del proyecto del dique. Esta información permitió establecer los valores programados tanto semanales como acumulados, sirviendo como referencia para el análisis y seguimiento del desempeño del proyecto a través de la metodología EVM. En esta sección se consolida el presupuesto programado de cada actividad según el cronograma de ejecución, lo que permite establecer la línea base contra la que se evaluará el desempeño real del proyecto.

El contenido del uso de las fórmulas de EVM está estructurado por ítems, capítulos y actividades, organizados de manera jerárquica y asociados a las semanas del cronograma (de la 1 a la 72) de acuerdo con la tabla 5. Cada columna permite observar el monto planeado para cada periodo, reflejando la distribución del flujo de caja a lo largo de la ejecución del proyecto. Esta

información sirve como punto de referencia para comparar el (PV) con el (EV) y (AC), facilitando el análisis de desempeño mediante indicadores de valor ganado. A continuación, se presenta la Tabla 4 con una descripción detallada de las columnas que conforman la estructura del (PV) semanalmente y su propósito dentro del sistema de control financiero del proyecto.

Tabla 4. Programación semanal de actividades de valor planeado.

Semanas		Semana 1
Dia inicio		12-mar-21
Dia final		21-mar-21
Item	Preliminares	
1.1	Desmonte y limpieza	
1.2	Localización y replanteo	
	Total preliminares	
	Excavaciones	
2.1	Excavación mecánica en material aluvial con sobretamaños (incluye repaleo)	
2.2	Excavación en roca de la explanación y canales bajo agua	
	Total excavaciones	
	Estructuras	
3.1	Suministro e instalación de acero de refuerzo FY 420 MPA	
3.2	Suministro e instalación de concreto clase A; resistencia 35 MPA	
3.3	Suministro e instalación de concreto (60% clase A; 35 MPA – 40% piedra rajón)	
3.4	Suministro e instalación de concreto de recubrimiento clase C; resistencia 28 MPA	
3.5	Suministro e instalación de malla electrosoldada S=0.25Mx0.25M; E=4 MM	
3.6	Suministro e instalación de gaviones en malla de alambre de acero entrelazado con recubrimiento PVC según INVÍAS	
3.7	Suministro e instalación de colchogavión en malla de alambre de acero entrelazado con recubrimiento PVC según INVÍAS	
3.8	Suministro e instalación de geotextil tipo NT 2500 o similar	
3.9	Suministro e instalación de solado en concreto clase F; resistencia 14 MPA	
3.10	Adecuación accesos para construcción y mantenimiento de estructuras	
	Total estructuras	
	Total trabajo programado semanal	
	Acumulado	

Nota. Esta tabla muestra una programación semanal de actividades de obra, organizada por ítems como preliminares, excavaciones y estructuras. Incluye fechas, cantidades y totales planificados para seguimiento técnico y financiero.

Tabla 5. *Valor planeado (PV)*

Columnas	Contenido Principal	Descripción	Propósito en el Proyecto
A-BY	Título del proyecto: “Propuesta de aplicación del método de valor ganado como una alternativa en el control y seguimiento de costos para la interventoría del dique”.	Información general del estudio y nombre del método aplicado (Valor Ganado).	Identificar la plantilla como parte del sistema de control financiero del proyecto, establecer el enfoque en EVM para la interventoría y facilitar la referencia rápida al tema principal.
C-BY	Semanas del proyecto enumeradas desde la Semana 1 hasta la Semana 72, asociada a las fechas de inicio y finalización (desde marzo 2021 hasta julio 2022), junto con el monto planeado (en pesos COP) para cada actividad en esa semana.	Cronograma detallado con valores semanales distribuidos por actividad, que refleja el flujo de caja planificado y los avances esperados en fases como excavaciones, construcción de diques y manejo de materiales.	Definir el marco temporal para la distribución de los valores planeados (PV), permitiendo el seguimiento semanal del progreso esperado y sirviendo como base para comparaciones con EV y AC en otros modelos.
A-B	Ítem, Capítulos, Actividades del proyecto.	Nombre del ítem, de los capítulos y de cada actividad a ejecutar en el proyecto, organizados jerárquicamente.	Identificar las actividades del presupuesto y relacionarlas con su ejecución temporal, facilitando la trazabilidad y el análisis de desviaciones por componente específico en la interventoría.
B	Totales parciales por capítulo, total trabajo programado semanal y acumulado	Suma del valor planeado por grupo de actividades, flujo financiero semanal total del proyecto y monto acumulado hasta cada semana.	Permite evaluar el peso financiero de cada fase del proyecto y es la base para graficar la curva S del Valor Planeado. También nos permite comparar con el Valor Ganado (EV) y el Costo Real (AC) en los demás modelos.

Nota. La tabla detalla la estructura y función de columnas en la aplicación de las fórmulas para el cálculo del proyecto, vinculadas al método de Valor Ganado. Organiza cronograma, actividades, montos planificados y totales para facilitar el control y seguimiento financiero y técnico.

Gracias a esta información, la interventoría puede establecer un marco de comparación con la ejecución real, evaluar el cumplimiento del cronograma y detectar posibles desviaciones tempranas en la programación financiera.

La correcta estructuración de los valores planeados permite visualizar el comportamiento del presupuesto a lo largo de las fases del proyecto, identificar los periodos de mayor inversión y generar la curva S, herramienta clave para la interpretación del progreso programado.

En conjunto, esta estructura sirve como punto de partida para los análisis posteriores del (EV) y el (AC), fortaleciendo el seguimiento técnico y financiero del proyecto del dique. De acuerdo con él (Institute, PMI, 2021). Sin embargo, el análisis del PV se desarrolla a partir del cronograma financiero semanal, que abarca desde la semana 1 hasta la semana 72, cubriendo el periodo entre marzo de 2021 y julio de 2022.

El comportamiento del PV permite identificar la distribución temporal del presupuesto, diferenciando tres fases principales: inicial, media y final, en las cuales varía la intensidad de ejecución y la inversión programada como se observa en la Tabla 5. Este análisis sirve como referencia fundamental para evaluar el desempeño del proyecto, contrastando la programación teórica con el avance real del mismo.

Tabla 6. *Análisis del valor planeado (PV) del proyecto dique*

Fase del proyecto	Comportamiento del valor planeado (PV)	Interpretación
Fase Inicial (Semanas 0–15)	El valor planeado presenta incrementos leves y progresivos, con montos bajos concentrados en actividades de preparación del terreno y obras preliminares.	Esta fase refleja la etapa de alistamiento y movilización del proyecto, donde el flujo financiero es bajo porque las actividades ejecutadas son principalmente de organización, replanteo y desmonte. El crecimiento moderado indica una planeación conservadora y sostenida.
Fase Media (Semanas 16–50)	Se observa el mayor incremento del PV, con valores semanales más altos y acumulados crecientes. Esta fase concentra la mayor inversión del proyecto.	Corresponde a la etapa de máxima ejecución de obra, especialmente construcción del cuerpo del dique, rellenos compactados y estructuras de concreto. El comportamiento ascendente continuo indica una programación intensiva y una alta demanda de recursos.
Fase Final (Semanas 51–72)	El PV disminuye gradualmente, mostrando una reducción en los montos programados y estabilización hacia el cierre.	Representa la etapa de finalización del proyecto, donde se ejecutan obras complementarias, limpieza y desmovilización. La curva del PV tiende a estabilizarse porque la mayor parte del presupuesto ya ha sido planificada y ejecutada.

Nota. La tabla describe el comportamiento del Valor Planeado (PV) en las tres fases del proyecto: inicial, media y final, destacando cómo varía la inversión programada a lo largo del tiempo. Refleja la distribución financiera según el avance previsto de las actividades.

5.2. Métricas de evaluación de valor ganado mediante el cálculo de valor presente, valor ganado y costo actual de un proyecto de mitigación en Mocoa.

El método del EVM permite integrar el alcance, el cronograma y los costos de un proyecto civil, proporcionando una visión objetiva del desempeño y del avance del trabajo ejecutado frente al planificado (PMI, 2021), en esta sección se presenta el contenido y una descripción detallada del proceso de cálculo de las métricas clave del EVM, aplicado semanalmente al proyecto de obras de mitigación en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo. Estas métricas permiten evaluar el desempeño del proyecto en términos de costos y cronograma, facilitando un control efectivo durante la interventoría. El análisis se estructuró mediante las fórmulas del EVM para una organización clara y accesible, como se detalla a continuación.

5.2.1. Valor ganado (EV)

Para este proyecto de obra civil, el EV se determina evaluando el porcentaje de avance físico en cada actividad, multiplicado por su costo presupuestado, esto permite identificar si el progreso real justifica los recursos invertidos. Los cálculos del EV se detallaron en la la matriz de control con orden similar a la Figura 6, con acumulaciones semanales que reflejan el rendimiento en fases como la inicial (semanas 1-24), donde se observan adelantos cronológicos pese a sobrecostos.

5.2.1.1 Contenido del modelo de cálculo valor ganado (EV). La plantilla (EV) del metodo de cálculo contiene la información correspondiente al avance real del proyecto del dique, expresado en términos financieros acumulados y semanales, esta sección refleja el valor del trabajo efectivamente ejecutado hasta un momento determinado, permitiendo medir el progreso del proyecto respecto a lo que fue planificado. En ella se incluyen las semanas de ejecución, las actividades organizadas por capítulos e ítems del presupuesto, y los valores económicos que representan el avance alcanzado en cada periodo. Además, se incorporan totales, parciales y

acumulados que facilitan la interpretación del progreso físico-financiero y su relación con las curvas de PV y AC.

La estructura de cálculo permite realizar un seguimiento detallado del desempeño real del proyecto, proporcionando los datos necesarios para el cálculo de los demás indicadores. A continuación, en la Tabla 7 se presenta una descripción detallada de las columnas que componen el modelo de cálculo y su función dentro del sistema de control financiero del proyecto.

Tabla 7. Valor ganado (EV)

Columnas	Contenido Principal	Descripción	Propósito en el Proyecto
A-BY	Título del proyecto “Propuesta de aplicación del método de valor ganado como una alternativa en el control y seguimiento de costos para la interventoría del dique”.	Información general del estudio y nombre del método aplicado (Valor Ganado).	Identificar la plantilla como parte del sistema de control financiero del proyecto, estableciendo el enfoque en el análisis del Valor Ganado (EV) como herramienta de evaluación del desempeño real frente a lo planeado
C-BY	Semanas del proyecto enumeradas desde la Semana 1 hasta la Semana 72, asociada a las fechas de inicio y finalización (desde marzo 2021 hasta julio 2022), junto con los valores del EV (Valor Ganado) por actividad en cada semana.	Cronograma detallado que refleja el avance real del proyecto expresado en términos monetarios, según la proporción del trabajo ejecutado frente al presupuesto total.	Permitir el seguimiento financiero y físico del avance real, comparando semana a semana los resultados obtenidos frente a los valores planeados (PV) y los costos reales (AC).
A-B	Ítem, Capítulos, Actividades del proyecto.	Nombre del ítem, nombre de los capítulos y nombre de cada actividad a ejecutar en el proyecto, organizados jerárquicamente.	Identificar qué actividades se ejecutaron y en qué medida aportan al avance total, facilitando la trazabilidad del rendimiento real por componente dentro del control de la interventoría.
B	Totales parciales por capítulo, total trabajo programado semanal y acumulado	Suma del Valor Ganado (EV) por grupo de actividades y acumulado general del proyecto, expresado semanalmente.	Evaluar el progreso real alcanzado en cada fase del proyecto, calcular el avance físico-financiero acumulado y servir como base para el análisis de desempeño con indicadores como SPI y CPI.

Nota. La tabla presenta la estructura de las fórmulas empleadas enfocadas en el Valor Ganado (EV), detallando semanas, actividades y totales por capítulo. Su propósito es monitorear el avance real del proyecto y facilitar el análisis del desempeño frente a lo planificado y ejecutado.

A partir de la información registrada en esta modelo de cálculo, la interventoría puede determinar si el proyecto avanza según lo programado, presenta retrasos o adelantos, y evaluar la eficiencia del uso de los recursos asignados; el seguimiento del Valor Ganado ofrece una visión integral del progreso físico y financiero, sirviendo como base para la toma de decisiones y el ajuste de estrategias de control durante la ejecución del dique. De esta manera, esta estructura fortalece el sistema de seguimiento y control, garantizando una gestión más precisa, transparente y alineada con los objetivos del proyecto.

Este análisis se basa en el seguimiento semanal del avance de las actividades, desde la fase inicial de movilización hasta la culminación de las obras del dique, y permite identificar la eficiencia de la ejecución, los posibles retrasos o adelantos y la correspondencia entre la inversión y el progreso real. Se puede detallar la explicación del análisis en la tabla 7.

Tabla 8. *Análisis del valor ganado (EV) del proyecto dique*

Fase del proyecto	Comportamiento del valor ganado (EV)	Interpretación
Fase Inicial (Semanas 0–15)	El Valor Ganado muestra incrementos mínimos y estables, con valores bajos asociados a actividades de replanteo, limpieza y excavaciones preliminares.	Refleja el inicio operativo del proyecto, donde el avance real es reducido debido a la naturaleza preparatoria de las actividades. La ejecución física y financiera avanza lentamente, evidenciando coherencia con la planeación inicial y bajo nivel de ejecución acumulada.
Fase Media (Semanas 16–50)	Se presenta el crecimiento más significativo del EV, con aumentos constantes y acumulados que representan la mayor parte del valor total del proyecto.	Esta etapa concentra la ejecución principal del dique: rellenos compactados, conformación del cuerpo del dique y obras estructurales. El aumento sostenido del EV indica un alto ritmo de ejecución y refleja el progreso real del proyecto en su fase más productiva.
Fase Final (Semanas 51–72)	El Valor Ganado se estabiliza, mostrando un crecimiento más lento y alcanzando su valor máximo cercano al cierre.	Corresponde a la etapa de terminación y obras complementarias. El leve crecimiento final del EV demuestra que la mayor parte del trabajo físico ya fue ejecutado.

Nota. La tabla analiza el comportamiento del Valor Ganado (EV) en las tres fases del proyecto, mostrando cómo evoluciona el avance físico-financiero real.

5.2.2. *Valor actual (AC)*

En el proyecto de Mocoa, el AC se rastreó mediante facturas y reportes financieros semanales, revelando desviaciones como ineficiencias en costos durante las etapas tempranas. Esta métrica se compiló en el modelo de cálculo, facilitando comparaciones directas con PV y EV.

5.2.2.1. Contenido de la estructura 2 valor actual (AC)

La matriz AC de la plantilla de cálculo recopila la información financiera correspondiente a los gastos efectivamente ejecutados durante el desarrollo del proyecto del dique con orden similar a la Figura 6. En esta sección se detallan los costos reales incurridos por cada actividad, organizados por capítulos y semanas de ejecución, lo que permite visualizar la distribución temporal de los recursos utilizados.

Cada columna del archivo tiene una función específica que contribuye al control y análisis de los costos, desde la identificación del proyecto hasta la consolidación de los valores totales por semana y por capítulo. Esta estructura facilita la comparación del AC con el PV y el EV, permite a la interventoría evaluar el desempeño financiero y detectar desviaciones presupuestales en tiempo real. A continuación, en la Tabla 8, se presenta la descripción detallada de las columnas que conforman la estructura desarrollada en la aplicación de las fórmulas de EVM y su propósito dentro del sistema de control financiero del proyecto:

Tabla 9. *Valor actual (AC)*

Columnas	Contenido principal	Descripción	Propósito en el proyecto
A-BY	Título del proyecto “Propuesta de aplicación del método de valor ganado como una alternativa en el control y seguimiento de costos para la interventoría del dique”.	Información general del estudio y nombre del método aplicado (Valor Ganado).	Identificar la plantilla como parte integral del sistema de control financiero, enfocada en el análisis del Costo Real (AC), que muestra los recursos efectivamente invertidos en la ejecución.
C-BY	Semanas del proyecto enumeradas desde la Semana 1 hasta la Semana 72, asociada a las fechas de	Cronograma financiero real que refleja los gastos incurridos en la ejecución, derivados de los costos	Permitir el seguimiento detallado de los desembolsos semanales y acumulados, comparando los costos reales

Columnas	Contenido principal	Descripción	Propósito en el proyecto
	inicio y finalización (desde marzo 2021 hasta julio 2022), con los valores de AC (Costo Real) correspondientes a cada actividad semanal.	directos, materiales, mano de obra, maquinaria y administración.	con los valores planeados (PV) y los valores ganados (EV) para identificar desviaciones financieras.
A-B	Ítem, Capítulos, Actividades del proyecto.	Nombres de los ítems, capítulos y actividades del presupuesto real, organizados jerárquicamente de acuerdo con la estructura del proyecto.	Relacionar los costos reales con las actividades ejecutadas, permitiendo analizar qué componentes generaron mayores gastos o ahorros dentro del proyecto.
B	Totales parciales por capítulo, total trabajo programado semanal y acumulado	Suma de los valores reales desembolsados por grupo de actividades y total acumulado hasta cada semana.	Evaluar el comportamiento financiero del proyecto a lo largo del tiempo, determinar la tendencia del gasto real.

Nota. La tabla detalla la estructura de las fórmulas empleadas centrada en el AC, organizando actividades, semanas y totales por capítulo.

Este modelo es fundamental para la interventoría, ya que proporciona la información necesaria para identificar desviaciones financieras, analizar la eficiencia del gasto y fortalecer el control presupuestal del proyecto mediante la aplicación integral del EVM.

5.2.2.2 Análisis del costo actual (AC) del proyecto dique. En el caso del proyecto del dique, el comportamiento del costo real se analiza a lo largo de tres fases inicial, media y final que corresponden a los principales hitos de ejecución y al flujo de inversión registrado durante todo el periodo (marzo de 2021 a julio de 2022). A continuación, en la Tabla 9, se presenta la evolución del AC durante las tres fases del proyecto y su interpretación dentro del control financiero de la interventoría.

Tabla 10. *Análisis del Costo Actual (AC) del Proyecto Dique*

Fase del proyecto	Comportamiento del costo actual (AC)	Interpretación
Fase Inicial (Semanas 0–15)	El Costo Real muestra incrementos leves y graduales, con valores bajos asociados a actividades	Representa el inicio del proyecto, donde los gastos reales son reducidos debido a la naturaleza preparatoria de las actividades. La ejecución financiera avanza

Fase del proyecto	Comportamiento del costo actual (AC)	Interpretación
	preliminares, movilización de equipos y trabajos de replanteo.	lentamente y se mantiene dentro del rango planeado, indicando una gestión controlada del presupuesto.
Fase Media (Semanas 16–50)	Se presenta un aumento sostenido y considerable del Costo Real, reflejando el periodo de mayor inversión del proyecto. Los desembolsos semanales son altos debido a la ejecución intensiva de obras principales.	Corresponde a la etapa de mayor actividad constructiva, donde se concentran los gastos en materiales, maquinaria y mano de obra. El comportamiento ascendente del AC evidencia el flujo financiero más fuerte del proyecto y la consolidación de su avance físico.
Fase Final (Semanas 51–72)	El Costo Real tiende a estabilizarse, mostrando una disminución progresiva de los desembolsos hacia el cierre del proyecto.	Esta fase corresponde a las actividades de terminación, limpieza y desmovilización. La reducción en los costos reales indica la finalización de la mayoría de las obras principales y el control adecuado de los recursos

Nota. La tabla describe la evolución del (AC) durante las tres fases del proyecto, evidenciando bajos gastos al inicio, un pico de inversión en la fase media y una estabilización hacia el cierre.

5.2.3. Análisis integrado mediante la curva de seguimiento del PV, EV Y AC

La Curva de seguimiento del Proyecto Dique 2 fue elaborada a partir de los datos calculados mediante las fórmulas de EVM programando los datos correspondientes al PV, Valor EV y Costo Real AC. Los valores se registraron semanalmente en la estructura de seguimiento, generando una base de datos acumulada para cada indicador. Con estos datos, se graficó cada una de las curvas de seguimiento de la Figura 7.

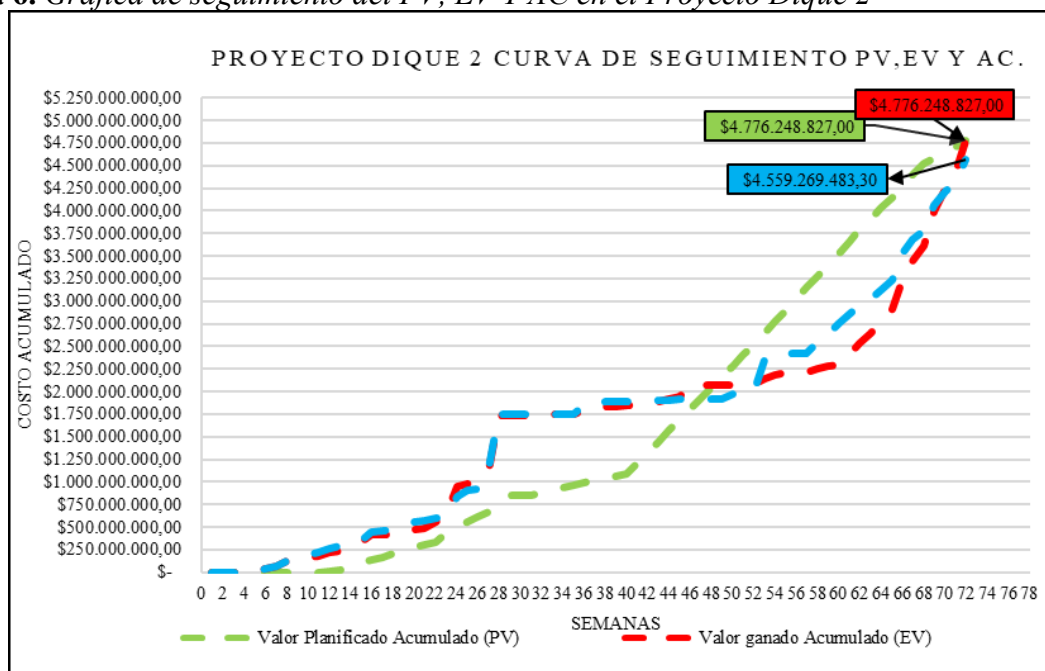
La línea verde punteada (PV): representa el presupuesto planificado acumulado conforme al cronograma base del proyecto. La curva presenta un comportamiento ascendente y progresivo, iniciando en \$0 y alcanzando un valor final de \$4.776.248.827 en la semana 72. Su trazado continuo y uniforme refleja un flujo de caja programado estable, con mayor aceleración en la fase media de ejecución, lo que evidencia una planificación financiera equilibrada y coherente con el desarrollo esperado del proyecto.

La línea roja punteada (EV): representa el Valor Ganado acumulado, es decir, el valor monetario del trabajo efectivamente ejecutado en función del avance físico del proyecto. La curva inicia con valores bajos, incrementándose de forma acelerada durante las primeras fases,

superando temporalmente la línea del Valor Planeado (PV). Posteriormente, presenta variaciones moderadas en la fase media y finalmente converge con el PV hacia el cierre del proyecto, alcanzando los \$4.776.248.827. Este comportamiento evidencia un adelanto en la ejecución inicial seguido de una estabilización progresiva, reflejando la alineación del avance real con la programación financiera final.

La línea azul punteada (AC): representa el Costo Real acumulado (Actual Cost), correspondiente a los gastos efectivamente incurridos durante la ejecución del proyecto. La curva inicia con valores bajos y presenta un ascenso progresivo con variaciones intermedias, cruzando en determinados puntos las líneas de PV y Valor Ganado EV. Al cierre, alcanza un valor de \$4.559.269.483,30, situándose por debajo de PV y EV, lo que evidencia un ahorro presupuestal neto y una eficiencia en la gestión de costos respecto al plan financiero establecido.

Figura 6. Gráfica de seguimiento del PV, EV Y AC en el Proyecto Dique 2



Nota. La gráfica muestra la curva de seguimiento del Proyecto Dique 2, comparando el (PV), el (EV) y el (AC) a lo largo de 72 semanas. Permite analizar el desempeño financiero y de avance físico acumulado del proyecto.

En conjunto, el análisis de las tres curvas muestra que el proyecto mantiene un desempeño controlado y eficiente, con pequeñas desviaciones temporales, pero sin sobre costos significativos. El EV superando al AC en la mayoría del periodo refleja una productividad favorable y un adecuado control de recursos. No obstante, se recomienda fortalecer el monitoreo semanal y el uso de software EVM integrado (plantillas de cálculo o Software de programación de obra) para mejorar la precisión de los pronósticos y reducir el impacto de variables externas, especialmente las condiciones climáticas en el Putumayo.

5.2.4. Alternativas de solución y recomendaciones para interventoría

Para mitigar los sobre costos reflejados en un CV negativo, se recomienda implementar auditorías semanales de gastos con base en el modelo de cálculo: Costo Real, que permite un seguimiento detallado de los desembolsos y su correspondencia con el avance físico. Esta medida facilita la negociación de contratos a precio fijo con proveedores, optimizando el uso de recursos y promoviendo entrenamiento en productividad del personal. Con ello, se estima una reducción del CV en aproximadamente un 20%, según las tendencias observadas en la fase final del proyecto.

Para mitigar las variaciones detectadas en el desarrollo del proyecto, es necesario actualizar el cronograma base (Valor Planeado) incorporando márgenes de seguridad o buffers de riesgo, especialmente ante factores externos como las condiciones climáticas propias del departamento del Putumayo, que pueden afectar la ejecución y el rendimiento de las actividades de obra. Como alternativa de mejora, se recomienda la implementación de un software de gestión con control integrado del EVM, como método de cálculo, software de programación de obra u otras plataformas especializadas, que permitan realizar pronósticos de desempeño más precisos y una actualización automática de los indicadores PV, EV y AC.

De manera complementaria, se propone establecer un sistema de monitoreo quincenal en campo, que permita verificar los avances físicos reales y ajustar oportunamente los valores del EV, garantizando así una mayor coherencia entre la planificación, la ejecución y el control del proyecto, fortaleciendo la toma de decisiones y la trazabilidad del desempeño general.

5.3. Cuadro de resultados de los parámetros del método de valor ganado que se pueda aplicar a la interventoría de un proyecto de mitigación en Mocoa

La estimación de los valores numéricos paramétricos de EVM se obtiene de acuerdo a las fórmulas de la sección 4. El instrumento “Cálculo de Indicadores” consolida los valores semanales de PV, EV y AC, y calcula los principales indicadores EVM: CV, SV, CPI, SPI, EAC, ETC y VAC. Este conjunto de indicadores permite evaluar, semana a semana, la eficiencia de costos y cronograma del proyecto, detectar desviaciones tempranas y proyectar el costo final esperado. A partir de estos resultados, se realiza un análisis detallado de las fases inicial, media y final del proyecto, presentando los cortes semestrales de los indicadores, su interpretación técnica y la correspondiente aplicación a la interventoría, organizados en una tabla comparativa que facilita la evaluación integral del desempeño del proyecto.

A continuación, se presenta un análisis detallado de las tres fases (inicial, media y final) con valores semestrales de todos los indicadores hasta la semana 72.

5.3.1. Fase inicial semanas (1 a 24)

La fase inicial permite evaluar el desempeño temprano del proyecto en términos de costos y cronograma, a partir del análisis de los indicadores presentados en la Tabla 10. Esta etapa corresponde al inicio de la ejecución y al desarrollo de las actividades preliminares, por lo que los

resultados obtenidos reflejan el comportamiento inicial del flujo financiero, la capacidad de ejecución y la eficiencia en la utilización de los recursos disponibles.

Tabla 11. *Fase inicial (Semanas 1 a 24)*

Indicador	Resultado promedio estimado	Interpretación	Aplicación a la interventoría
CV (Variación del Costo)	Positivo (+\$ 109.672.379)	Indica una diferencia positiva entre el valor ganado y el costo real, reflejando eficiencia en la gestión de recursos y control presupuestal favorable durante la fase inicial.	Verificar que los costos reales se mantengan por debajo del valor ganado y mantener estrategias de optimización de gastos sin afectar la calidad técnica de las actividades iniciales.
SV (Variación del Cronograma)	Positivo (+\$ 458.690.141,18)	Muestra un adelanto en la ejecución física frente al cronograma planeado, evidenciando una productividad mayor a la prevista en las actividades preliminares.	Ajustar el cronograma base para incorporar márgenes de seguridad y consolidar un avance sostenido que evite cuellos de botella en fases posteriores.
CPI (Índice de desempeño del costo)	1,13	Valor superior a 1 indica que el proyecto obtiene más valor por cada peso invertido, lo que demuestra un control eficiente de costos.	Reforzar prácticas de control financiero implementadas y establecer auditorías semanales para mantener el índice por encima de 1.
SPI (Índice de desempeño del cronograma)	1,93	Muestra un avance muy superior al planificado, evidenciando un ritmo de ejecución acelerado.	Supervisar la correspondencia entre el avance físico y financiero, asegurando que el rendimiento no genere sobrecargas de recursos o calidad deficiente.
EAC (Estimado al finalizar)	Inferior al BAC, (\$ 4.226.768.873,45)	Proyecta un costo final menor al presupuestado, indicando posible ahorro global si se mantiene la tendencia actual.	Monitorear la consistencia de los costos estimados y ajustar la programación financiera para consolidar el ahorro previsto.
VAC (Variación al completar)	Positivo (+\$549.479.953,55)	Valor positivo que confirma una diferencia favorable entre el presupuesto inicial y el costo final estimado	Utilizar esta proyección para fortalecer la justificación de eficiencia en informes de interventoría y planificación de recursos remanentes.
ETC (Estimado para terminar)	Positivo (+\$3.386.557.141,14)	Monto requerido para completar el proyecto según la tendencia actual; su valor controlado sugiere estabilidad presupuestal.	Aplicar seguimiento a gastos futuros mediante proyecciones quincenales de costos acumulados, evitando desviaciones.
TCPI (Índice de desempeño del trabajo restante)	0,97	Inferior a 1, lo cual refleja que el ritmo de ejecución requerido para finalizar dentro del presupuesto es alcanzable sin sobrepresión financiera.	Mantener la eficiencia observada y reforzar la planificación de materiales y mano de obra para sostener la productividad.

Nota. La tabla presenta los indicadores EVM promedios de la fase inicial del proyecto (semanas 1 a 24), con resultados positivos en costo y cronograma. Adaptado de *Guía del PMBOK*, 2017. 6.^a edición.

La fase inicial refleja un comportamiento eficiente tanto en costo como en cronograma, destacando un avance físico superior al planificado y un control financiero favorable. Estos indicadores evidencian que la interventoría aplicó estrategias efectivas de seguimiento y control, logrando optimizar los recursos asignados. Se recomienda mantener este nivel de desempeño mediante una actualización constante del cronograma base, auditorías semanales de costos y la implementación de márgenes de seguridad frente a riesgos climáticos y logísticos propios del entorno del proyecto en Mocoa.

5.3.2. Fase media semanas (25 a 48)

En esta etapa se desarrollan las actividades estructurales más demandantes como el conformado del cuerpo del dique, compactación de rellenos y obras de protección, lo que permite medir la eficiencia real del uso de los recursos frente a la planeación. A continuación, en la Tabla 11, se presenta el análisis detallado de los indicadores de desempeño promedio y su aplicación técnica en la interventoría, con el fin de evaluar el equilibrio entre costos, avance y productividad.

Tabla 12 Fase media (Semanas 25 a 48)

Indicador	Resultado promedio estimado	Interpretación	Aplicación a la interventoría
CV (Variación del Costo)	Positivo (+\$ 156.868.273).	Variación positiva que demuestra control financiero adecuado, con costos reales menores al valor ganado. Se evidencia una ejecución eficiente del presupuesto en la fase de mayor carga operativa.	Mantener controles semanales de gastos y reforzar la trazabilidad de recursos por capítulo para sostener la eficiencia y evitar sobrecostos en etapas de cierre.
SV (Variación del Cronograma)	Positivo (+\$ 27.133.310,97).	Indica ligero adelanto respecto al cronograma planificado, mostrando estabilidad en la programación de actividades.	Ajustar los hitos de avance en el cronograma maestro para consolidar el margen positivo y prevenir atrasos por factores externos (clima o logística).
CPI (Índice de desempeño del costo)	1.08	Valor superior a 1, lo que confirma que el proyecto genera mayor valor por peso invertido,	Reforzar las prácticas de control implementadas en campo (uso racional de materiales y optimización de

Indicador	Resultado promedio estimado	Interpretación	Aplicación a la interventoría
		manteniendo una tendencia de eficiencia económica.	horas-hombre) para conservar el rendimiento.
SPI (Índice de desempeño del cronograma)	1.01	Desempeño ajustado al plan, reflejando cumplimiento del cronograma sin aceleraciones ni retrasos significativos.	Mantener monitoreos semanales y asegurar coherencia entre avance físico reportado y programación financiera.
EAC (Estimado al finalizar)	Inferior al BAC \$ 4.422.452.617,59	El costo proyectado al finalizar es menor al presupuesto aprobado, lo que anticipa un ahorro si se conserva la eficiencia actual.	Usar este resultado para proyectar ajustes presupuestales y planificar el uso óptimo de los remanentes financieros.
VAC (Variación al completar)	Positivo (+\$353.796.209,41).	Valor positivo que representa una diferencia favorable entre el presupuesto total y el costo final esperado, confirmando gestión económica controlada.	Incluir este margen favorable en los informes de desempeño y justificar la eficiencia en la administración de recursos ante el contratante.
ETC (Estimado para terminar)	Positivo (+\$2.503.659.856,85).	Valor coherente con el avance acumulado; refleja que los recursos requeridos para finalizar son proporcionales al trabajo pendiente, sin sobrecostos proyectados.	Mantener control de avance físico-financiero acumulado para garantizar estabilidad en la ejecución de la fase final.
TCPI (Índice de desempeño del trabajo restante)	0.95	Inferior a 1, lo que indica que la meta final es alcanzable con el desempeño actual, sin requerir un esfuerzo adicional elevado.	Continuar con el ritmo operativo y optimizar el uso de maquinaria y personal para asegurar la sostenibilidad del desempeño.

Nota. La tabla resume los indicadores EVM de la fase media del proyecto, evidenciando control financiero, leve adelanto en cronograma y proyección de ahorro al finalizar. Adaptado de *Guía del PMBOK*, 2017. 6.^a edición.

Durante esta fase media del proyecto se muestra con un comportamiento técnico y financiero estable, con indicadores de desempeño favorables que evidencian eficiencia en costos ($CPI > 1$) y cumplimiento programático ($SPI \approx 1$). La interventoría demuestra una gestión efectiva del control de recursos, apoyada en el seguimiento continuo de la ejecución. Para mantener la tendencia positiva hacia el cierre, se recomienda actualizar el cronograma base con márgenes de seguridad, fortalecer la supervisión de gastos en campo y emplear herramientas EVM integradas para pronósticos más precisos. En conjunto, la fase media refleja una mejor coordinación, control

y optimización de recursos, por lo que la interventoría debe continuar con un seguimiento técnico y financiero constante para consolidar los resultados positivos hasta la finalización del proyecto.

5.3.3. Fase final (Semanas 48 a 72)

La matriz “Análisis Detallado” sintetiza los resultados finales del EVM aplicado al proyecto de interventoría del dique 2 en Mocoa. En esta sección se presentan los principales indicadores de desempeño PV, EV, AC, CV, SV, CPI, SPI, EAC, VAC, ETC y TCPI acompañados de su interpretación técnica. Este modelo permite visualizar la situación final del proyecto en términos de costo, tiempo y eficiencia operativa, facilitando la toma de decisiones en el control financiero y la gestión de recursos durante la ejecución y cierre del contrato.

El (PV) y el (EV) coinciden en \$4.776.248.827, lo que indica que el avance real del proyecto se alineó completamente con la planificación. El (AC) alcanza \$4.559.269.483,30, reflejando un gasto inferior al previsto y evidenciando una ejecución eficiente de los recursos asignados. Los indicadores obtenidos muestran resultados favorables:

- ✓ CV = +\$216.979.343,70: el proyecto se mantuvo por debajo del presupuesto, con ahorro financiero neto.
- ✓ SV = 0: la ejecución se realizó conforme al cronograma, sin retrasos significativos.
- ✓ CPI = 1,05: cada peso invertido generó un valor superior al planeado, señal de eficiencia en el uso de recursos.
- ✓ SPI = 1,00: el avance físico se mantuvo sincronizado con la programación inicial, indicando control adecuado del tiempo.

En los indicadores futuros, se observa que:

- ✓ El EAC (\$4.548.808.406,67) fue inferior al BAC (\$4.776.248.827,00), confirmando un ahorro proyectado de \$227.440.420,33 (VAC positivo).

- ✓ El ETC y el TCPI reflejan que el proyecto no requiere esfuerzo adicional significativo ni ajustes presupuestales, evidenciando control en el rendimiento del trabajo restante.

El análisis conjunto del CPI y SPI (ambos $\geq 1,00$) ubica al proyecto en la categoría de “modelos de cálculo desempeño”, al evidenciar ahorro de costos, ejecución puntual y una gestión técnica eficiente. Este comportamiento indica un alto nivel de planeación, control de riesgos y optimización en la aplicación de recursos.

En resumen, la matriz 5 “Análisis Detallado” (Ver Figura 8) demuestra que el proyecto de interventoría del dique mantuvo un equilibrio técnico y financiero óptimo durante todo su ciclo de vida. La coherencia entre PV, EV y AC confirma una planeación precisa, mientras que los indicadores de desempeño (CPI y SPI) validan la efectividad del control ejercido. Estos resultados consolidan el método del Valor Ganado como una herramienta robusta para monitorear el progreso real frente a lo planificado, permitiendo a la interventoría garantizar la eficiencia, transparencia y cumplimiento de los objetivos contractuales.

Tabla 13. *Resultados de parámetros e indicadores*

Propuesta de aplicación del método de valor ganado como una alternativa en el control y seguimiento de costos para la interventoría de un proyecto de obras de mitigación del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo.

La interpretación de los indicadores del valor ganado es fundamental para evaluar el desempeño de un proyecto en términos de tiempo, costo y alcance. En la siguiente tabla se explican los principales indicadores, cómo interpretarlos y su significado:

Indicador y Símbolo	Significado	Resultados proyecto	Interpretación
Días, Meses o Semanas	Representa los días, semanas o meses que quieras analizar hasta la fecha.	72	Semana 72
Valor Planificado (PV)	Representa lo planificado hasta la fecha de control.	\$ 4,776,248,827.00	El proyecto está adelantado.
Valor Ganado (EV)	Mide el avance real del proyecto.	\$ 4,776,248,827.00	Ahorro en el proyecto.
Costo Real (AC)	Refleja el gasto real hasta la fecha.	\$ 4,559,269,483.30	Ahorro en el proyecto.
Indicadores Actuales			

Propuesta de aplicación del método de valor ganado como una alternativa en el control y seguimiento de costos para la interventoría de un proyecto de obras de mitigación del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo.			
Variación del Costo (CV)	Identifica si el proyecto usa eficientemente los recursos.	\$ 216,979,343.70	Por debajo del presupuesto (bueno).
Variación del Cronograma (SV)	Mide el ritmo de ejecución respecto al cronograma.	\$ –	Conforme al cronograma.
Índice de desempeño del Costo (CPI)	Evalúa si el dinero invertido genera el valor esperado.	1.05	Eficiente en costos.
Índice de desempeño del Cronograma (SPI)	Indica si el avance físico está de acuerdo con lo planificado.	1.00	En tiempo.
Indicadores Futuros			
Presupuesto al Final del Proyecto (BAC)	Permite estimar el porcentaje de avance total del proyecto.	\$ 4,776,248,827.00	Base de comparación de todos los valores.
Costo Estimado al Final (EAC)	Ayuda a predecir el costo total real al final del proyecto.	\$ 4,548,808,406.67	Ahorro proyectado.
Variación del Presupuesto Final (VAC)	Indica si se ahorrará o se excederá el presupuesto.	\$ 227,440,420.33	Se espera ahorro.
Estimado para Terminar (ETC)	Costo adicional necesario para completar la obra desde hoy.	\$ –	El proyecto mantiene control financiero.
Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)	Nivel de eficiencia que debe lograrse con el presupuesto restante.	\$ –	Hay margen financiero.
Análisis CPI y SPI son los indicadores más críticos del Valor Ganado, pues nos muestran cómo se están usando los recursos (CPI) y cómo progresa el tiempo (SPI). Si lo aplicamos a un proyecto civil, nos permiten detectar sobrecostos, retrasos y posibles desviaciones antes de que afecten la entrega final.			
Escala	Significado	Resultados proyecto	Interpretación
CPI y SPI > 1.00	Proyecto bajo costo y adelantado.	Excelente desempeño	Refleja que está gastando menos y avanzando más
CPI > 1.00 y SPI < 1.00	Se gasta bien, pero hay demoras.		rápido que lo previsto, lo que indica alto nivel de eficiencia,
CPI < 1.00 y SPI > 1.00	Avanza según el cronograma, pero gasta más de lo previsto.		planeación y control
CPI < 1.00 y SPI < 1.00	Atraso y sobrecostos.		

Nota. La tabla muestra la interpretación de indicadores del Método de Valor Ganado, destacando valores actuales de CPI (1.05) y SPI (1.00), con evaluación de desempeño eficiente.

5.3.4. Análisis comparativo detallado de la fase inicial, fase media y fase final del proyecto

La comparación de las tres fases del proyecto inicial, media y final permite evaluar la evolución del desempeño técnico, financiero y temporal de la obra a lo largo de su ejecución. A partir de los indicadores EVM (CV, SV, CPI, SPI, EAC, VAC, ETC y TCPI), se analiza cómo la gestión de costos, la eficiencia en la programación y el control operativo fueron mejorando

progresivamente, reflejando el impacto de las medidas correctivas y la madurez de la planeación en la fase final del proyecto.

Tabla 14. *Tabla comparativa de desempeño por fase*

Indicador	Fase Inicial (Sem. 1–24)	Fase Media (Sem. 25–48)	Fase Final (Sem. 49–72)	Interpretación Comparativa
CV	+\$109.672.379	+\$156.868.273	+\$216.979.343	Incremento sostenido del ahorro por control de gastos; mejora en eficiencia del uso de recursos.
SV	+\$458.690.141	+\$27.133.310	0	Avance planificado alcanzado; se estabiliza el cronograma sin retrasos ni adelantos.
CPI	1.13	1.08	1.05	Ligera disminución del índice, pero mantiene eficiencia (>1); refleja ajuste fino de costos reales.
SPI	1.93	1.01	1.00	El proyecto inicia muy adelantado, luego se equilibra y finaliza en sincronía con el cronograma.
EAC	\$4.226.768.873	\$4.422.452.617	\$4.548.808.406	Aumento progresivo del costo estimado al final, pero siempre inferior al presupuesto (BAC).
VAC	+\$549.479.953	+\$353.796.209	+\$227.440.420	El ahorro proyectado disminuye, pero se mantiene positivo; control financiero constante.
ETC	+\$3.386.557.141	+\$2.503.659.856	0	Reducción progresiva de costos pendientes; refleja avance físico sostenido.
TCPI	0.97	0.95	0	Mejora en la gestión del trabajo restante; no se requiere esfuerzo adicional final.

Nota. La tabla compara los indicadores EVM por fases del proyecto, mostrando un desempeño eficiente y sostenido en costos y cronograma, y refleja control financiero, ejecución equilibrada y tendencia positiva en la gestión hasta el cierre del proyecto. Adaptado de *Guía del PMBOK*, 2017. 6.^a edición.

Durante la fase inicial, el proyecto muestra un comportamiento altamente adelantado en cronograma (SPI=1.93) y eficiente en costos (CPI=1.13), producto de una rápida movilización de recursos y buena planeación inicial. No obstante, esta fase presentó alta variabilidad en los ritmos de ejecución, atribuida a factores externos como condiciones climáticas y ajustes logísticos. Por su parte, en la fase media, se observó una estabilización operativa: el SPI se normalizó (1.01) y el CPI se mantuvo por encima de 1.0, reflejando control de costos sin desviaciones mayores. La

gestión se enfocó en la optimización de recursos y ajuste del flujo financiero, lo que permitió mantener los márgenes positivos de ahorro y cumplir el cronograma de forma constante.

Finalmente, en el análisis de la plantilla 5 (fase final), el proyecto concluye con indicadores equilibrados ($CPI=1.05$ y $SPI=1.00$), que demuestra un control integral y madurez en la gestión técnica y financiera. Los ahorros se mantienen positivos ($VAC>0$), el EAC se mantiene por debajo del BAC, y no se presentan desviaciones críticas. En conclusión, la evolución de los indicadores EVM evidencia una maduración progresiva del control del proyecto.

- ✓ La fase inicial se caracterizó por un fuerte dinamismo y eficiencia temprana.
- ✓ La fase media consolidó la estabilidad operativa y la precisión del cronograma.
- ✓ La fase final confirmó la sostenibilidad del control financiero y técnico, cerrando con resultados óptimos y dentro del presupuesto planificado.

Esta tendencia demuestra que la aplicación del Método del Valor Ganado permite detectar desviaciones tempranas, aplicar medidas correctivas oportunas y garantizar una ejecución eficiente, transparente y alineada con los objetivos de la interventoría.

Como acciones inmediatas de la interventoría, implementa acciones inmediatas orientadas al control integral del proyecto, priorizando la actualización del cronograma base con márgenes ante riesgos climáticos, la auditoría continua de costos para mantener el CPI sobre 1,0, y el monitoreo semanal del avance físico-financiero para asegurar coherencia entre EV y PV. Además, recomienda fortalecer la gestión de riesgos mediante reservas de tiempo y costo, adoptar herramientas tecnológicas EVM integradas para pronósticos precisos, y optimizar los contratos de suministro y desempeño. Estas medidas garantizarán eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad técnica en la fase final del proyecto.

5.3.5. Particularidades del uso de las fórmulas del método EVM Respecto a Otros Proyectos

Los cálculos presentan algunas diferencias metodológicas respecto a aplicaciones comunes del EVM en proyectos similares. En la tabla 13 se puede denotar las particularidades de la aplicación de las fórmulas respecto a otros proyectos.

Tabla 15. Particularidades del proyecto con su comparacion

Aspecto	Particularidad del proyecto	Comparación con otros proyectos
Nivel de control	Control semanal detallado (72 semanas)	En muchos proyectos de ingeniería y construcción solo se aplican un control mensual, según (Attila, 2013) <i>La aplicación de los principios de EVM varía según la industria, el profesional y la organización.</i> Cada nuevo método de control de proyecto debe optimizarse para que la organización obtenga el máximo beneficio de la inversión. Las actividades y los controles del proyecto varían según los requisitos del propietario, el método de entrega, el contratista y los profesionales. como es el caso del proyecto de Construcción del Coliseo de eventos del municipio de Guasca, Departamento de Cundinamarca y el proyecto de construcción de la guía de aplicación del método de valor ganado.
Curva de avance	Se construyó con valores acumulados, reflejando progresión continua.	Otros proyectos utilizan valores parciales por periodo. como es el caso del proyecto de Construcción del Coliseo de eventos del municipio de Guasca, Departamento de Cundinamarca y el proyecto de construcción de la guía de aplicación del método de valor ganado.
Pronósticos	Se incluyó TCPI, poco usado en obras civiles locales, pero útil para planeación futura.	En proyectos tradicionales, solo se calcula EAC y VAC como es el caso del proyecto de Construcción del Coliseo de eventos del municipio de Guasca, Departamento de Cundinamarca y el proyecto de construcción de la guía de aplicación del método de valor ganado.
Formato integral	Se combinan en un solo modelo de cálculo todos los indicadores.	En otras implementaciones, los cálculos se distribuyen en varias plantillas (PV, EV, AC por separado) como es el caso del proyecto de Construcción del Coliseo de eventos del municipio de Guasca, Departamento de Cundinamarca y el proyecto de construcción de la guía de aplicación del método de valor ganado.

Nota. La tabla compara aspectos clave del control del proyecto con otros similares, destacando fortalezas como control semanal, visualización mejorada y uso integral de indicadores EVM. Adaptado de *Guía del PMBOK*, 2017. 6.^a edición.

6. Conclusiones

El análisis del estado inicial del proyecto revela que no existe ningún sistema estructurado ni herramienta formal para el seguimiento y control de costos, tiempo y alcance. Depende exclusivamente de reportes manuales y de estimaciones subjetivas, lo que genera una alta incertidumbre y dificulta la detección temprana de desviaciones. Sumado a ello, el proyecto de mitigación en Mocoa, Putumayo, presentaba riesgos específicos (variabilidad climática, inconsistencias en los diseños de 2018 y cambios en la morfología del cauce). Se propone implementar una metodología integrada basada en la Gestión del EVM, junto con la actualización periódica de la línea base, el fortalecimiento del monitoreo y reporte, y una gestión preventiva de riesgos técnicos y ambientales.

La implementación de EVM en proyectos de mitigación permitió identificar fortalezas y debilidades en la gestión de costos, del alcance y del cronograma. Su implementación permite obtener ventajas en la ejecución y supervisión de las labores, transformando un proyecto inicialmente carente de sistemas de control estructurados en una operación proactiva y optimizada. Al integrar alcance, cronograma y costos en un monitoreo semanal (en lugar de mensual), se permite detectar desviaciones tempranas, como inconsistencias en los diseños y variaciones climáticas, y aplicar acciones correctivas oportunas de mejora, tales como auditorías de gastos, ajustes en la asignación de recursos y optimización de proveedores. Esto no solo mitiga riesgos geológicos y ambientales típicos de la región amazónica, sino que también fomenta una gestión más competitiva, ética y transparente, alineada con los estándares del PMBOK, mediante el cálculo de todos los indicadores de desempeño como el CPI y el SPI, que reflejan el desempeño financiero y temporal del proyecto. Su aplicación en el contexto del proyecto de Mocoa demostró que este

enfoque mejora el control del avance real respecto de lo planificado, fortaleciendo la gestión del seguimiento y control de la interventoría.

La propuesta del cuadro de revisión de los parámetros del método de Valor Ganado constituye una herramienta de apoyo para las labores de seguimiento y control en proyectos de obra civil. Este instrumento permite organizar, consolidar y analizar los indicadores obtenidos mediante la metodología EVM, facilitando la interpretación del desempeño del proyecto en términos de costo y cronograma. El análisis integral de las tres fases del proyecto evidencia un desempeño financiero y programático controlado, con resultados consistentes en los indicadores del EVM. En la fase inicial, se observó una ejecución acelerada, con valores de $SPI > 1$ y $CPI > 1$, lo que refleja una alta productividad y eficiencia en la movilización de recursos. Durante la fase media, el proyecto alcanzó su estabilidad operativa; los indicadores ($CPI \approx 1.08$ y $SPI \approx 1.01$) evidencian control financiero, adecuada planificación y ejecución conforme al cronograma. En la fase final, los resultados ($CPI = 1.05$ y $SPI = 1.00$) confirman un cierre en tiempo y bajo presupuesto, con ahorro proyectado y cumplimiento total del alcance. En síntesis, el método del Valor Ganado (EVM) demuestra ser una herramienta efectiva para el control integral de costos y tiempos, permitiendo anticipar desviaciones, optimizar recursos y garantizar la eficiencia y transparencia de la interventoría.

7. Recomendaciones

En relación con la práctica del método de EVM, esta monografía permite identificar que es fundamental que los equipos de obra y supervisión comprendan la interpretación de los indicadores del Valor Ganado. La formación en estos conceptos permitirá fortalecer la capacidad analítica y mejorar la comunicación entre los actores del proyecto, reduciendo errores y optimizando la eficiencia del control. Y también, es conveniente establecer reuniones de control donde se analicen los indicadores CPI y SPI junto con las curvas S del proyecto. Este ejercicio colaborativo entre interventoría, contratista y entidad contratante contribuye a mejorar la toma de decisiones y el aprendizaje institucional.

Es importante en los proyectos que la interventoría establezca una línea base del proyecto claramente definida y actualizada periódicamente, como base del seguimiento incorporando los cambios derivados de condiciones técnicas, ambientales o contractuales, de manera que los indicadores de desempeño reflejen la situación real de la ejecución, fortaleciendo los sistemas de monitoreo y control mediante herramientas digitales que permitan la captura, consolidación y análisis de información en tiempo real, reduciendo la dependencia de reportes manuales y minimizando el riesgo de errores en la toma de decisiones.

Promover la aplicación de esta metodología en futuros proyectos de infraestructura y gestión del riesgo, evaluando su desempeño en diferentes contextos y tipologías de obra, con el propósito de consolidar buenas prácticas que contribuyan a la eficiencia, transparencia y sostenibilidad de la inversión pública.

Referencias

(s.f.).

Aldo D. Mattos, Fernando González Fernández de Valderrama. (2014). *Métodos de planificación y control de obras: del diagrama de barras al BIM*. (J. Sainz, Ed.) Reverté, 2014. Obtenido de

https://www.academia.edu/38895702/M%C3%A9todos_de_planificaci%C3%B3n_y_control_de_obras_Del_diagrama_de_barras_al_BIM

Alsina, J. (2013). Gestión de Valor Ganado EVM para Control de Proyectos ver. 2.0 .

Attila, B. (2013). Diferencias en las prácticas de gestión del valor ganado en la construcción. Ponencia presentada en el Congreso Global PMI® 2013—EMEA, Estambul, Turquía. Newtown Square, PA: Project Management Institute. Obtenido de <https://www.pmi.org/learning/library/differences-earned-value-management-practices-construction-5790>

Barboza, O. O. (2003). *Implantación del Sistema de Planeamiento y Control de Costos por Procesos para Empresas de Construcción*. Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos , Lima-Peru. Recuperado el 15-05-2023 de Mayo de 2023, de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3294/Briceno_bo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

COLMENARES, J. A. (2016). *LA ALTA GERENCIA Y LAS MEDIDAS DE CONTROL PARA EJERCER LA INTERVENTORÍA EN OBRAS DE MITIGACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL*. TRABAJO DE GRADO, FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA - FAEDIS ESPECIALIZACIÓN ALTA GERENCIA , BOGOTÁ. Recuperado el 5 de 6 de 2026

Contraloría General de la República. (2024). *Informe de Control Fiscal 2023–2024*. Contraloría General de la República. Obtenido de <https://www.contraloria.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación. (2022), Ministerio de Transporte. (2021). (2021-2022). *Guía para la formulación, evaluación y gestión de proyectos de infraestructura. Lineamientos para la gestión de proyectos de infraestructura de transporte en Colombia*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co>, <https://www.mintransporte.gov.co>

Desastres, U. N. (Diciembre de 2017). *Glosario para la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia*. Presidencia de la República de Colombia. Obtenido de <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/>

Divantoque, J. M. (17 de Abril de 2014). Analisis de Implementacion del Metodo del valor ganado para el Control de Proyectos de cableado Estructurado. *Universidad Militar nueva Granada*, 18. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11294/MesaDivantoqueJeffrey2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Eficiente, C. C. (2016). *Guía para el ejercicio de las funciones de Supervisión e Interventoría de los contratos del Estado*. Obtenido de https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/cce_guia_para_el_ejercicio_de_las_funciones_de_supervision_e_interventoria_de_los_contratos_del_estado.pdf

Fleming, Quentin W. & Koppelman, Joel M. (2016). *Earned Value Project Management*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.

Garcia, L. J. (Julio 2014). *Valoracion de la Aplicacion del metodo del valor ganado en proyectos de urbanizacion*. Tesis Máster Interuniversitario en dirección de proyectos , Universidad

de Oviedo . Obtenido de
<https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/28150/TFMLuisJavierDiazGarciaProteg.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Getahun, S., Teshome, K., Asteray Belachew, & Kebede, S. (2025). *Performance evaluation of construction project by earned value management system in Amhara waterworks construction enterprise*. Obtenido de
https://www.researchgate.net/publication/389132524_Performance_evaluation_of_construction_project_by_earned_value_management_system_in_Amhara_waterworks_construction_enterprise/link/6914e37db8ea705bab9a005e/download

Herrera, R. N. (2019). *Factores que influyen en la productividad de la construcción en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Facultad de Ingeniería, Bogota.

Hidroituango, E. (2021). *Informe de gestión (Hidroituango / Grupo EPM)*. Obtenido de
<https://www.epm.com.co/content/dam/epm/institucional/documentos/todos/informe-gestion-grupo-epm-02052022.pdf>

Institute, P. M. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (Vol. Sexta edición). (P. M. Institute, Ed.)

Institute, P. M. (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección* (Vol. 7). (P. M. Institute, Ed.) Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA. Recuperado el 28 de Febrero de 2023, de
<file:///C:/Users/Personal/Downloads/PMBOK%20S%C3%A9ptima%20Edici%C3%B3n%20-%20PMI.pdf>

Institute, P. M. (2021). *PMI*.

Institute, Project Management. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (Vol. 7 edición). Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.

IPA. (2020). *Guía de desarrollo de proyectos para proyectos de infraestructura*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Participacion%20privada%20en%20proyectos%20de%20infraestructu/PDR%20Manual.pdf

Johannes Huebl y Georg Fiebiger. (2005). *Debris-flow hazards and related phenomena*. (M. J. Hungr, Ed.) Springer.

José Miguel Pineda Escobedo y Manuel Arturo Urcia Peláez. (2021). *“Aplicación de la Metodología de Valor Ganado para determinar el. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA*. Recuperado el 28 de Febrero de 2023, de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/8187/1/REP_JOSE.PINEDA_MANUEL.URCIA_APLICACION.DE.LA.METODOLOGIA.DE.VALOR.DE.GANADO.pdf

kyralina Olarte Mescoco, Hubeer Cristian Sotomayor Morales y Cesar Alvaro Valdivia Begazo. (2014). *Propuesta de Mejora del Control de costos Aplicando el Metodo del Valor Ganado en un Proyecto de Infraestructura*. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Peru. Recuperado el 15 de Mayo de 2023, de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/338147/Tesis%20Olarte%20-%20Sotomayor%20-%20Valdivia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LLedo, P. (2006). *Administracion Lean de Proyectos* (1 edicion ed.). Mexico.

- López, F. J. (2011). *Gestión de proyectos con enfoque PMI al usar project y excel*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Márquez, C. L. (2016). *Aplicación del Análisis del Valor Ganado en*. Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla, Sevilla. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/90805/fichero/Carlos+L%C3%B3pez+M%C3%A1rquez+TFG1.pdf>
- Martin, L. V. (2017). *Aplicación del Método del Valor ganado en Proyectos de obra Pública*. Master Interuniversitario en Direccion de Proyectos, Universidad de Oviedo. Recuperado el 2 de Marzo de 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/132415485.pdf>
- Martin, L. V. (2017). *Aplicación del Método del Valor ganado en Proyectos de obra Pública*. Recuperado el 2 de Marzo de 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/132415485.pdf>
- Martín, L. V. (Julio 2017). *Aplicación del Método del Valor Ganado en Proyectos de Obra Publica*. Tesis Máster interuniversitario en dirección de proyectos., Universidad de Oviedo. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/338194523.pdf>
- Metro Quito, E. P. (2022). *Informe de Gestión 2022*. Obtenido de https://metrodequito.gob.ec/wp-content/uploads/2024/02/Informe_gestion_2022.pdf
- Naranjo, R. A. (2017). *Análisis de la Programación Ganada en Proyectos*.
- Naranjo, R. A. (2017). *Análisis de la Programación Ganada en Proyectos*. Trabajo Fin de Máster, Universidad de Sevilla, España. Recuperado el 2 de Marzo de 2023, de <file:///C:/Users/Personal/Downloads/TFM%20An%C3%83%C2%A1lisis%20de%20la%20Programaci%C3%83%C2%B3n%20Ganada'%20en%20Proyectos.pdf>

Planeación, D. N. (2021). *Plan de gestión del riesgo de desastres para el Proyecto Hidroeléctrico Ituango*.

PMBOK, G. d. (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección* (Séptima edición ed.). (P. M. Institute, Ed.) Estados Unidos de América. Recuperado el 28 de Febrero de 2023, de file:///C:/Users/Personal/Downloads/PMBOK%20S%C3%A9ptima%20Edici%C3%B3n%20-%20PMI.pdf

PMI. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. (PMI, Ed.) 7 ed, 370. Obtenido de www.pmi.org/permissions

PMI, P. G. (2017). *Institute, Project Management* . Obtenido de <http://faspa.ir/wp-content/uploads/2017/09/PMBOK6-2017.pdf>

Project Management Institute. (20 de 10 de 2025). *Guía del PMBOK* (Vol. Octava edición). (P. M. Institute, Ed.) Newtown Square, Pennsylvania.

Revista Semana. (31 de Agosto de 2012). En la mira el proyecto más grande de la historia: Reficar. *Semana*.

Robles, Y. N. (2016). *Método Valor Ganado (EVM) para la gestión de proyectos, aplicados a los contratos de construcción*. HUANCAYO – PERÚ. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1621/TESIS%20%2811%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodriguez, P. M. (2009). *Método de control de costos para Constructora Integratec CR S.A.* Tesis de Maestría en Gerencia de Proyectos, Instituto Tecnológico de Costa Rica., San Jose. Obtenido de

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/607/INFORME%20TEC%2020091118.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez Henao, J. C. (1997). *manual de programacion y control de programas de obra* (Vol. Primera edición). Medellin. Recuperado el 25 de junio de 2022, de <http://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2982>

Semana, R. (31 de Agosto de 2012). En la mira el proyecto más grande de la historia: Reficar. *Revista Semana*, 7. Obtenido de <https://www.semana.com/nacion/articulo/en-mira-proyecto-mas-grande-historia-reficar/263974-3/>

Smith J & Colaboradores (2024),Project Management Institute.(2021),Guía PMBOK. (2025). *Performance evaluation of construction project by earned value management system in Amhara waterworks construction enterprise*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/389132524_Performance_evaluation_of_construction_project_by_earned_value_management_system_in_Amhara_waterworks_construction_enterprise/link/6914e37db8ea705bab9a005e/download

Solórzano Yazbek,Santiago Paúl. (2018). *Integración del análisis de valor ganado (EVM) y la ruta crítica (CPM) en un proyecto de una vivienda ubicada en la Urbanización Capaes, Península de Santa Elena*. Trabajo de titulación Ingeniería Civi, Santiago de Guayaquil Ecuador .

Tellez, Y., Carreño, P., & Franco, Y. (2020). *APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO PARA EL CONTROL DEL AVANCE ECONÓMICO Y DESEMPEÑO DE UNA OBRA, DESDE EL PUNTO DE LA INTERVENTORÍA*. Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialista en Interventoría de Obras Civiles, Universidad

Francisco de Paula Santander , Ocaña . Obtenido de
<http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/603/1/33965.pdf>

Urbina, G. B. (Diez de Octubre de 2013). *Evaluación de proyectos (6.^a ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.

Vanhoucke, M. (2014). *Integrated Project Management and Control: First Comes the Theory, Then the Practice*. Heidelberg: Springer.

Yazbek, S. P. (2018). *Integración del análisis de valor ganado (EVM) y la ruta crítica (CPM) en un proyecto de vivienda ubicada en la península de santa elena (urbanización Capaes*. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil Ecuador . Recuperado el 2 de Marzo de 2023, de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11219/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-259.pdf>