

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO PARA EL
MONITOREO Y CONTROL DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE
VIVIENDA.**

LUISA FERNANDA SANABRIA PARRA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2018**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO PARA EL
MONITOREO Y CONTROL DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE
VIVIENDA.**

LUISA FERNANDA SANABRIA PARRA

Proyecto de grado para optar por el título de ingeniera civil

DIRECTOR

MSc. Jorge Mauricio Ramírez Velásquez

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2018**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primero que todo a Dios, por la fortaleza para no desfallecer ante las dificultades surgidas durante mi formación profesional.

A mis Padres por la paciencia, por ser la fuente de mi inspiración, el motor en todos mis propósitos y el apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A mi Hermana por sus palabras de aliento, por motivarme a ser una mejor persona y profesional cada día.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pontificia Bolivariana y a todos los docentes que hicieron parte de mi formación profesional, por compartir sus conocimientos y trabajar con empeño en la construcción de profesionales competentes capaces de enfrentar el mundo laboral, en especial al Ing. Jhon Javier Morales Abuabara por compartir su conocimiento e información acerca del tema de este trabajo de grado.

A la constructora FÉNIX CONSTRUCCIONES S.A. por permitirme desarrollar este trabajo de grado e incentivar el aprendizaje en los futuros ingenieros.

Al Msc. Jhosymar Louis Pinzón por la comprensión y el compromiso a lo largo del desarrollo de esta investigación, sin su apoyo no hubiese sido posible.

A mis pequeños Daniela Niño y Brayam Núñez por el apoyo incondicional y compartir mis éxitos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. RESEÑA HISTÓRICA.....	4
2.2. ANTECEDENTES DE LA GESTIÓN TIEMPO Y COSTO EN LA CONSTRUCTORA	5
2.2.1. GESTIÓN DE TIEMPO.....	5
2.2.2. GESTIÓN DEL COSTO.....	6
2.3. ÁREAS DE CONOCIMIENTO DEL PROYECTO	7
2.3.1. Gestión de la integración	8
2.3.2. Gestión del alcance	8
2.3.3. Gestión del tiempo.....	8
2.3.4. Gestión de los costos	8
2.3.5. Gestión de la calidad	8
2.3.6. Gestión de los recursos humanos.....	9
2.3.7. Gestión de las comunicaciones	9
2.3.8. Gestión de los riesgos	9
2.3.9. Gestión de las adquisiciones	9
2.3.10. Gestión de los interesados	9
2.4. MONITOREO Y CONTROL DEL PROYECTO	10
2.4.1. PROCESOS DE MONITOREO Y CONTROL.....	11
2.4.2. HERRAMIENTAS DE MONITOREO Y CONTROL.....	13
2.5. MÉTODO DEL VALOR GANADO	14
2.5.1. INDICADORES DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO	16
2.5.2. PROYECCIONES DEL VALOR GANADO.....	18
2.6. SOFTWARE DE GESTIÓN DE PROYECTOS	20
3. METODOLOGÍA	21
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO	23
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	23
4.2. GENERACIÓN DE VARIABLES PV, AC, EV	23
4.3. ACTIVIDADES A ANALIZAR.....	25
4.4. ESTADO INICIAL PROYECTO	26
4.5. DESEMPEÑO DEL PROYECTO.....	28
4.5.1. DESEMPEÑO DEL PROYECTO CORTE 1.....	29
4.5.2. DESEMPEÑO DEL PROYECTO CORTE 2.....	33
4.6. INFORME DE RESULTADOS.....	37
4.7. GRÁFICOS DE SEGUIMIENTO	40
4.7.1. CORTE 1.....	40
4.7.2. CORTE 2.....	42
4.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
4.8.1. ANÁLISIS CORTE 1.....	44
4.8.2. ANÁLISIS CORTE 2.....	46
4.9. PRONÓSTICOS A LA CONCLUSIÓN.....	48

4.10.	ESTRATEGIAS PARA CORRECCIÓN EN ACTIVIDADES PROBLEMA.....	50
4.11.	GESTIÓN TIEMPO Y COSTO CONSTRUCTORA.....	52
4.11.1.	INDICADORES.....	52
4.11.2.	GRÁFICOS SEGUIMIENTO.....	54
4.12.	COMPARACIÓN INDICADORES.....	56
4.12.1.	CORTE 1.....	56
4.12.2.	CORTE 2.....	57
	CONCLUSIONES.....	59
	CONCLUSIONES DE LA IMPLEMENTACIÓN EN EL ESTUDIO CASO.....	59
	CONCLUSIONES DEL MÉTODO.....	60
	RECOMENDACIONES.....	61
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Valor Ganado, Valor Planificado y Costos reales tomado de [8].	17
Ilustración 2. Curva S de costos [8].....	20
Ilustración 3. Valor planificado.	24
Ilustración 4. Costo actual.....	24
Ilustración 5. Valor ganado.	25
Ilustración 7. Frisos fachada y frisos interiores zonas comunes.....	64
Ilustración 8. Estuco.....	65
Ilustración 9. Enchape apartamentos.....	65
Ilustración 10. Estuco interior apartamentos.	66
Ilustración 11. Instalaciones hidráulicas y sanitarias.	66
Ilustración 12. Mampostería.....	67
Ilustración 13. Cubierta - cielo raso baños.	67
Ilustración 14. Bajante sistema atrarrayo.	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de cortes mensuales.....	22
Tabla 2. Actividades a analizar.	26
Tabla 3.Estado inicial del proyecto.....	27
Tabla 4.Desempeño del proyecto semana 1.....	29
Tabla 5.Desempeño del proyecto semana 2.....	30
Tabla 6.Desempeño del proyecto semana 3.....	31
Tabla 7.Desempeño del proyecto semana 4.....	32
Tabla 8.Desempeño del proyecto semana 5.....	33
Tabla 9.Desempeño del proyecto semana 6.....	34
Tabla 10.Desempeño del proyecto semana 7.....	35
Tabla 11.Desempeño del proyecto semana 8.....	36
Tabla 12. Informe corte 1.....	37
Tabla 13.informe corte 2.....	39
Tabla 14. Proyecciones a la conclusión.....	49
Tabla 15. Estrategias de mitigación actividades problema.....	51
Tabla 16. Porcentaje ejecución de las obras.....	53
Tabla 17.Porcentaje de desempeño del costo.....	54

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1.Curva S corte 1.....	40
Gráfica 2.Flujo de caja corte 1.	40
Gráfica 3.Variacion de costo y cronograma corte 1.....	41
Gráfica 4.desempeño global corte1.	41
Gráfica 5.Curva S corte 2.....	42
Gráfica 6.Flujo de caja corte 2.	42
Gráfica 7.Variación de costo y cronograma corte 2.....	43
Gráfica 8.desempeño global corte 2.	43
Gráfica 9. Curva proyecciones a la conclusión.....	50
Gráfica 10. Porcentaje de desempeño del cronograma global T1.....	55
Gráfica 11.Porcentaje de desempeño del costo global T1.	55

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	64
ANEXO 2. GESTIÓN DE TIEMPO - LEAN - PAC.....	69

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.

AUTOR(ES): Luisa Fernanda Sanabria Parra

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): MSc. Jorge Mauricio Ramírez Velásquez

RESUMEN

La creciente necesidad de las empresas constructoras por realizar monitoreo, control y supervisión, de los recursos invertidos en la etapa de ejecución de sus proyectos, ha ocasionado la creación de metodologías propias que permitan, evaluar el desempeño de la constructora, en aspectos como costo y tiempo, evaluar metas propuestas, garantizar la calidad de los productos entregados y conservar datos históricos. Esta investigación tiene como propósito el incentivar mejoras en el sistema de control de costo y tiempo de la constructora FÉNIX CONSTRUCCIONES S.A, utilizando la metodología del valor ganado y complementándola con los métodos que se utilizan actualmente en la misma. Aplicar la metodología del valor ganado que integra la gestión de tiempo, gestión del costo y gestión del alcance, permite identificar tempranamente cuando una actividad presenta desviaciones con respecto a lo planificado inicialmente, mejorando así la posibilidad de cumplir con la programación y presupuesto de obra iniciales. Por medio de los indicadores del valor ganado y de gráficas resultantes fue posible conocer el comportamiento del proyecto estudiado, en tiempo real, facilitando el análisis y toma de decisiones tempranas. A su vez se realizó una comparación con el método propio implementado por la constructora que permitió identificar las ventajas de incluir la gestión del valor ganado para el monitoreo y control de proyectos.

PALABRAS CLAVE:

Valor ganado, control, presupuesto, programación, proyecciones.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: IMPLEMENTATION OF THE EARNED VALUE MANAGEMENT METHODOLOGY FOR THE MONITORING AND CONTROL OF A HOUSING CONSTRUCTION PROJECT.

AUTHOR(S): Luisa Fernanda Sanabria Parra

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: MSc. Jorge Mauricio Ramírez Velásquez

ABSTRACT

The growing need of construction companies to monitor, control and supervise the resources invested in the execution stage of their projects, has led to the creation of own methodologies that allow evaluating the construction company's performance, in aspects such as cost and time, evaluate proposed goals, guarantee the quality of the products delivered and preserve historical data. The purpose of this research is to encourage improvements in the cost and time control system of the construction company FÉNIX CONSTRUCCIONES S.A, using the earned value management methodology and complementing it with the methods currently used in it. Applying the earned value methodology that integrates time management, cost management and scope management, allows early identification when an activity presents deviations from what was initially planned, improving the possibility of complying with the initial schedule and budget. Through the indicators of the earned value management and the resulting graphs, it was possible to know the behavior of the project studied, in real time, facilitating analysis and making early decisions. At the same time, a comparison was made with the own method implemented by the construction company that allowed to identify the advantages of including the earned value management for the monitoring and control of projects.

KEYWORDS:

Earned value, control, budget, schedule, projections

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los proyectos de construcción deben enfrentarse a diferentes problemas en la etapa de ejecución o inversión en cuanto a su monitoreo y control. El éxito del proyecto no tiene relación solo con el diseño y contenido, también se involucra su proceso de ejecución, las actividades que se desarrollan en el proyecto, y la aplicación de un modelo de gestión, que permita al equipo de proyectos, anticipar situaciones de riesgo y demás [1].

Durante la etapa de ejecución los proyectos son susceptibles a cambios y modificaciones no previstas, si no se gestionan de manera correcta se puede generar un incumplimiento en el cronograma y presupuesto durante la ejecución de las actividades planificadas. En base a esto surge la necesidad de aplicar métodos que permitan la identificación temprana de las áreas que presentan problemas y brindar atención inmediata.

Uno de los desafíos más importante del equipo de gestión proyectos, es el de predecir el comportamiento a futuro del proyecto para así tomar decisiones oportunas que permitan corregir el rumbo del mismo si es necesario.

La gestión del valor ganado (Earned Value Management, EVM) es uno de los métodos más usados en la supervisión y control de proyectos en países como España y Estados Unidos, el cual integra: gestión del alcance, gestión del tiempo y gestión del costo del mismo [2]. Esta metodología es una herramienta que estratégicamente utilizada aumenta el correcto desarrollo del proyecto y permite conocer si la obra está atrasada o si presenta un adelanto en cuanto a lo programado inicialmente, si los recursos son usados eficientemente o si generan desviaciones negativas en el presupuesto, y proyectar a futuro el estado del proyecto en base al actual [3]. Implementar esta metodología permite un seguimiento al avance del proyecto y un pronóstico del comportamiento del mismo mediante una serie de indicadores, disminuyendo la posibilidad de obtener resultados negativos en la ejecución del proyecto, de tal manera que el monitoreo y control de un proyecto con la gestión del valor ganado facilita tomar decisiones oportunas y corregir el rumbo del proyecto. Además, la gestión del valor ganado puede ser implementada a proyectos de cualquier escala, aunque antes se creyó que era útil para proyectos de gran tamaño, se aplica a proyectos de pequeño y mediano tamaño [4].

Un buen equipo de gerencia y dirección de proyectos también facilita la aplicación de la gestión del valor ganado en una empresa. El compromiso del equipo a la hora de realizar la gestión tiempo costo mediante el valor ganado, una recolección de datos en tiempo real y un buen manejo y asignación de recursos en cada una de las actividades que se desarrollan en el proyecto permite mejorar los procesos y el uso eficiente de los recursos [5].

Lo que se propone hacer con este trabajo de investigación es implementar la metodología del valor ganado a una serie de actividades de un proyecto de construcción de estudio caso como sistema de monitoreo y control, con el fin de otorgar a la constructora la noción de la eficiencia del método en la detección temprana de desviaciones negativas y positivas de programación y presupuesto, además del aporte como herramienta de apoyo al equipo de dirección de proyectos en la toma de decisiones acerca del rumbo del proyecto.

Además, comparar los resultados de aplicar la gestión del valor ganado (EVM) en dicho proyecto, con respecto a los resultados obtenidos del método de gestión tiempo y costo usado tradicionalmente por la empresa constructora que desarrolla el proyecto, determinará si la metodología del valor genera beneficios o si se complementan, y si es recomendable o no uso en futuros proyectos.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar las ventajas de la implementación de la gestión del valor ganado en un proyecto de construcción, realizando un seguimiento al costo y avance real de las actividades de obra.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar la información del proyecto a trabajar, en el software de gestión de proyectos Microsoft Project, con el fin de realizar el análisis del valor ganado.
- Recolectar información diaria sobre el avance real de las actividades del proyecto en aspectos como tiempo y costo.
- Analizar por medio de la gestión del valor ganado la información recolectada y generar indicadores que permitan describir el comportamiento actual y futuro del proyecto.
- Comparar la gestión tiempo costo con programación ruta crítica y presupuesto tradicional utilizada por la constructora, con respecto a la gestión del valor ganado y concluir los beneficios que tiene la implementación de esta.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. RESEÑA HISTÓRICA

La gestión del valor ganado proviene de la necesidad del departamento de defensa de estados unidos (EE. UU) por realizar un manejo óptimo de recursos y tiempo en sus proyectos [6]. Estos se enfrentaban con frecuencia a sobrecostos en los proyectos producto de los malos pronósticos.

Durante el transcurso de 1962, la US Air Force (U.S.A.F) tuvo que desarrollar una serie de proyectos militares complejos, los cuales exigían una planificación detallada y un arduo control de costos [7]. Para poder cumplir estos objetivos implementaron la herramienta PERT/COST como requisito en los contratos, permitiendo un control del proyecto en base a técnicas de estimación que facilitan análisis de la variación entre costo real y el planificado [7]. Uno de estas técnicas es el C/SPCS (cost/Schedule Planning System) usada en la administración de las empresas americanas e instaurada en el control de la US Air Force [6].

En 1966 el departamento de defensa (DoD), incluyo este método, con las especificaciones generadas por la fuerza Aérea, como respuesta a los problemas en sus proyectos [6]. Con el paso de los años esta metodología tomo fuerza y adopto el nombre de Método del valor ganado siendo así incluida en 1987 por el Project management institute (PMI) en la primera versión del P.M.B.O.K (Project Management Body of Knowledge) [2]. Pese a esto, solo hasta 1996 la metodología del valor ganado fue estandarizada en la Guía P.M.B.O.K como una herramienta de seguimiento de proyectos [7].

En la actualidad, el método es usado en todo tipo de proyectos independiente del tamaño, aunque se creía que solo eran útiles en proyectos de gran magnitud [4], se ha convertido en una práctica habitual para el monitoreo y control de los proyectos.

2.2. ANTECEDENTES DE LA GESTIÓN TIEMPO Y COSTO EN LA CONSTRUCTORA

Antes de analizar la gestión del valor ganado es recomendable conocer las técnicas aplicadas por la constructora en los últimos años para la gestión de tiempo y costo de los proyectos desarrollados por la misma. Debido a los protocolos de confidencialidad de la información de la constructora no se mencionan proyectos donde se han aplicado estas técnicas.

2.2.1. GESTIÓN DE TIEMPO

La constructora en sus proyectos se ha enfocado en realizar la gestión del tiempo con el fin de tener una identificación temprana de problemas que afecten el proyecto tanto a largo como corto plazo.

2.2.1.1. GESTIÓN DE TIEMPO A LARGO PLAZO

La gestión de tiempo a largo plazo de los proyectos realizados por la constructora se basa en el método de programación ruta crítica (Critical Path Method), en el software de control MS PROJECT.

El proceso de gestión de tiempo consiste en definir las actividades necesarias para cumplir con los entregables del proyecto, secuenciar dichas actividades, y estimar la duración de las mismas en el software Microsoft Project, el método de la ruta crítica estima la duración del proyecto, analizando la secuencia más larga de actividades hasta la finalización del proyecto, las actividades correspondientes a esta ruta son las actividades críticas de manera que si alguna de estas actividades se atrasa afecta negativamente la duración del proyecto. Para la constructora el atraso de la ruta crítica con respecto a los días de ejecución del proyecto mide el desempeño del cronograma generando un indicador de ejecución de las obras. El desarrollo del cronograma o fechas planificadas y control de cronograma también se realizan mediante el software de control Microsoft Project dando seguimiento al estado real del proyecto con respecto a lo planificado inicialmente.

Durante todo el proyecto la información es subida al software de gestión de la constructora que funciona como una plataforma virtual en tiempo real permitiendo conocer periódicamente este desempeño.

2.2.1.2. GESTIÓN DE TIEMPO A CORTO PLAZO

La gestión de tiempo a corto plazo se realiza con la metodología “Lean Construction”, mediante la herramienta Last Planner (el ultimo planificador) que consiste en crear planificaciones semanales, analizando las causas de no cumplimiento que impiden el desarrollo de las actividades y llevar un registro detallado de estas, los directores de obra se reúnen con contratistas semanalmente para generar compromisos, los residentes de obra verifican el cumplimiento de estos y de no ser así marcan la causa de incumplimiento y generan el indicador PAC (porcentaje de actividades completas) para el total de las actividades de la semana (*VER ANEXO 2*).

2.2.2. GESTIÓN DEL COSTO

La gestión del costo de los proyectos realizados por la constructora se hace mediante el software de gestión interno distribuido de la siguiente manera:

- Gestión de pedidos (control): la verificación previa a la autorización de la solicitud de materiales para el proyecto.
- Gestión de contratos: durante el ciclo del proyecto verifica las cantidades a contratar, revisa continuamente que el contrato sea adecuado con el proyecto que se está desarrollando y que los precios estén acordes con los precios históricos contratados por la empresa.
- Gestión gasto mano de obra: los profesionales que cuentan con contratación directa, no por medio de un contratista, deben imputar los gastos de esas nominas a los ítems del presupuesto a los cuales estaba asignada esa actividad.
- Gestión de pago actas: el software de gestión asigna al presupuesto las actividades a todo costo a medida que se desarrollan y el profesional encargado en la obra hace las actas de pago.

El personal de la empresa tiene acceso al software de gestión ya que funciona como un mecanismo de socialización, sin embargo, la información de los indicadores es limitada según el cargo desempeñado.

2.3. ÁREAS DE CONOCIMIENTO DEL PROYECTO

El Project Management Institute (PMI) en su guía PMBOK 5ta edición incluye 47 procesos agrupados en 10 áreas del conocimiento, también conocidas como áreas de gestión necesarias para realizar la gestión de los proyectos, aplicarlas aumenta la posibilidad de alcanzar el éxito, ellas son: gestión de la integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicación, riesgos, adquisiciones, stakeholders (interesados) [8], y se muestran en la Ilustración .



Ilustración 1. Áreas del conocimiento del proyecto [8].

2.3.1. Gestión de la integración

Esta área incluye los procedimientos necesarios para unificar y coordinar los diferentes procesos y actividades de los grupos de la dirección de proyectos. Se ocupa de proveer una visión global del proyecto siendo algunas de las actividades asociadas a esta la coordinación de tareas, acta de constitución del proyecto, alcance preliminar, desarrollo del plan de gestión etc. [6]. De igual forma implica la toma de decisiones con respecto a la asignación de recursos y el manejo de la interdependencia entre las áreas del conocimiento para equilibrar los objetivos [8].

2.3.2. Gestión del alcance

Abarca los procesos necesarios para garantizar el desarrollo del trabajo requerido por el proyecto y su finalización satisfactoriamente. Está compuesto por los procesos como: definición del alcance, control alcance, verificación del alcance y se enfoca principalmente en establecer y controlar que se debe incluir en el proyecto [8].

2.3.3. Gestión del tiempo

Incluye los procesos: definición de actividades, secuenciar actividades, estimación de recursos, programación de la duración de las actividades, desarrollo y control del cronograma, los cuales son necesarios para que el proyecto finalice en el tiempo establecido [6].

2.3.4. Gestión de los costos

Se compone de los procesos relacionados con estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto, con el fin de que el proyecto finalice su ejecución con el presupuesto aprobado.

2.3.5. Gestión de la calidad

Contiene los procesos de, planificación de la calidad, y control de la calidad, esta determina responsabilidades y políticas de calidad para la ejecución satisfactoria del proyecto [8].

2.3.6. Gestión de los recursos humanos

Esta área del conocimiento está relacionada con los procesos de organización y gestión del equipo del proyecto responsable de su finalización. Estos procesos son: planificación del equipo, adquisición del equipo, desarrollo del equipo y gestionar el equipo [6].

2.3.7. Gestión de las comunicaciones

Implementa los procesos requeridos para garantizar que la información sea recopilada, almacenada y compartida en el momento oportuno, basándose en que, una comunicación eficaz con los stakeholders (interesados) influye en el resultado final del proyecto [8].

2.3.8. Gestión de los riesgos

Esta área contiene los procesos relacionados con la gestión de riesgo en el proyecto, planificación de la gestión de riesgos, identificación, análisis cualitativo, análisis cuantitativo, planificación de la respuesta, control y seguimiento de riesgos [6].

2.3.9. Gestión de las adquisiciones

Está compuesta por los procesos referentes a la adquisición de insumos necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto: planificación de compras, planificar la contratación, seleccionar y mantener comunicación con los vendedores al igual que la administración y cierre del contrato.

2.3.10. Gestión de los interesados

Contiene los procesos que permiten identificar los interesados del proyecto, quienes serán afectados, o quienes se afectan indirectamente por el desarrollo del proyecto con el fin de percibir y evaluar cuáles son sus expectativas y el impacto producido en ellos [8].

2.4. MONITOREO Y CONTROL DEL PROYECTO

El monitoreo en un proyecto es algo que se debe realizar a lo largo de todo el desarrollo de este, su propósito es dar soluciones oportunas a los problemas que surjan frente al cronograma y los costos planificados [9]. Para esto, se debe recopilar, medir y distribuir información del desempeño, además de evaluar las tendencias que se están presentando en el proyecto con el fin de realizar mejoras en los procesos. Cuando se realiza un monitoreo y control de manera continua, se proporciona al equipo de dirección del proyecto el conocimiento acerca del estado real del mismo lo cual permite identificar las áreas que están presentando problemas y requieren atención inmediata, además de las tareas críticas.

El control permite determinar acciones preventivas o correctivas, y hacer seguimiento de estas con el fin de determinar si dieron solución o no al posible problema. El proceso de monitoreo y control se ocupa de: evaluar el desempeño del proyecto para determinar si es necesaria la implementación de las medidas preventivas o correctivas y recomendar cuales son convenientes, identificación de riesgos e informar sobre su estado, proporcionar información que permita actualizar el costo y el cronograma a lo actual en el proyecto, comparar el desempeño real del proyecto respecto a lo planificado y monitorear los cambios que se den en el proyecto e informar sobre el avance del mismo [8].

Si un proyecto está por encima del costo presupuestado inicialmente y atrasado en el cronograma, es necesario tomar medidas de mitigación que requieren un esfuerzo mayor por parte de los interesados. Contar con este tipo de información a tiempo permite una toma de decisiones oportuna por parte del equipo de proyectos. En la actualidad existen diferentes métodos que permiten obtener la información de manera oportuna, sin embargo, es necesario contar con una gran cantidad de datos que a su vez permitan la realización de los gráficos utilizados por estos métodos [9]. En base a dicha información es posible identificar las áreas que están presentando problemas, que pueden afectar el alcance, presupuesto, tiempo y calidad del proyecto.

2.4.1. PROCESOS DE MONITOREO Y CONTROL

El grupo de procesos de monitoreo y control está conformado por aquellos necesarios para dar seguimiento, analizar y guiar el avance y desempeño del proyecto [8], identificando de manera oportuna las actividades del proyecto que presentan desviaciones y permitiéndole al equipo de proyecto tomar las acciones correctivas que sean pertinentes.

2.4.1.1. Control del alcance

Incluye el proceso necesario para monitorear y controlar los cambios en el alcance del proyecto, este verifica que los cambios que sean solicitados, acciones correctivas o preventivas, se estudien en el control integrado de cambios. Para esto es necesario contar con la gestión del alcance, los informes de rendimiento y la estructura detallada de trabajo (EDT) [6].

2.4.1.2. Control de costos

El modelo de costos del proyecto se conoce como presupuesto, es el punto de referencia contra el cual se miden los costos a lo largo de la ejecución del proyecto. A este modelo se le denomina presupuesto base, que puede tener variaciones conforme transcurre la ejecución del proyecto, sin embargo, el presupuesto base es la meta de los costos, es decir la desviación de este afecta el resultado. En caso de que los cambios en el presupuesto sean justificables se pueden realizar ajustes a este [10]. El sistema de control de costos consiste en asignar los costos ejecutados a cada ítem del presupuesto, y estimar el costo a la finalización en base a la información histórica del proyecto, llevando un control sobre los costos incurridos en las actividades al momento de la ejecución. El equipo del proyecto debe implementar un sistema de control que permita realizar una comparación entre el presupuesto base y el presupuesto durante la ejecución, para que sea una herramienta útil en la toma de decisiones oportunas sobre el rumbo del proyecto, los cambios pueden producirse por: cambio en las cantidades, cambio en los precios unitarios, y cambio en el rendimiento [10].

2.4.1.3. Control de cronograma

Proceso necesario para el control de los cambios en el cronograma. Se compara la línea base del cronograma y el plan de gestión del cronograma [6] comparando el avance real de las actividades con respecto a la programación planeada y aceptada como meta para el proyecto [10]. La programación de las actividades debe ser un proceso sucesivo, en donde el nivel de detalle debe ir aumentando al nivel que sea necesario con el fin de cumplir con la meta de dicho proyecto [11]. El control en una fecha específica consiste en determinar el porcentaje de ejecución real de una actividad y compararlo con el objetivo para dicha fecha, el resultado puede indicar que la actividad se encuentra por encima de lo planeado, o por el contrario está retrasada. En base a esto el proyecto puede ser reprogramado, es decir, una nueva estimación de la duración, evaluación de la ejecución de la obra y el cumplimiento de los contratos. En los proyectos las actividades críticas son prioritarias y deben desarrollarse dentro del tiempo planeado, puesto que si una actividad crítica se retrasa, todo el proyecto lo hace en la misma cantidad de tiempo. Sin embargo, las actividades que no son críticas pueden empezarse más tarde y aun así permiten que la duración del proyecto se mantenga, a este tiempo que se puede atrasar la actividad no crítica sin producir retrasos en el proyecto se le denomina Holgura [12].

Cuando inicia el proyecto se hace necesario hacer revisiones periódicas del progreso de las actividades en desarrollo, esto permite establecer la cantidad de trabajo ejecutado en comparación con las metas del cronograma y presupuesto [9]. Medir el avance del proyecto con respecto a las expectativas planteadas inicialmente, es información de gran utilidad para tomar decisiones que ayuden al alcance del proyecto [9]. Un proceso de programación y control adecuado da respuestas oportunas y satisfactorias a los problemas que surgen durante la ejecución del proyecto [11].

2.4.1.4. Control integrado de cambios

Es fundamental como método de control a los factores que están generando cambios en el proyecto, de manera que estos aporten positivamente al cumplimiento de los objetivos. Debe ser un proceso permanente con el fin de que los cambios sean detectados de manera oportuna [6]. Confirmar que los cambios que sean propuestos para el proyecto en aspectos como: Alcance, cronograma, presupuesto, calidad y demás, sean evaluados y registrados para que este control se realice de manera apropiada.

2.4.2. HERRAMIENTAS DE MONITOREO Y CONTROL

En el proceso de monitoreo y control existen algunas herramientas y técnicas que ayudan a su desarrollo entre ellos el juicio de los expertos donde un grupo de personas acompañado del director del proyecto interpretan la información proporcionada por el proceso de monitoreo y control para determinar las acciones necesarias con el fin de que el desarrollo del proyecto sea cercano al esperado y técnicas analíticas entre las cuales se encuentra gestión del valor ganado, y métodos de pronóstico [8].

2.4.2.1. Diagrama de barras (Gantt)

Este método es comúnmente usado por su fácil aplicación, ya que mantiene una visión global del proyecto. Básicamente el diagrama de Gantt identifica las actividades al nivel de detalle necesario por el proyecto, asigna duración a las actividades fijando su inicio y su fin programado, además de la asignación de recursos correspondientes y control al avance real de estas.

2.4.2.2. Método de la cadena crítica (CCPM)

Es aplicado al modelo de programación de planificación, que se enfoca en los recursos necesarios para el proyecto y permite al equipo del proyecto tener en cuenta la limitación de los recursos y las incertidumbres del proyecto, para esto, la cadena crítica utiliza actividades que no contienen, recursos, ni duración lógica. Se puede definir como una ruta crítica que contiene restricciones de recursos [7].

2.4.2.3. Diagrama de redes (PERT)

Método basado en el análisis de redes, como herramienta de control de programación. El método PERT asume que la duración de las actividades es variable entre un intervalo cerrado $[a, b]$ y permite representar de manera gráfica una red de las actividades que componen el proyecto, ubicadas en cadena permiten dar seguimiento a los objetivos del proyecto [11].

2.4.2.4. Curvas de avance (Curva s)

La curva de avance toma el nombre de curva s por su forma, es una herramienta que integra costo y cronograma, a cada unidad de tiempo definida se le asigna el gasto y se determina si este debería ser el incurrido. Es usado comúnmente en la aplicación de la metodología del valor ganado, para determinar atrasos, adelanto, ahorro y aumento en el presupuesto, además de las tendencias que permiten realizar proyecciones del proyecto.

2.4.2.5. Método de la ruta crítica (Camino crítico)

El método de la ruta crítica (CPM) es la secuencia de actividades que representa el camino más largo y menor duración del proyecto, calculando las fechas previstas de inicio y finalización sin tener en cuenta los recursos de cada actividad se basa en tiempos tempranos y tardíos de inicio y finalización con sus respectivas holguras. Se considera un procedimiento de calculo que tiene en cuenta las cantidades de obra necesarias a realizar [7].

2.5. MÉTODO DEL VALOR GANADO

A pesar de que en la actualidad las constructoras pueden usar diferentes técnicas para controlar la ejecución en cada uno de sus proyectos, el caso más común es que se use la misma para todos [6]. En los procesos de monitoreo y control de un proyecto es el análisis del EVM (Earned value management) o gestión del valor ganado una de las técnicas más usadas, el cual se define como una herramienta de gestión, identificación del riesgo, planificación y supervisión, que permite adquirir información precisa y oportuna sobre la evolución del proyecto hasta la fecha de estado, facilitando la toma de decisiones y medidas correctivas en caso de ser necesarias [13]. Integra factores como: el cronograma, el costo y el alcance del proyecto [2].

El cronograma de un proyecto contiene las fechas planificadas de inicio y de finalización de cada una de las actividades del proyecto [8]. Para esto, se debe estimar la duración de las actividades del cronograma, la cantidad de recursos necesarios para alcanzar cada actividad del cronograma, y los periodos laborales necesarios para concluir la duración, de igual forma, para esta estimación es necesario contar con el calendario de recursos, y

la lista de actividades. En la elaboración del cronograma se secuencian las actividades, se asigna la duración a cada una de ellas, además de los recursos y restricciones de cada actividad [6].

Para determinar el presupuesto del proyecto se suman los costos estimados de las actividades ya sea organizado en paquetes de actividades o de manera individual. La estimación de costos se realiza para tener una aproximación del costo de los recursos necesarios en el desarrollo de cada actividad del proyecto y así poder establecer la línea base del costo con respecto a la cual se puede controlar y monitorear el desempeño del proyecto [8]. Un presupuesto actualizado debe proporcionar la información necesaria para garantizar seguridad a los dueños del proyecto, para actualizar el presupuesto se necesita conocer los gastos reales hasta el momento de la actualización [14].

El alcance del proyecto contiene los entregables principales del mismo, los criterios de aceptación y la descripción del proyecto. El cronograma, presupuesto y alcance del proyecto están directamente relacionados, ya que los criterios del alcance pueden cambiar lo planificado, si el cronograma se acorta con el fin de disminuir el tiempo del alcance, se deben asignar recursos nuevos para desarrollar las mismas actividades en menos tiempo ocasionando normalmente que el presupuesto aumente, o si el cronograma se ve afectado por algún factor externo al proyecto el tiempo estimado para el alcance se puede aumentar [8]. Por medio de estos el valor ganado permite hacer el control requerido en la ejecución del proyecto, de tal manera que evalúa el avance hasta la fecha del seguimiento y al mismo tiempo permite hacer una proyección a futuro basada en la tendencia del proyecto (suponiendo que continúe siendo la misma) con la que se puede observar la variación de lo planificado inicialmente con respecto al comportamiento real, con el fin de implementar las medidas necesarias para reducir esa variación hasta estar lo más cerca posible de lo planificado inicialmente [3].

Esta metodología integra la línea base de costos y la línea base de cronograma, generando una línea base integrada para la medición del desempeño a lo largo de todo el proyecto además estabiliza el proyecto por medio de cortes en los que se identifican las áreas que presentan problemas en cuanto a costos y tiempo para darles una atención oportuna, mejorando así el cumplimiento de la programación de obra inicial, y a su vez permite hacer una proyección a futuro del comportamiento del proyecto [15]. Implementar

esta metodología permite tener una visión clara de la ejecución del proyecto en tiempo real, ya que se puede medir el valor planificado y conocer el precio real de las actividades en cualquier momento de la ejecución además del valor ganado que se genere en el proyecto y así mismo, los diferentes factores del EVM necesarios para la toma de decisiones oportunas sobre el rumbo del proyecto.

2.5.1. INDICADORES DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO

La gestión del valor ganado por medio de los indicadores que se citan a continuación monitorea el desempeño del proyecto:

- Valor planificado (PV): Es el costo presupuestado para cada una de las actividades del proyecto que se han programado, este valor se conoce desde el momento que se plantea el proyecto. Permite observar avance del proyecto en cualquier punto de la programación y es la línea base contra la que posteriormente se mide el progreso real, también se conoce como costo presupuestado del trabajo programado (BCWS por sus siglas en ingles).
- Costo real (AC): Es el costo total que se ha incurrido hasta el momento del seguimiento para todas las actividades que han sido completadas, el nivel de recursos reales que han sido necesarios para lograr lo realizado hasta la fecha independientemente de si se cumple o no la programación inicial, también se le conoce como costo real del trabajo realizado (ACWP).
- Valor ganado (EV): Es la representación del avance de las actividades realizadas en un determinado tiempo. Se expresa en términos monetarios de los costos presupuestados para el trabajo realizado, por tanto, permite medir el desempeño del proyecto teniendo en cuenta los costos, los retrasos, y los objetivos, también se le conoce como el costo presupuestado del trabajo realizado (BCWP) [3].

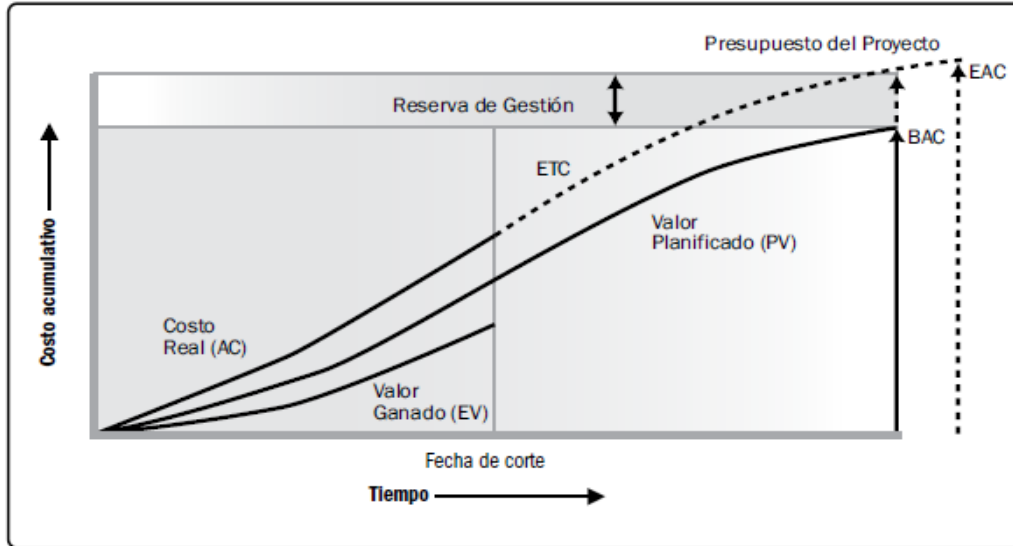


Ilustración 1. Valor Ganado, Valor Planificado y Costos reales tomado de [8].

- Variación del costo (CV): indica si el costo está por encima o por debajo del presupuestado inicialmente, es igual a la diferencia entre el valor ganado (EV) y el costo real (AC). Esta variación al finalizar el proyecto es la diferencia entre el (BAC) y la cantidad gastada realmente, cuando una variación de costo es negativa a pesar de tomar medidas es difícil cumplir con el presupuesto planificado para el proyecto.
- Variación del cronograma (SV): mide el desempeño del cronograma del proyecto con respecto a lo programado inicialmente, es la diferencia entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV), cuando el proyecto concluye esta variación es cero [8].
- Índice de desempeño del costo (CPI): es la eficiencia de la gestión del costo del trabajo terminado en comparación con el costo y avance real del proyecto, resulta de dividir el valor ganado en el costo real (EV/AC). Se le considera el índice más importante en el método de valor ganado. Cuando $CPI < 1.0$ indica sobre costo en el trabajo realizado, y > 1.0 es un costo menor en relación con el desempeño hasta la fecha de seguimiento [3].
- Índice de desempeño del cronograma (SPI): Mide la eficiencia del proyecto en cuanto avance del cronograma en comparación con el planificado inicialmente. Resulta de dividir el valor ganado en el valor planificado (EV/PV). Cuando el SPI es < 1.0 indica que el trabajo realizado es menor al programado y cuando es > 1.0 indica que el trabajo realizado es mayor que el planificado [16].

La variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI) miden el desempeño del cronograma respecto a su línea base. En los proyectos donde no se haga la gestión del valor ganado también se pueden analizar estas variaciones con la comparación entre la línea base del cronograma y el avance real [8].

2.5.2. PROYECCIONES DEL VALOR GANADO

Las proyecciones consisten en predecir el comportamiento del proyecto en el futuro, en base a la información actual. A medida que el proyecto es ejecutado se pueden generar, y actualizar teniendo en cuenta el rendimiento del trabajo durante su ejecución [17].

- Presupuesto hasta la conclusión (BAC): es el presupuesto planificado hasta el cierre del proyecto, se define sumando los costos estimados de cada actividad y realizando un calendario de costos, es decir el BAC y PV coinciden al final del proyecto, sin embargo, el BAC es un dato global que también se conoce desde la planeación. La curva para expresar el BAC en el tiempo es la curva S de valor planeado (PV) [12].
- Estimación hasta la conclusión (ETC) basada variaciones típicas: se usa cuando el equipo de proyectos considera que las variaciones actuales son el comportamiento típico de las futuras y resulta de restar el presupuesto hasta la conclusión (BAC) – el valor ganado u acumulado (EV) y dividir el resultado en el índice de desempeño de costos (CPI) de la fecha de estado.
- Estimación hasta la conclusión (ETC) basada variaciones atípicas: es usada frecuentemente cuando las variaciones actuales son consideradas atípicas y el equipo de dirección del proyecto tiene expectativas de que el comportamiento actual del índice de desempeño de costos (CPI), y las variaciones no serán similares al actual, es igual al presupuesto hasta la conclusión (BAC) – el valor ganado u acumulado (EV) hasta la fecha de estado [17].
- Estimación a la finalización (EAC): Es la proyección a futuro del costo del proyecto al completar todas las actividades del cronograma, si se continua con las tendencias actuales de rendimiento [12].
- Estimación a la finalización (EAC) usando presupuesto restante: se usa este enfoque cuando las variaciones actuales se consideran atípicas y el equipo del proyecto considera que no se repetirán en el futuro. Es el resultado de sumar el costo actual más el presupuesto necesario para terminar el proyecto que es la resta del presupuesto hasta la conclusión (BAC) – el valor acumulado (EV).

- Estimación a la finalización (EAC) usando el CPI: este enfoque se hace cuando se considera el comportamiento actual como típico del futuro y resulta de la formula $AC + ((BAC - EV) / CPI)$.
- Tiempo estimado para finalización (EACt): Estimación aproximada del tiempo restante para completar el proyecto y la cantidad de trabajo necesario para concluir las actividades del cronograma en ese tiempo utilizando el índice de desempeño del cronograma (SPI) y el valor planificado (PV), si las tendencias actuales del proyecto continuaran siendo las mismas [3].
- Índice del desempeño del trabajo por completar (TCPI): Es la proyección de cómo usar eficientemente los recursos restantes con el fin de cumplir una meta específica en este caso el BAC o presupuesto hasta la conclusión, se calcula con la formula $(BAC - EV) / (BAC - AC)$ [3].
- Varianza hasta la conclusión (VAC): es la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y Estimación a la finalización (EAC), nos permite observar la diferencia entre lo planificado y lo ejecutado, cuando el VAC es positivo indica que esta mejor de lo que se planifico.

La proyección de costos se halla por medio del avance realizado respecto a la línea base de costos y la estimación calculada hasta la conclusión (ETC) que se expresa en términos de variación de costo (CV) e índice de desempeño del costo (CPI) [8]. Los pronósticos del cronograma surgen del proceso realizado a partir de la línea base del cronograma y del tiempo estimado hasta la conclusión (ETC) [8]. El pronóstico del cronograma se usa para determinar si el proyecto se encuentra entre los rangos definidos, se expresa en términos de variación de cronograma (SV) e índice de desempeño de cronograma (SPI). En los proyectos en los cuales no se realiza una gestión del valor ganado (EVM) los valores de los pronósticos de cronograma y costos se miden mediante lo planificado en costos y cronograma con respecto al costo y cronograma al final de su desarrollo.

3. METODOLOGÍA

En la investigación que se plantea en este documento se busca realizar la comparación entre la gestión de tiempo y costo usada por la empresa constructora del proyecto para el monitoreo y control del mismo en la etapa de ejecución, y la gestión del valor ganado, además de identificar las ventajas que este tenga por sobre el otro.

El planteamiento metodológico llevado a cabo para el desarrollo de la investigación fue el siguiente:

Inicialmente se programa una hoja de cálculo en Microsoft Excel que permita la integración de cronograma y presupuesto, en base a la información suministrada previamente por la empresa en su software de gestión interno y apoyo del coordinador de planeación de operaciones. Posteriormente se ingresan los costos asociados de cada una de las actividades programadas, al software de gestión Microsoft Project, a partir de lo cual se genera la línea base de costos y se reprograma la línea base de cronograma a la fecha de inicio de la recolección de datos.

Se procede a hacer la recolección de la información de obra necesaria en colaboración con el equipo del proyecto (avance real de obra, identificación de actividades críticas) y el software de gestión interno de la empresa (costos, cantidad de materiales, reprocesos entre otras). Posteriormente el proceso de observación y verificación de la información por parte del autor, mediante recorridos de obra, toma de fotografías (ver ANEXO 1), y asistencia a comités de obra.

Los indicadores del valor ganado PV, AC, EV, SV y CV [3] se generan en periodos semanales según lo establecido por la constructora con el fin de estudiar el comportamiento del proyecto en intervalos cortos de tiempo, mediante Microsoft Project por medio de la asignación del porcentaje de avance real de las actividades obtenido de la obra y los costos de ejecución extraídos del software de gestión interno de la constructora.

Se divide el tiempo de la investigación en dos cortes mensuales para la generación de informes, gráficos de seguimiento, y realizar el análisis de los datos obtenidos mediante

Microsoft Project, como se muestra en la *Tabla 1*. Estos cortes se generaron en base al planteamiento metodológico incluido en la propuesta de la investigación presentada a la constructora y la fecha en la cual finalizó la integración de la información inicial de la obra.

PERIODO DE ESTUDIO			
Corte 1		Corte 2	
semana 1	(23-10-17 a 28-10-17)	semana 5	(20-11-17 a 25-11-17)
semana 2	(30-10-17 a 4-11-17)	semana 6	(27-11-17 a 2-12-17)
semana 3	(6-11-17 a 11-11-17)	semana 7	(4-12-17 a 9-12-17)
semana 4	(13-11-17 a 18-11-17)	semana 8	(11-12-17 a 16-12-17)

Tabla 1. Descripción de cortes mensuales.

A continuación, se realiza el proceso comparativo entre los indicadores usados convencionalmente por la constructora basados en programación con la técnica tradicional de la ruta crítica CPM (Critical Path Method) y software de gestión interno, con respecto a los obtenidos mediante el método del valor ganado implementado en dicho proyecto por el autor. Finalmente se evalúa que tan acertados son los indicadores del método de valor ganado con lo que sucede realmente en obra, además del beneficio de Microsoft Project como herramienta que facilita el monitoreo y control de un proyecto.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto a analizar está siendo ejecutado por una de las constructoras más importantes de la región, con años de trayectoria y responsable de la construcción de proyectos representativos de la ciudad, la cual será llamada empresa constructora a lo largo del documentó. Está ubicado en el sector de San Francisco en Bucaramanga y consta de 3 torres residenciales con un área total de 62022 m2. La torre escogida para la implementación de la técnica del valor ganado fue la torre 1 que contiene 148 apartamentos y se encontraba en un avance del 34% cuando se dio inicio al periodo de estudio. La obra inicio el 10 de septiembre de 2016 y su fecha de terminación está estimada para septiembre de 2018.

El sistema constructivo de la estructura del proyecto es industrializado, conformado por muros y placas macizas de concreto con formaleta Outinord, las actividades más representativas correspondientes al capítulo de estructura son escaleras, estructura túnel, y placa cubierta escaleras y ascensores.

4.2. GENERACIÓN DE VARIABLES PV, AC, EV

La generación de las variables valor planificado, costo actual y valor ganado se realizó por medio del software de gestión de proyectos Microsoft Project.

4.2.1. Valor planificado (PV) corresponde al campo de tareas de Microsoft Project CPTP (costo presupuestado del trabajo programado), este campo calcula internamente el presupuesto que debía haberse gastado en función a los datos de la línea base de costos, distribuida a lo largo de la duración de la tarea, y porcentaje de avance que debería tener dicha tarea hasta la fecha de estado u fecha actual, como se representa en la Ilustración 3.

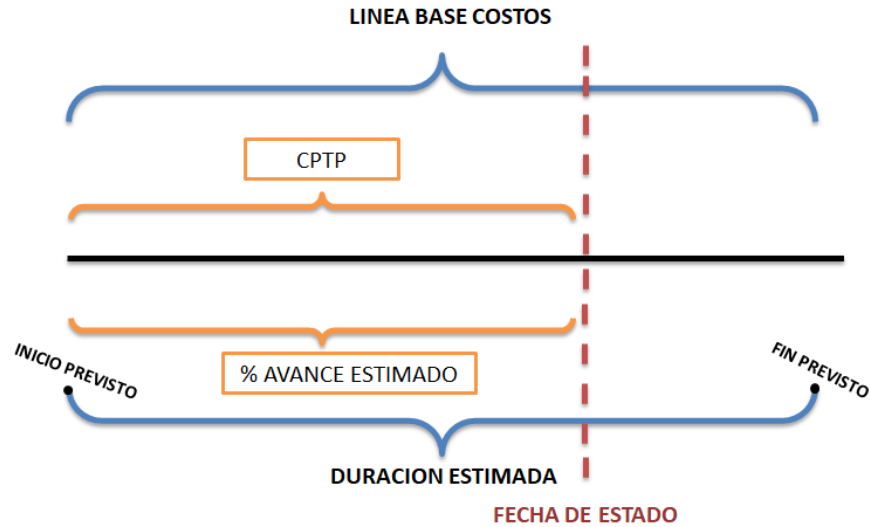


Ilustración 3. Valor planificado.

Fuente: autor.

4.2.2. Costo actual (AC) corresponde al campo de tareas de Microsoft Project CRTR (costo real del trabajo realizado), a medida que se asigna el porcentaje de avance completado de cada tarea Microsoft Project calcula el costo real del trabajo realizado hasta la fecha de estado, para calcular dicho campo no es necesario tener recursos asignados se basa en el trabajo real y los costos hasta la fecha, representado en la Ilustración 4.

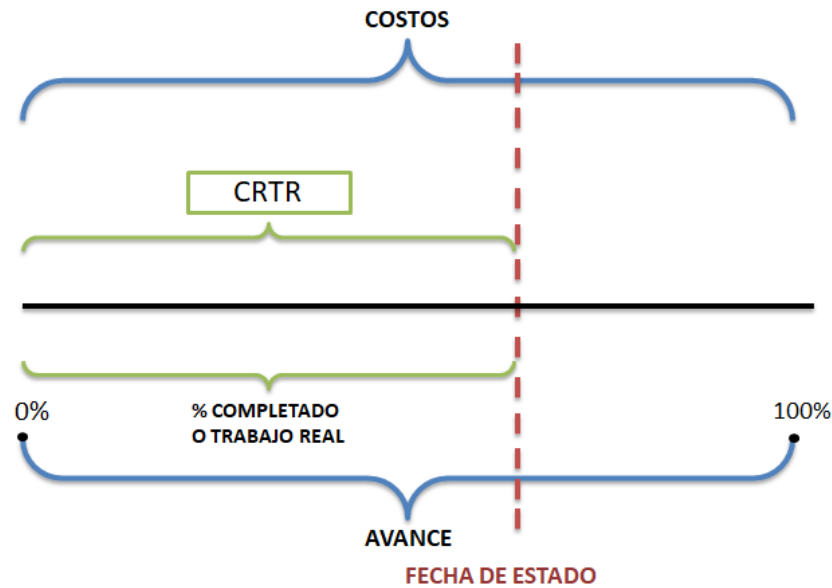


Ilustración 4. Costo actual.

Fuente: autor.

4.2.3. Valor ganado u valor acumulado (EV) corresponde al campo de tareas CPTR (costo presupuestado del trabajo realizado), después de guardar una línea base y asignar el progreso de la tarea en el porcentaje completado hasta la fecha de estado, Microsoft Project calcula el costo acumulado de la línea base y entrega los costos reales que debería tener la tarea según el porcentaje de avance y duración prevista para la tarea, como simboliza la Ilustración 5.

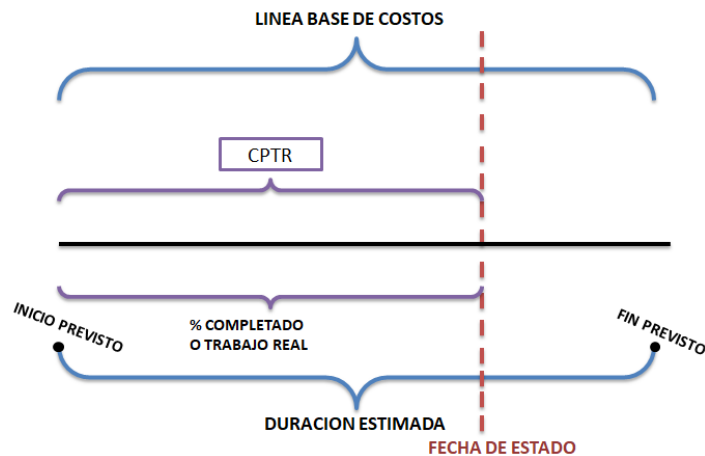


Ilustración 5. Valor ganado.

Fuente: autor.

4.3. ACTIVIDADES A ANALIZAR

Para la implementación del valor ganado en esta investigación se utilizó el software de gestión de proyectos Microsoft Project, tomando en cuenta la recomendaciones de algunas investigaciones previas desarrolladas en el ámbito local de manera manual en la aplicación informática de hojas de cálculo Microsoft Excel en las que se hacía necesario programar las fórmulas de los indicadores, por la magnitud del proyecto a estudiar desarrollarlo por el método manual requería aplicar la ley de Pareto u otro mecanismo que permitiera identificar las actividades más representativas en costos, debido a que Microsoft Project facilita la gestión es posible generar los indicadores del valor ganado para el 100% de las actividades mostradas en la Tabla 2 para posteriormente realizar el análisis en base a la metodología, aunque es preciso resaltar que durante los cortes de estudio del proyecto no todas las actividades habían dado inicio.

NOMBRE DE LA TAREA	COSTO LINEA BASE	COMIENZO LINEA BASE ESTIMADO	FIN LINEA BASE	DURACION LINEA BASE
PROYECTO TORRE 1	\$ 15.129.541.994	mar 13/09/16	lun 03/09/18	462 días
URBANISMO	\$ 113.021.681	mar 13/09/16	mié 29/08/18	459 días
MOVIMIENTO DE TIERRA	\$ -	mar 13/09/16	lun 24/10/16	29 días
RED ELECTRICA	\$ 12.118.532	vie 20/01/17	mar 05/06/18	326 días
ZONAS VERDES, ARBORIZACION	\$ 9.501.582	vie 18/05/18	mié 25/07/18	45 días
OBRAS ESPECIALES	\$ 81.021.990	lun 28/05/18	mié 29/08/18	62 días
PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	\$ 10.379.577	mié 13/06/18	lun 23/07/18	27 días
EDIFICACIÓN	\$ 15.016.520.313	mar 13/09/16	lun 03/09/18	462 días
PRELIMINARES	\$ 86.557.691	mar 13/09/16	mar 15/05/18	389 días
CIMENTACION	\$ 937.753.776	mié 26/10/16	vie 16/12/16	35 días
DESAGUES	\$ 188.135.934	lun 24/07/17	lun 18/06/18	212 días
ESTRUCTURA	\$ 5.012.397.820	mar 13/09/16	jue 01/02/18	321 días
MAMPOSTERIA	\$ 767.202.986	lun 17/04/17	jue 17/05/18	255,48 días
CUBIERTA - CIELO RASO	\$ 56.838.925	lun 04/09/17	lun 03/09/18	235 días
PAÑETE	\$ 391.340.671	lun 24/07/17	jue 17/05/18	192 días
PISOS	\$ 771.578.423	mar 12/09/17	lun 03/09/18	229 días
ENCHAPES Y ACCESORIOS	\$ 290.913.576	lun 11/09/17	mié 15/08/18	218 días
INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	\$ 667.975.130	mié 05/04/17	jue 31/05/18	271,1 días
INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	\$ 1.059.559.725	mar 13/12/16	jue 02/08/18	380,5 días
COCINA	\$ 704.059.645	jue 14/12/17	lun 16/07/18	134 días
CARPINTERIA DE MADERA	\$ 971.476.890	lun 27/11/17	jue 28/06/18	134,1 días
CARPINTERIA METALICA	\$ 931.666.015	mar 19/12/17	mar 24/07/18	136 días
PINTURA	\$ 629.533.827	lun 28/08/17	jue 23/08/18	232,1 días
APARATOS SANITARIOS	\$ 317.517.989	mié 28/03/18	vie 27/07/18	80 días
EQUIPOS ESPECIALES	\$ 561.318.458	lun 26/02/18	mar 31/07/18	103 días
NOMENCLATURA	\$ 9.746.819	mar 06/03/18	mar 31/07/18	97 días
ASEO Y MANTENIMIENTO	\$ 216.483.644	mar 13/09/16	vie 31/08/18	460,1 días
GASTOS GENERALES DE OBRA	\$ 444.462.368	mar 13/09/16	vie 10/08/18	447 días

Tabla 2. Actividades a analizar.

4.4. ESTADO INICIAL PROYECTO

La recolección de la información necesaria de obra del proyecto en ejecución para la generación de los indicadores del valor ganado empezó en la semana denominada como semana 0, que inicia el día lunes 16 de octubre de 2017 y finaliza el sábado 21 de octubre de 2017 con avance del 37%, se evidencio el avance en la ejecución real de las actividades: desagües, mampostería y pisos correspondientes al capítulo de edificación. Con el apoyo del personal de la empresa se identificó la causa de las desviaciones en

cronograma y costo de las actividades más representativas del proyecto como se muestra en la Tabla 3.


 Universidad Pontificia Bolivariana	ESTADO DEL PROYECTO SEMANA 0 (16-10-17 A 21-10-17)					
	CRONOGRAMA			COSTO		
	VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	OBSERVACION	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)	OBSERVACION
ACTIVIDADES PRINCIPALES						
PROYECTO	(\$ 232.094.866)	96%	Proyecto levemente atrasado en el cronograma, principalmente por atraso acumulado en la actividad de estructura.	(\$ 213.282.020)	97%	Proyecto levemente desfasado en costos principalmente dado por la estructura.
ESTRUCTURA	(\$ 5.112.887)	100%	Actividad al día desde el 14/10	(\$ 312.040.148)	92%	Desfases en estimación de kg de acero lo cual aumento el costo del APU del m3 de concreto para elementos verticales.
MAMPOSTERIA	(\$ 96.639.650)	73%	Atraso causado por los muros de los pasillos los cuales no se han terminado por el cierre de los buitrone de la tubería de gas.	44.931.136 \$	121%	Ahorro en el presupuesto dado por disminución de costo de los elementos de soporte como columnetas.
PISOS	(\$ 1.510.899)	98%	Actividad con un retraso leve.	8.018.508 \$	111%	Actividad con ahorro en pisos y enchapes debido al costo del material comprado, en el mismo capítulo el mortero se encuentra por encima del presupuesto pero con costos menores.
INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	(\$ 68.708.950)	56%	Actividad muy atrasada por las montantes de gas las cuales no se han iniciado por falta de material y personal.	(\$ 12.218.033)	88%	Actividad desfasada en costos por accesorios no contemplados en diseño
INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	(\$ 34.831.062)	81%	Actividad desfasada en cronograma a causa de la actividad de alumbrado de salidas de apartamentos, esta actividad se retrasó por robos en cableado por lo cual se suspendió la actividad.	(\$ 16.938.707)	90%	Actividad desfasada en costos, es un contrato a todo costo por lo cual la variación se dio en el proceso de licitación.

Tabla 3. Estado inicial del proyecto.

4.5. DESEMPEÑO DEL PROYECTO

Se realizó un seguimiento en unidad de tiempo semanal de los indicadores del valor ganado para cada actividad, no de manera global, permitiendo contemplar la evolución semana a semana de cada uno de los cortes, con el fin de tener una mayor capacidad de interpretar el comportamiento del proyecto, facilitando la toma de decisiones en la ejecución, y la posibilidad de identificar los aspectos críticos.

Los indicadores del valor ganado que se muestran en las tablas de desempeño del proyecto permiten observar el desempeño del proyecto durante los cortes de estudio del periodo de ejecución. En base a esta información fue posible generar los gráficos de seguimiento, curvas, flujo de caja, variaciones, y desempeño global, todo esto fue generado con la información global del proyecto, sin embargo, las tablas de desempeño del proyecto presentadas a continuación permiten conocer el estado parcial de las actividades lo cual facilita identificar cuál de las actividades estaba presentando problemas y que mejoría se presentaba en comparación a la semana previa.

A partir de dichos resultados fue posible indagar la causa del atraso y aumento en los costos de las actividades, además de verificar que los resultados del método semana a semana coincidieran con lo sucedido en el proyecto.

La semana 1 presentó problemas de atraso principalmente en la mampostería, instalaciones hidráulicas sanitarias y de gas, instalaciones eléctricas, aumento en los costos de estructura. Este comportamiento fue similar hasta la semana 4 presentándose problemas en la cubierta – cielo raso de las duchas, pañete, y pintura por atraso acumulado de mampostería, friso y pañete.

Al iniciar la semana 5 el desempeño de la estructura fue muy superior al planificado, lo que contrarrestó el atraso de las actividades mencionadas previamente, sin embargo la mampostería disminuyó progresivamente el atraso, al finalizar la semana 8 la estructura tuvo un atraso significativo debido a esto se generó la mayor variación del cronograma del periodo de estudio, acompañado de carpintería de madera y pintura, en cuanto a costos durante las 8 semanas se presentaron desviaciones negativas en los costos de estructura actividad más representativa en la línea base de costos.

4.5.1. DESEMPEÑO DEL PROYECTO CORTE 1

 Universidad Pontificia Bolivariana	SEMANA 1 (23-10-17 a 28-10-17)							
	% DE AVANCE	VALOR GANADO			INDICES DE DESEMPEÑO			
		VALOR PLANIFICADO (PV)	COSTO ACTUAL (AC)	VALOR GANADO (EV)	CRONOGRAMA		COSTO	
					VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)
ACTIVIDAD								
PROYECTO	37%	6.438.511.320 \$	6.328.452.659 \$	6.206.454.267 \$	(\$ 232.057.053)	96%	(\$ 121.998.392)	98%
1. URBANISMO	31%	6.671.874 \$	5.835.989 \$	6.380.549 \$	(\$ 291.326)	96%	\$ 544.560	109%
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.2.RED ELECTRICA	44%	6.671.874 \$	5.835.989 \$	6.380.549 \$	(\$ 291.326)	96%	\$ 544.560	109%
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.4.OBRAS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2. EDIFICACIÓN	37%	6.431.839.446 \$	6.322.616.670 \$	6.200.073.718 \$	(\$ 231.765.727)	96%	(\$ 122.542.951)	98%
2.1. PRELIMINARES	88%	55.295.785 \$	54.080.715 \$	55.295.785 \$	\$ 0	100%	\$ 1.215.069	102%
2.2.CIMENTACION	100%	937.753.776 \$	901.766.215 \$	937.753.776 \$	\$ 0	100%	\$ 35.987.561	104%
2.3.DESAGUES	35%	65.514.721 \$	45.729.721 \$	65.514.721 \$	\$ 0	100%	\$ 19.785.000	143%
2.4.ESTRUCTURA	82%	3.957.445.016 \$	4.282.331.117 \$	3.950.435.189 \$	(\$ 7.009.827)	100%	(\$ 331.895.928)	92%
2.5.MAMPOSTERIA	43%	399.146.476 \$	236.606.132 \$	316.309.219 \$	(\$ 82.837.257)	79%	\$ 79.703.088	134%
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	7%	2.651.341 \$	2.121.711 \$	2.052.651 \$	(\$ 598.690)	77%	(\$ 69.060)	97%
2.7.PAÑETE	16%	103.951.219 \$	103.656.769 \$	99.946.040 \$	(\$ 4.005.179)	96%	(\$ 3.710.729)	96%
2.8.PISOS	13%	107.839.156 \$	98.965.747 \$	111.299.239 \$	\$ 3.460.083	103%	\$ 12.333.491	112%
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	15%	24.335.934 \$	20.820.556 \$	33.962.318 \$	\$ 9.626.384	140%	\$ 13.141.762	163%
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	15%	179.864.894 \$	103.717.469 \$	102.764.547 \$	(\$ 77.100.346)	57%	(\$ 952.922)	99%
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	26%	206.457.031 \$	134.020.772 \$	143.728.403 \$	(\$ 62.728.628)	70%	\$ 9.707.630	107%
2.12.COCINA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.14. CARPINTERIA METALICA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.15. PINTURA	6%	58.059.560 \$	48.243.652 \$	48.754.129 \$	(\$ 9.305.431)	84%	\$ 510.476	101%
2.16. APARATOS SANITARIOS	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.18. NOMENCLATURA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	60%	50.456.953 \$	49.907.550 \$	50.456.953 \$	\$ 0	100%	\$ 549.403	101%
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	68%	283.067.585 \$	240.648.542 \$	281.800.748 \$	(\$ 1.266.836)	100%	\$ 41.152.206	117%

Tabla 4.Desempeño del proyecto semana 1.


	SEMANA 2 (30-10-17 a 4-11-17)							
	% DE AVANCE	VALOR GANADO			INDICES DE DESEMPEÑO			
		VALOR PLANIFICADO (PV)	COSTO ACTUAL (AC)	VALOR GANADO (EV)	CRONOGRAMA		COSTO	
					VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)
ACTIVIDAD								
PROYECTO	39%	6.747.666.463 \$	6.660.427.950 \$	6.553.049.858 \$	(\$ 194.616.605)	97%	(\$ 107.378.092)	98%
1. URBANISMO	31%	7.265.467 \$	5.835.989 \$	6.380.549 \$	(\$ 884.919)	88%	\$ 544.560	109%
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.2.RED ELECTRICA	44%	7.265.467 \$	5.835.989 \$	6.380.549 \$	(\$ 884.919)	88%	\$ 544.560	109%
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.4.OBRAS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2. EDIFICACIÓN	39%	6.740.400.996 \$	6.654.591.961 \$	6.546.669.309 \$	(\$ 193.731.687)	97%	(\$ 107.922.652)	98%
2.1. PRELIMINARES	89%	57.423.667 \$	56.293.124 \$	57.423.667 \$	\$ 0	100%	\$ 1.130.544	102%
2.2.CIMENTACION	100%	937.753.776 \$	901.766.215 \$	937.753.776 \$	\$ 0	100%	\$ 35.987.561	104%
2.3.DESAGUES	42%	70.664.226 \$	50.137.172 \$	70.664.226 \$	\$ 0	100%	\$ 20.527.054	141%
2.4.ESTRUCTURA	84%	4.119.208.423 \$	4.478.380.609 \$	4.120.936.559 \$	\$ 1.728.136	100%	(\$ 357.444.050)	92%
2.5.MAMPOSTERIA	46%	438.581.924 \$	255.702.257 \$	343.614.577 \$	(\$ 94.967.346)	78%	\$ 87.912.321	134%
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	10%	3.506.612 \$	2.917.353 \$	2.651.341 \$	(\$ 855.271)	76%	(\$ 266.012)	91%
2.7.PAÑETE	18%	117.462.511 \$	116.813.951 \$	111.484.766 \$	(\$ 5.977.745)	95%	(\$ 5.329.185)	95%
2.8.PISOS	15%	127.340.697 \$	126.576.555 \$	143.565.158 \$	\$ 16.224.461	113%	\$ 16.988.603	113%
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	19%	30.620.854 \$	28.250.903 \$	39.234.351 \$	\$ 8.613.497	128%	\$ 10.983.448	139%
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	17%	202.160.026 \$	108.959.708 \$	116.788.038 \$	(\$ 85.371.988)	58%	\$ 7.828.330	107%
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	28%	225.108.883 \$	143.432.742 \$	203.116.466 \$	(\$ 21.992.416)	90%	\$ 59.683.724	142%
2.12.COCINA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.14. CARPINTERIA METALICA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.15. PINTURA	7%	65.454.989 \$	54.382.766 \$	54.958.201 \$	(\$ 10.496.787)	84%	\$ 575.436	101%
2.16. APARATOS SANITARIOS	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.18. NOMENCLATURA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	60%	54.285.423 \$	53.695.020 \$	54.285.423 \$	\$ 0	100%	\$ 590.403	101%
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	70%	290.828.986 \$	277.283.587 \$	290.192.760 \$	(\$ 636.227)	100%	\$ 12.909.172	105%

Tabla 5.Desempeño del proyecto semana 2.


	SEMANA 3 (6-11-17 a 11-11-17)							
	% DE AVANCE	VALOR GANADO			INDICES DE DESEMPEÑO			
		VALOR PLANIFICADO (PV)	COSTO ACTUAL (AC)	VALOR GANADO (EV)	CRONOGRAMA		COSTO	
					VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)
ACTIVIDAD								
PROYECTO	42%	6.994.531.044 \$	7.039.898.878 \$	6.901.049.524 \$	(\$ 93.481.520)	99%	(\$ 138.849.354)	98%
1. URBANISMO	31%	7.530.129 \$	5.835.989 \$	6.380.549 \$	(\$ 1.149.580)	85%	\$ 544.560	109%
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.2.RED ELECTRICA	44%	7.530.129 \$	5.835.989 \$	6.380.549 \$	(\$ 1.149.580)	85%	\$ 544.560	109%
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.4.OBRAS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2. EDIFICACIÓN	42%	6.987.000.915 \$	7.034.062.889 \$	6.894.668.976 \$	(\$ 92.331.940)	99%	(\$ 139.393.914)	98%
2.1. PRELIMINARES	90%	59.125.973 \$	58.192.973 \$	59.125.973 \$	\$ 0	100%	\$ 933.001	102%
2.2.CIMENTACION	100%	937.753.776 \$	901.766.215 \$	937.753.776 \$	\$ 0	100%	\$ 35.987.561	104%
2.3.DESAGUES	42%	74.783.831 \$	52.922.570 \$	74.783.831 \$	\$ 0	100%	\$ 21.861.260	141%
2.4. ESTRUCTURA	85%	4.249.319.508 \$	4.762.334.669 \$	4.374.208.963 \$	\$ 124.889.455	103%	(\$ 388.125.706)	92%
2.5.MAMPOSTERIA	48%	461.890.867 \$	271.101.056 \$	365.044.062 \$	(\$ 96.846.805)	79%	\$ 93.943.006	135%
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	10%	4.190.829 \$	3.447.780 \$	3.335.558 \$	(\$ 855.271)	80%	(\$ 112.223)	97%
2.7.PAÑETE	18%	129.475.067 \$	134.839.459 \$	130.123.597 \$	\$ 648.531	101%	(\$ 4.715.862)	97%
2.8.PISOS	17%	147.684.208 \$	145.560.278 \$	167.238.423 \$	\$ 19.554.215	113%	\$ 21.678.145	115%
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	22%	34.857.985 \$	34.485.066 \$	45.385.056 \$	\$ 10.527.071	130%	\$ 10.899.990	132%
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	23%	221.286.967 \$	119.210.522 \$	116.994.704 \$	(\$ 104.292.263)	53%	(\$ 2.215.818)	98%
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	29%	239.101.375 \$	150.035.978 \$	206.574.923 \$	(\$ 32.526.452)	86%	\$ 56.538.945	138%
2.12.COCINA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.14. CARPINTERIA METALICA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.15. PINTURA	7%	73.144.225 \$	62.151.732 \$	60.668.144 \$	(\$ 12.476.080)	83%	(\$ 1.483.588)	98%
2.16. APARATOS SANITARIOS	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.18. NOMENCLATURA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	61%	57.348.199 \$	56.724.996 \$	57.348.199 \$	\$ 0	100%	\$ 623.203	101%
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	80%	297.038.107 \$	281.289.594 \$	296.083.767 \$	(\$ 954.340)	100%	\$ 14.794.173	105%

Tabla 6.Desempeño del proyecto semana 3.


	SEMANA 4 (13-11-17 a 18-11-17)							
	% DE AVANCE	VALOR GANADO			INDICES DE DESEMPEÑO			
		VALOR PLANIFICADO (PV)	COSTO ACTUAL (AC)	VALOR GANADO (EV)	CRONOGRAMA		COSTO	
ACTIVIDAD				VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)	
PROYECTO	43%	7.238.653.921 \$	7.280.287.998 \$	7.177.739.910 \$	(\$ 60.914.011)	99%	(\$ 102.548.089)	99%
1. URBANISMO	31%	7.584.578 \$	5.835.989 \$	6.380.549 \$	(\$ 1.204.030)	84%	\$ 544.560	109%
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.2.RED ELECTRICA	44%	7.584.578 \$	5.835.989 \$	6.380.549 \$	(\$ 1.204.030)	84%	\$ 544.560	109%
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.4.OBRAS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2. EDIFICACIÓN	43%	7.231.069.343 \$	7.274.452.009 \$	7.171.359.361 \$	(\$ 59.709.982)	99%	(\$ 103.092.648)	99%
2.1. PRELIMINARES	91%	60.828.279 \$	60.091.903 \$	60.828.220 \$	(\$ 59)	100%	\$ 736.317	101%
2.2.CIMENTACION	100%	937.753.776 \$	901.766.215 \$	937.753.776 \$	\$ 0	100%	\$ 35.987.561	104%
2.3.DESAGUES	45%	78.903.435 \$	56.140.611 \$	78.903.435 \$	\$ 0	100%	\$ 22.762.824	141%
2.4. ESTRUCTURA	87%	4.378.270.814 \$	4.936.404.780 \$	4.536.580.289 \$	\$ 158.309.475	104%	(\$ 399.824.491)	92%
2.5.MAMPOSTERIA	51%	484.335.879 \$	288.275.199 \$	388.238.077 \$	(\$ 96.097.802)	80%	\$ 99.962.878	135%
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	11%	4.960.573 \$	3.712.994 \$	3.592.139 \$	(\$ 1.368.434)	72%	(\$ 120.855)	97%
2.7.PAÑETE	22%	139.485.033 \$	140.944.279 \$	134.627.188 \$	(\$ 4.857.845)	97%	(\$ 6.317.091)	96%
2.8.PISOS	22%	169.380.018 \$	137.411.301 \$	196.210.144 \$	\$ 26.830.127	116%	\$ 58.798.843	143%
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	27%	38.561.153 \$	41.620.553 \$	58.494.844 \$	\$ 19.933.691	152%	\$ 16.874.291	141%
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	27%	240.413.907 \$	127.041.630 \$	126.997.398 \$	(\$ 113.416.510)	53%	(\$ 44.232)	100%
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	30%	252.524.488 \$	157.749.809 \$	209.663.871 \$	(\$ 42.860.616)	83%	\$ 51.914.062	133%
2.12.COCINA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.14. CARPINTERIA METALICA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.15. PINTURA	7%	81.993.784 \$	76.277.126 \$	77.084.230 \$	(\$ 4.909.554)	94%	\$ 807.105	101%
2.16. APARATOS SANITARIOS	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.18. NOMENCLATURA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	61%	60.410.975 \$	59.754.972 \$	60.410.975 \$	\$ 0	100%	\$ 656.003	101%
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	80%	303.247.228 \$	287.260.638 \$	301.974.775 \$	(\$ 1.272.453)	100%	\$ 14.714.137	105%

Tabla 7.Desempeño del proyecto semana 4.

4.5.2. DESEMPEÑO DEL PROYECTO CORTE 2

 Universidad Pontificia Bolivariana	SEMANA 5 (20-11-17 a 25-11-17)							
	% DE AVANCE	VALOR GANADO			INDICES DE DESEMPEÑO			
		VALOR PLANIFICADO (PV)	COSTO ACTUAL (AC)	VALOR GANADO (EV)	VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)
ACTIVIDAD								
PROYECTO	45%	7.546.581.377 \$	7.640.983.503 \$	7.540.399.433 \$	(\$ 6.181.944)	100%	(\$ 100.584.070)	99%
1. URBANISMO	46%	7.652.640 \$	8.882.721 \$	7.350.367 \$	(\$ 302.273)	96%	(\$ 1.532.354)	83%
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.2.RED ELECTRICA	73%	7.652.640 \$	8.882.721 \$	7.350.367 \$	(\$ 302.273)	96%	(\$ 1.532.354)	83%
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.4.OBRAS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2. EDIFICACIÓN	45%	7.538.928.737 \$	7.632.100.782 \$	7.533.049.066 \$	(\$ 5.879.672)	100%	(\$ 99.051.716)	99%
2.1. PRELIMINARES	92%	62.956.162 \$	62.310.098 \$	62.956.162 \$	\$ 0	100%	\$ 646.063	101%
2.2.CIMENTACION	100%	937.753.776 \$	901.766.215 \$	937.753.776 \$	\$ 0	100%	\$ 35.987.561	104%
2.3.DESAGUES	45%	84.052.941 \$	59.649.399 \$	84.052.941 \$	\$ 0	100%	\$ 24.403.542	141%
2.4. ESTRUCTURA	89%	4.538.010.225 \$	5.148.992.448 \$	4.723.005.069 \$	\$ 184.994.844	104%	(\$ 425.987.379)	92%
2.5.MAMPOSTERIA	57%	514.911.944 \$	330.439.573 \$	436.856.640 \$	(\$ 78.055.304)	85%	\$ 106.417.067	132%
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	13%	5.730.317 \$	4.667.764 \$	4.515.832 \$	(\$ 1.214.485)	79%	(\$ 151.932)	97%
2.7.PAÑETE	30%	150.014.534 \$	152.157.640 \$	151.798.714 \$	\$ 1.784.179	101%	(\$ 358.927)	100%
2.8.PISOS	28%	196.785.355 \$	155.289.575 \$	234.977.382 \$	\$ 38.192.026	119%	\$ 79.687.806	151%
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	30%	42.176.261 \$	49.191.692 \$	69.816.358 \$	\$ 27.640.097	166%	\$ 20.624.666	142%
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	32%	269.459.717 \$	157.935.270 \$	154.643.541 \$	(\$ 114.816.177)	57%	(\$ 3.291.729)	98%
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	32%	268.329.438 \$	166.811.889 \$	213.525.057 \$	(\$ 54.804.381)	80%	\$ 46.713.167	128%
2.12.COCINA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.14. CARPINTERIA METALICA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.15. PINTURA	8%	93.499.993 \$	84.752.362 \$	85.649.145 \$	(\$ 7.850.848)	92%	\$ 896.783	101%
2.16. APARATOS SANITARIOS	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.18. NOMENCLATURA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	62%	64.239.445 \$	63.542.442 \$	64.239.445 \$	\$ 0	100%	\$ 697.003	101%
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	81%	311.008.630 \$	294.594.414 \$	309.259.007 \$	(\$ 1.749.623)	99%	\$ 14.664.593	105%

Tabla 8.Desempeño del proyecto semana 5.


 Universidad Pontificia Bolivariana	SEMANA 6 (27-11-17 a 2-12-17)							
	% DE AVANCE	VALOR GANADO			INDICES DE DESEMPEÑO			
		VALOR PLANIFICADO (PV)	COSTO ACTUAL (AC)	VALOR GANADO (EV)	VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)
ACTIVIDAD								
PROYECTO	46%	7.546.581.377 \$	7.656.565.325 \$	7.556.344.312 \$	\$ 9.762.935	100%	(\$ 100.221.013)	99%
1. URBANISMO	46%	7.652.640 \$	8.882.721 \$	7.350.367 \$	(\$ 302.273)	96%	(\$ 1.532.354)	83%
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.2.RED ELECTRICA	73%	7.652.640 \$	8.882.721 \$	7.350.367 \$	(\$ 302.273)	96%	(\$ 1.532.354)	83%
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.4.OBRAS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2. EDIFICACIÓN	46%	7.538.928.737 \$	7.647.682.604 \$	7.548.993.945 \$	\$ 10.065.207	100%	(\$ 98.688.660)	99%
2.1. PRELIMINARES	93%	62.956.162 \$	62.413.343 \$	62.956.162 \$	\$ 0	100%	\$ 542.818	101%
2.2.CIMENTACION	100%	937.753.776 \$	901.766.215 \$	937.753.776 \$	\$ 0	100%	\$ 35.987.561	104%
2.3.DESAGUES	45%	84.052.941 \$	59.649.399 \$	84.052.941 \$	\$ 0	100%	\$ 24.403.542	141%
2.4.ESTRUCTURA	90%	4.538.010.225 \$	5.150.692.952 \$	4.725.142.696 \$	\$ 187.132.471	104%	(\$ 425.550.256)	92%
2.5.MAMPOSTERIA	61%	514.911.944 \$	338.376.337 \$	445.337.286 \$	(\$ 69.574.657)	86%	\$ 106.960.950	132%
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	15%	5.730.317 \$	4.622.299 \$	4.525.151 \$	(\$ 1.205.166)	79%	(\$ 97.148)	98%
2.7.PAÑETE	37%	150.014.534 \$	152.157.640 \$	151.798.714 \$	\$ 1.784.179	101%	(\$ 358.927)	100%
2.8.PISOS	31%	196.785.355 \$	155.290.825 \$	234.977.382 \$	\$ 38.192.026	119%	\$ 79.686.556	151%
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	34%	42.176.261 \$	49.191.692 \$	69.816.358 \$	\$ 27.640.097	166%	\$ 20.624.666	142%
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	32%	269.459.717 \$	159.063.063 \$	155.360.257 \$	(\$ 114.099.461)	58%	(\$ 3.702.806)	98%
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	32%	268.329.438 \$	166.811.889 \$	213.525.057 \$	(\$ 54.804.381)	80%	\$ 46.713.167	128%
2.12.COCINA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.14. CARPINTERIA METALICA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.15. PINTURA	9%	93.499.993 \$	88.989.980 \$	89.931.602 \$	(\$ 3.568.391)	96%	\$ 941.622	101%
2.16. APARATOS SANITARIOS	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.18. NOMENCLATURA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	62%	64.239.445 \$	63.542.442 \$	64.239.445 \$	\$ 0	100%	\$ 697.003	101%
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	81%	311.008.630 \$	295.114.529 \$	309.577.120 \$	(\$ 1.431.510)	100%	\$ 14.462.591	105%

Tabla 9.Desempeño del proyecto semana 6.


 Universidad Pontificia Bolivariana	SEMANA 7 (4-12-17 a 9-12-17)							
	% DE AVANCE	VALOR GANADO			INDICES DE DESEMPEÑO			
		VALOR PLANIFICADO (PV)	COSTO ACTUAL (AC)	VALOR GANADO (EV)	CRONOGRAMA		COSTO	
					VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)
ACTIVIDAD								
PROYECTO	48%	8.157.015.182 \$	8.097.786.549 \$	8.008.276.666 \$	(\$ 148.738.515)	98%	(\$ 89.509.882)	99%
1. URBANISMO	46%	7.775.151 \$	9.111.357 \$	7.472.878 \$	(\$ 302.273)	96%	(\$ 1.638.478)	82%
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.2.RED ELECTRICA	73%	7.775.151 \$	9.111.357 \$	7.472.878 \$	(\$ 302.273)	96%	(\$ 1.638.478)	82%
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.4.OBRAS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2. EDIFICACIÓN	48%	8.149.240.031 \$	8.088.675.192 \$	8.000.803.788 \$	(\$ 148.436.243)	98%	(\$ 87.871.404)	99%
2.1. PRELIMINARES	94%	66.786.350 \$	66.431.745 \$	66.786.350 \$	\$ 0	100%	\$ 354.605	101%
2.2.CIMENTACION	100%	937.753.776 \$	901.766.215 \$	937.753.776 \$	\$ 0	100%	\$ 35.987.561	104%
2.3.DESAGUES	52%	93.322.051 \$	66.729.058 \$	93.321.848 \$	(\$ 203)	100%	\$ 26.592.790	140%
2.4.ESTRUCTURA	91%	4.823.275.676 \$	5.363.271.061 \$	4.917.426.028 \$	\$ 94.150.352	102%	(\$ 445.845.033)	92%
2.5.MAMPOSTERIA	64%	569.372.905 \$	376.246.222 \$	495.918.075 \$	(\$ 73.454.830)	87%	\$ 119.671.853	132%
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	16%	7.355.332 \$	5.463.406 \$	5.285.576 \$	(\$ 2.069.756)	72%	(\$ 177.830)	97%
2.7.PAÑETE	42%	169.925.738 \$	177.891.579 \$	175.204.633 \$	\$ 5.278.894	103%	(\$ 2.686.946)	98%
2.8.PISOS	32%	245.759.579 \$	204.209.303 \$	301.465.813 \$	\$ 55.706.233	123%	\$ 97.256.510	148%
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	36%	57.992.359 \$	66.437.509 \$	91.087.362 \$	\$ 33.095.003	157%	\$ 24.649.854	137%
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	42%	321.265.669 \$	201.577.231 \$	199.625.094 \$	(\$ 121.640.576)	62%	(\$ 1.952.137)	99%
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	32%	294.459.169 \$	177.938.740 \$	220.475.190 \$	(\$ 73.983.979)	75%	\$ 42.536.450	124%
2.12.COCINA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	0%	47.711.064 \$	0 \$	0 \$	(\$ 47.711.064)	0%	\$ 0	0%
2.14. CARPINTERIA METALICA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.15. PINTURA	9%	118.150.517 \$	102.974.120 \$	103.207.219 \$	(\$ 14.943.298)	87%	\$ 233.100	100%
2.16. APARATOS SANITARIOS	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.18. NOMENCLATURA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	62%	71.130.691 \$	70.359.887 \$	71.130.691 \$	\$ 0	100%	\$ 770.804	101%
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	81%	324.979.152 \$	307.379.118 \$	322.116.133 \$	(\$ 2.863.019)	99%	\$ 14.737.015	105%

Tabla 10.Desempeño del proyecto semana 7.


 Universidad Pontificia Bolivariana	SEMANA 8 (11-12-17 a 16-12-17)							
	% DE AVANCE	VALOR GANADO			INDICES DE DESEMPEÑO			
		VALOR PLANIFICADO (PV)	COSTO ACTUAL (AC)	VALOR GANADO (EV)	CRONOGRAMA		COSTO	
ACTIVIDAD				VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV)	INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	VARIACION DEL COSTO (CV)	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTOS (CPI)	
PROYECTO	50%	8.483.642.129 \$	8.412.281.753 \$	8.172.243.235 \$	(\$ 311.398.894)	96%	(\$ 240.038.518)	97%
1. URBANISMO	46%	7.843.213 \$	9.236.344 \$	7.539.854 \$	(\$ 303.359)	96%	(\$ 1.696.490)	82%
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.2.RED ELECTRICA	73%	7.843.213 \$	9.236.344 \$	7.539.854 \$	(\$ 303.359)	96%	(\$ 1.696.490)	82%
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.4.OBRAS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2. EDIFICACIÓN	50%	8.475.798.916 \$	8.403.045.409 \$	8.164.703.381 \$	(\$ 311.095.535)	96%	(\$ 238.342.028)	97%
2.1. PRELIMINARES	95%	68.914.232 \$	68.655.456 \$	68.914.232 \$	\$ 0	100%	\$ 258.777	100%
2.2.CIMENTACION	100%	937.753.776 \$	901.766.215 \$	937.753.776 \$	\$ 0	100%	\$ 35.987.561	104%
2.3.DESAGUES	56%	98.471.557 \$	70.675.979 \$	98.471.354 \$	(\$ 203)	100%	\$ 27.795.375	139%
2.4.ESTRUCTURA	95%	4.950.958.779 \$	5.527.286.056 \$	4.947.069.343 \$	(\$ 3.889.436)	100%	(\$ 580.216.713)	90%
2.5.MAMPOSTERIA	65%	598.509.085 \$	391.287.185 \$	520.081.949 \$	(\$ 78.427.136)	87%	\$ 128.794.764	133%
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	19%	8.125.076 \$	6.099.919 \$	5.901.371 \$	(\$ 2.223.705)	73%	(\$ 198.548)	97%
2.7.PAÑETE	53%	182.025.898 \$	195.939.785 \$	197.343.623 \$	\$ 15.317.725	108%	\$ 1.403.838	101%
2.8.PISOS	36%	273.164.917 \$	238.551.899 \$	326.918.382 \$	\$ 53.753.465	120%	\$ 88.366.483	137%
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	40%	66.779.080 \$	79.804.754 \$	101.393.454 \$	\$ 34.614.374	152%	\$ 21.588.700	127%
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	45%	351.324.054 \$	240.868.852 \$	221.853.278 \$	(\$ 129.470.777)	63%	(\$ 19.015.575)	92%
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	32%	309.446.386 \$	182.134.245 \$	222.546.253 \$	(\$ 86.900.133)	72%	\$ 40.412.008	122%
2.12.COCINA	0%	3.713.083 \$	0 \$	0 \$	(\$ 3.713.083)	0%	\$ 0	0%
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	0%	87.470.285 \$	0 \$	0 \$	(\$ 87.470.285)	0%	\$ 0	0%
2.14. CARPINTERIA METALICA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.15. PINTURA	11%	131.442.994 \$	110.065.937 \$	111.460.615 \$	(\$ 19.982.379)	85%	\$ 1.394.678	101%
2.16. APARATOS SANITARIOS	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.18. NOMENCLATURA	0%	0 \$	0 \$	0 \$	\$ 0	0%	\$ 0	0%
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	64%	74.959.161 \$	74.147.357 \$	74.959.161 \$	\$ 0	100%	\$ 811.804	101%
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	83%	332.740.553 \$	315.761.771 \$	330.036.591 \$	(\$ 2.703.963)	99%	\$ 14.274.820	105%

Tabla 11.Desempeño del proyecto semana 8.

4.6. INFORME DE RESULTADOS

Los indicadores globales arrojados por la implementación del valor ganado en el proyecto, se adjuntaron por cortes mensuales, en las tablas presentadas a continuación que además contienen la representación gráfica del valor planificado, valor ganado y costo actual, con el fin de facilitar la interpretación de los datos.


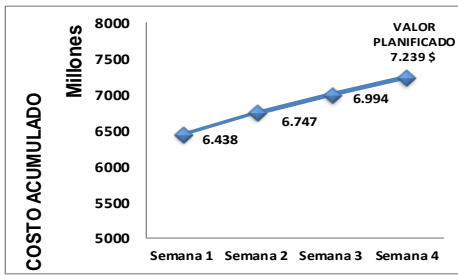
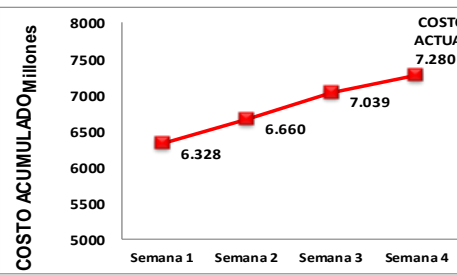
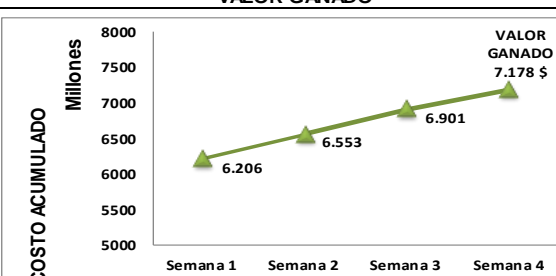
 Universidad Pontificia Bolivariana	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.			
	INFORME CORTE 1			
INDICADORES DEL VALOR GANADO				
(23-10-17 A 18-11-17)	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
VALOR PLANIFICADO	6.438.511.320 \$	6.747.666.463 \$	6.994.531.044 \$	7.238.653.921 \$
VALOR GANADO	6.206.454.267 \$	6.553.049.858 \$	6.901.049.524 \$	7.177.739.910 \$
COSTO ACTUAL	6.328.452.659 \$	6.660.427.950 \$	7.039.898.878 \$	7.280.287.998 \$
VARIACION DE COSTO (CV)	(\$ 121.998.392)	(\$ 107.378.092)	(\$ 138.849.354)	(\$ 102.548.089)
VARIACION DE CRONOGRAMA (SV)	(\$ 232.057.053)	(\$ 194.616.605)	(\$ 93.481.520)	(\$ 60.914.011)
INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	0,96	0,97	0,99	0,99
INDICE DE DESEMPEÑO DEL COSTO(CPI)	0,98	0,98	0,98	0,99
VALOR PLANIFICADO		COSTO ACTUAL		
				
VALOR GANADO				
				
OBSERVACIONES				
<p>Al finalizar la semana 4 las actividades que presentan problemas en el desempeño del cronograma son: mampostería, cubierta-cielo raso, instalaciones hidráulicas sanitarias y de gas, e instalaciones eléctricas y de comunicaciones.</p>		<p>La actividad pañete está desfasada en costos, sin embargo la actividad con el problema más significativo es estructura que representa la mayor cantidad de costos del proyecto.</p>		

Tabla 12. Informe corte 1.

La Tabla 12 permite representar de una manera visual los resultados obtenidos de manera global por la implementación de la metodología del valor ganado en el corte 1, observar monetariamente lo planificado y lo ejecutado, además de las desviaciones negativas en costo y cronograma representadas en variación de costo y variación de cronograma, relacionar gráficamente el estado del proyecto con la curva s de valor planificado, valor ganado, y costo actual.

El cuadro de observaciones al final del formato define las actividades del proyecto que están presentando desviaciones negativas en costo y cronograma, permitiendo a la persona que observe el informe resumen identificar las actividades que presentan problemas e indagar las causas.

Las actividades que presentaron problemas más significativos de atraso al finalizar la semana 4 fueron:

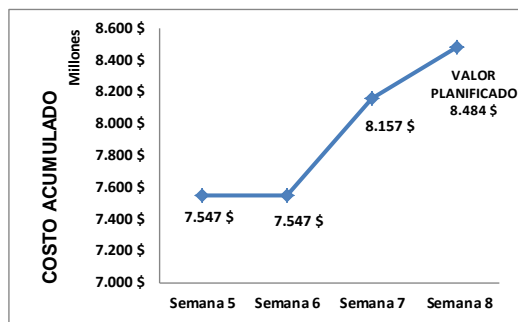
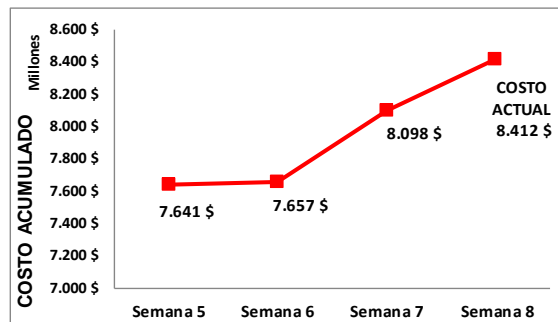
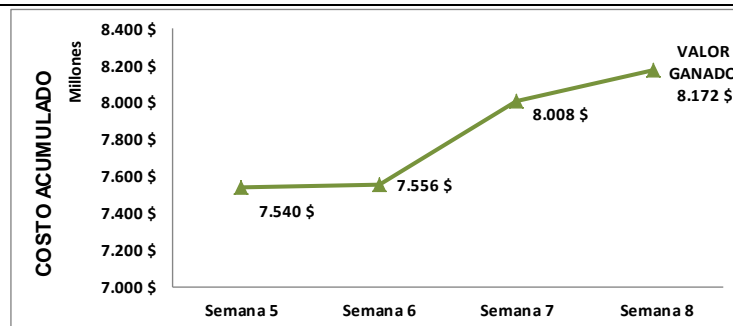
Instalaciones hidráulicas sanitarias y de gas, única actividad desarrollada por personal propio de la empresa, con atraso en causado por los montantes de gas y falta de personal para el desarrollo de la actividad, con el fin de evitar los procesos arduos de contratación se hace necesario esperar que la actividad finalice en otro proyecto de la empresa para traslado de la mano de obra.

Mampostería atraso causado por los muros ortogonales, muros pasillos, producto del atraso acumulado por la estructura y cierre de buitrones en los montantes de gas.

La Tabla 12 corresponde al corte 2 y en sus observaciones se puede identificar que las actividades del primer corte pese a las medidas implementadas para la mitigación de las desviaciones continúan teniendo problemas de atrasó, y se hace necesario aclarar que el atraso más significativo al finalizar la semana 8 es en la estructura, actividad que en las semanas previas se había desarrollado con normalidad , cocinas y carpintería de madera que dieron inicio posterior al comienzo estimado de línea base.

INDICADORES DEL VALOR GANADO

(20-11-17 A 16-12-17)	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
VALOR PLANIFICADO	7.546.581.377 \$	7.546.581.377 \$	8.157.015.182 \$	8.483.642.129 \$
VALOR GANADO	7.540.399.433 \$	7.556.344.312 \$	8.008.276.666 \$	8.172.243.235 \$
COSTO ACTUAL	7.640.983.503 \$	7.656.565.325 \$	8.097.786.549 \$	8.412.281.753 \$
VARIACION DE COSTO (CV)	(\$ 100.584.070)	(\$ 100.221.013)	(\$ 89.509.882)	(\$ 240.038.518)
VARIACION DE CRONOGRAMA (SV)	(\$ 6.181.944)	9.762.935 \$	(\$ 148.738.515)	(\$ 311.398.894)
INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI)	1	1	0,98	0,96
INDICE DE DESEMPEÑO DEL COSTO(CPI)	0,99	0,99	0,99	0,97

VALOR PLANIFICADO

COSTO ACTUAL

VALOR GANADO

OBSERVACIONES

Las actividades cubierta -cielo raso , mampostería, pintura, instalaciones hidráulicas sanitaria y de gas, e instalaciones eléctricas y comunicaciones, presentan atraso en el cronograma a causa del atraso acumulado por la estructura .

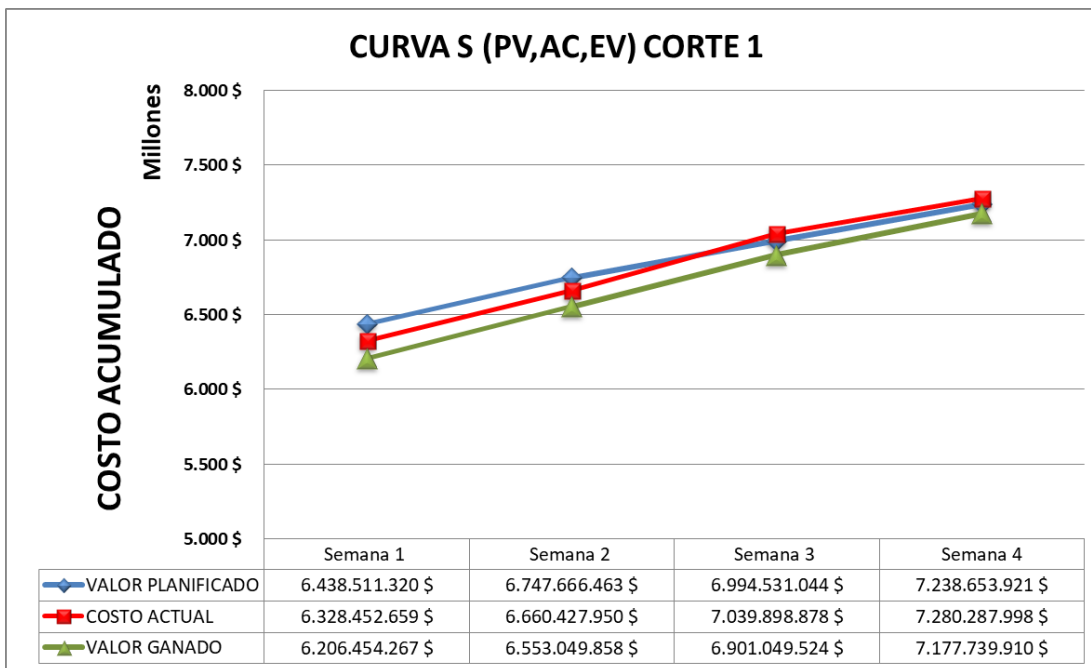
Las actividades, red eléctrica, cubierta -cielo raso, instalaciones hidráulicas sanitarias y de gas, y estructura presentan problemas de sobrecosto.

Tabla 13.informe corte 2.

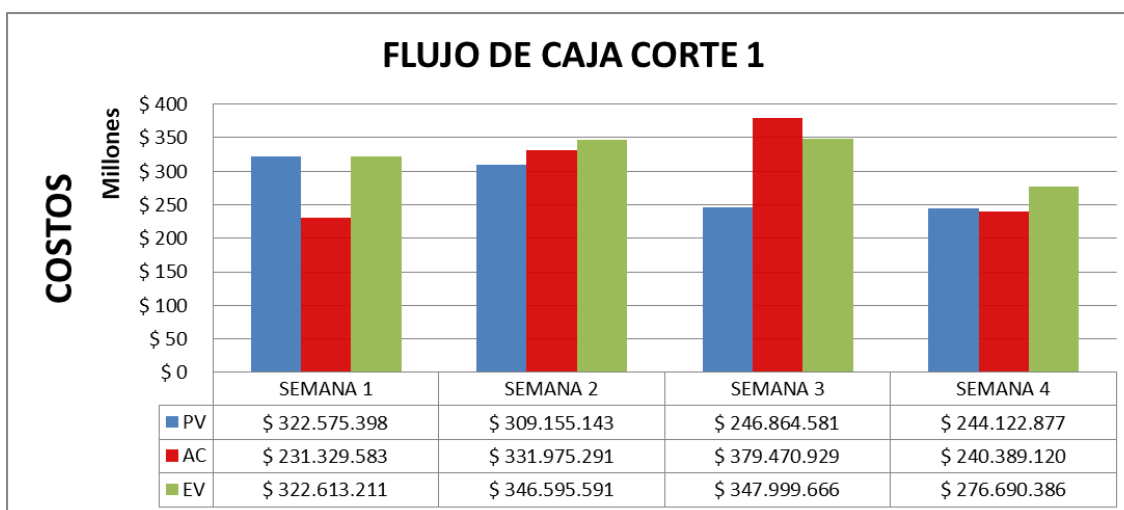
4.7. GRÁFICOS DE SEGUIMIENTO

Los gráficos de seguimiento se generan con el fin de facilitar la interpretación de los indicadores de la gestión del valor ganado y en base a estos dar un diagnóstico oportuno de las actividades.

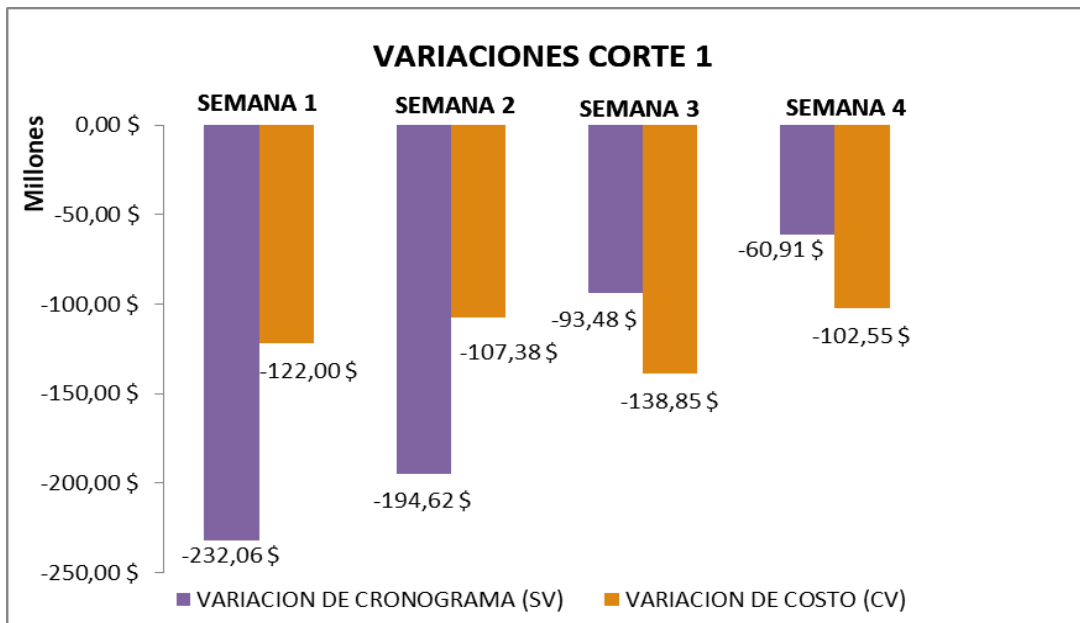
4.7.1. CORTE 1



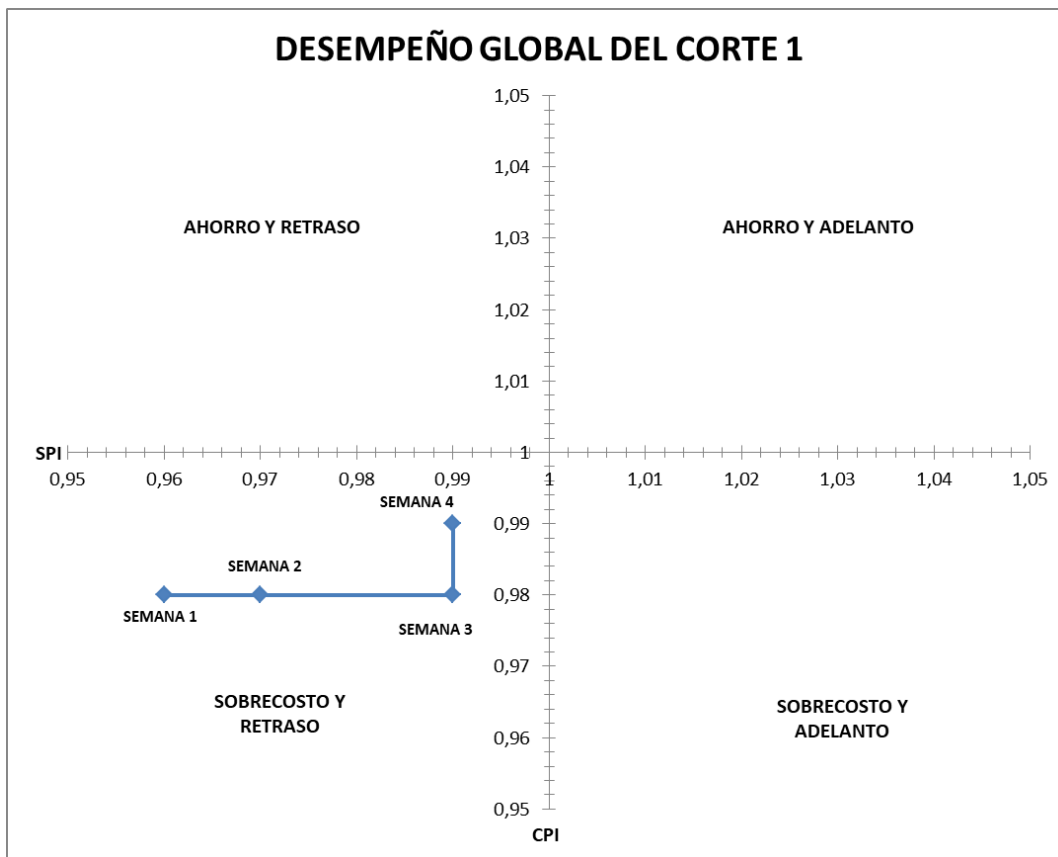
Gráfica 1. Curva S corte 1.



Gráfica 2. Flujo de caja corte 1.

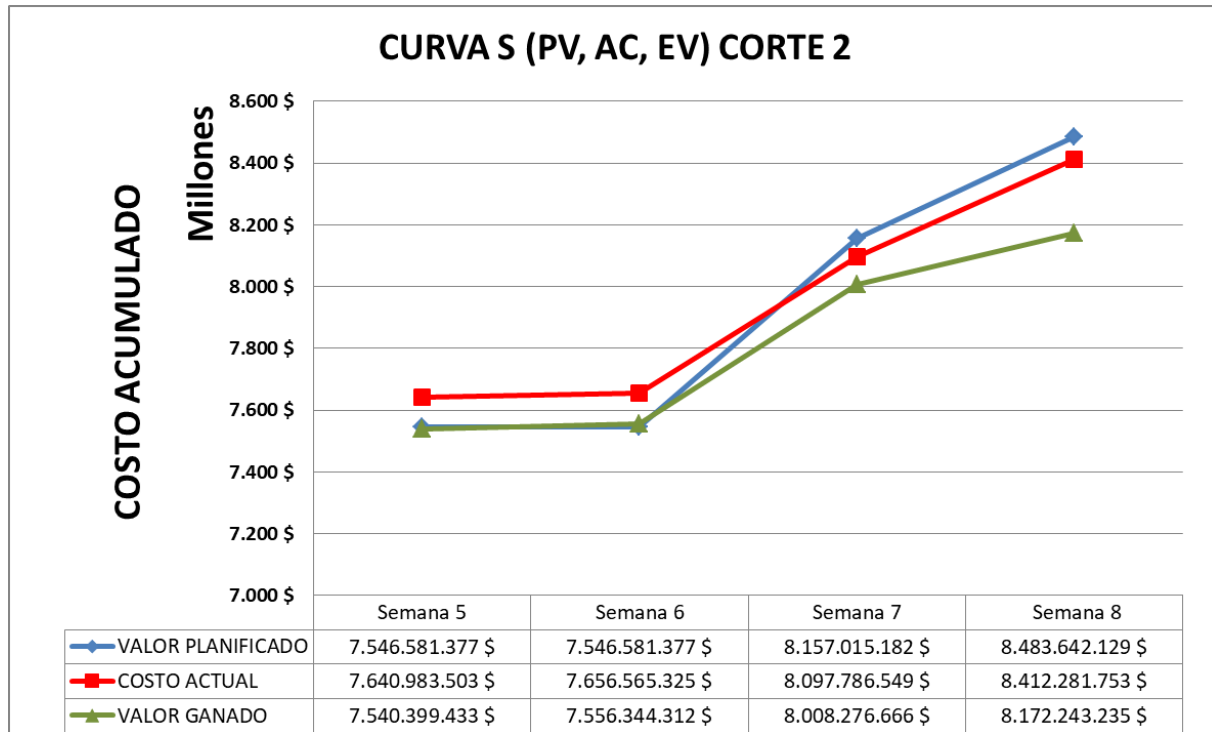


Gráfica 3. Variación de costo y cronograma corte 1.

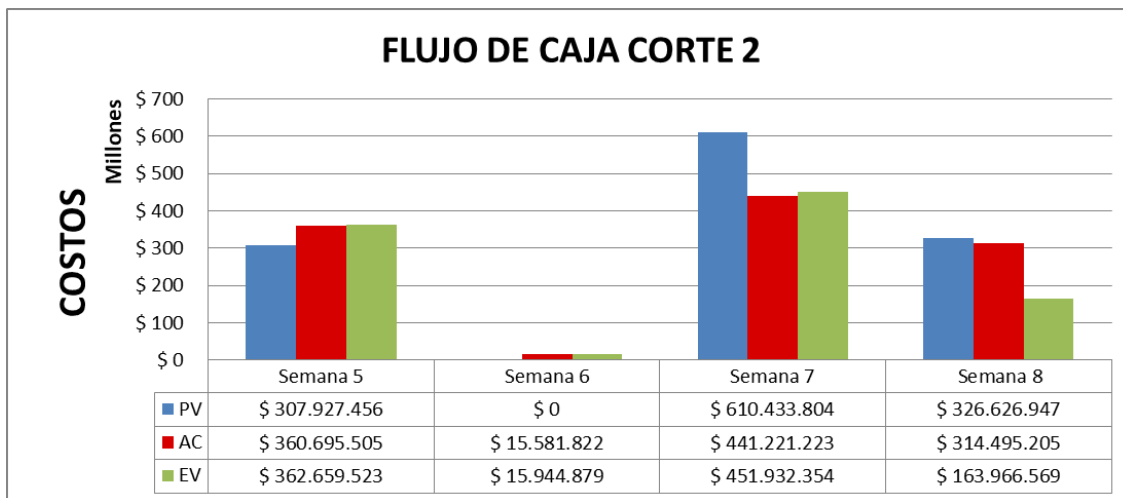


Gráfica 4. desempeño global corte 1.

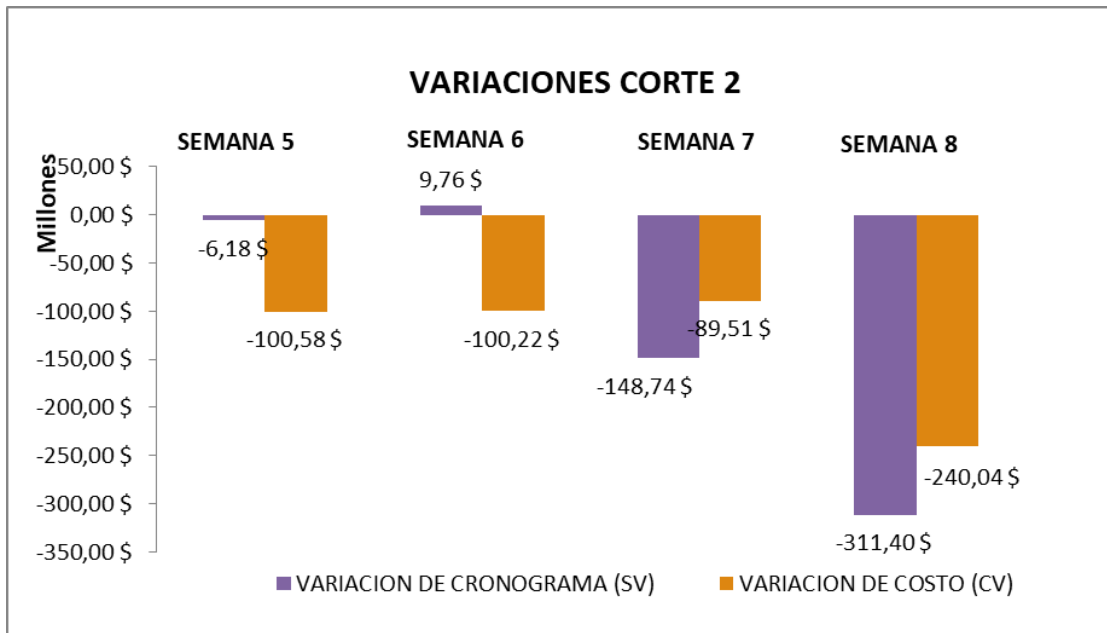
4.7.2. CORTE 2



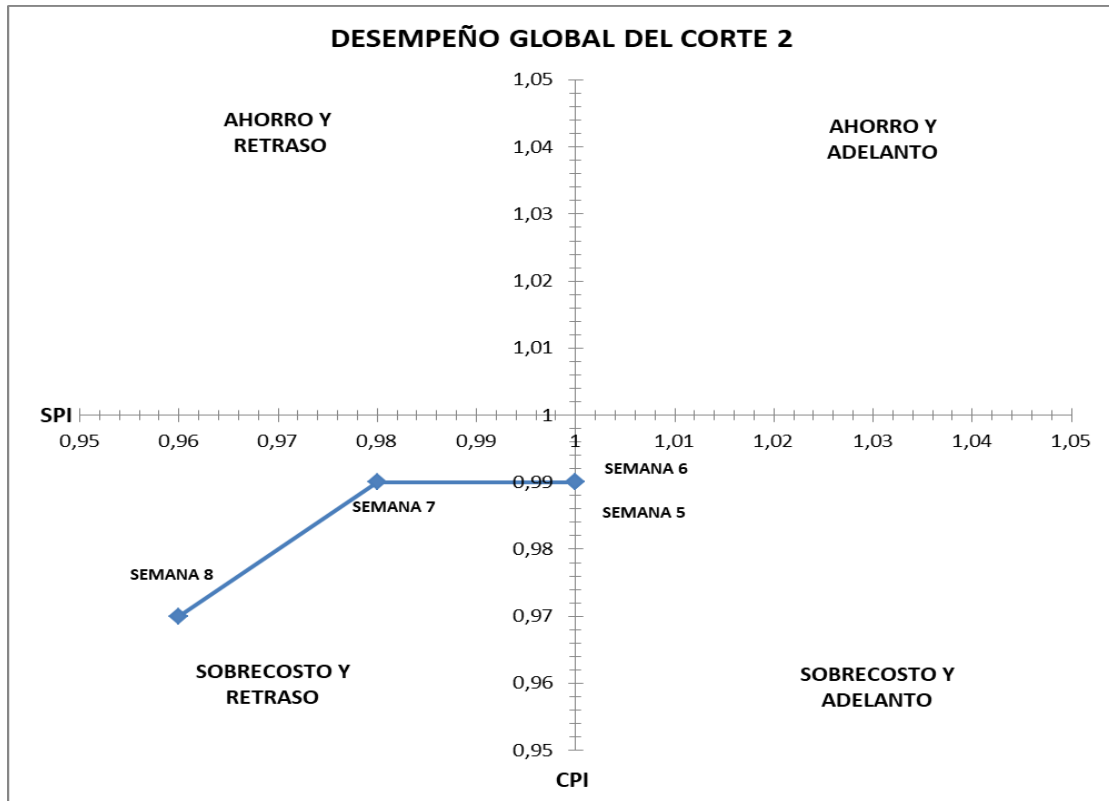
Gráfica 5. Curva S corte 2.



Gráfica 6. Flujo de caja corte 2.



Gráfica 7. Variación de costo y cronograma corte 2.



Gráfica 8. desempeño global corte 2.

4.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.8.1. ANÁLISIS CORTE 1

Análisis de la curva s

De la Gráfica 1 se puede analizar que al finalizar el corte 1, el valor ganado se encuentra por debajo del costo actual (AC), lo que indica desviación negativa en el presupuesto del proyecto, el costo actual (AC) \$7.280.287.998 corresponde al costo incurrido para la realización de las actividades a la fecha de finalización del corte 1, y el valor ganado (EV) \$ 7.177.739.910 la representación monetaria del avance de las actividades (lo que realmente se avanzó), generando una variación de costos de \$ -102.548.089.

El valor planificado (PV) se encuentra por encima del valor ganado (EV), lo que indica que se está presentando un atraso en la obra, el avance físico que debería llevar el proyecto al finalizar la semana 4 (18 noviembre 2017) es el correspondiente al valor planificado (PV) \$ 7.238.653.921 y el avance real de la obra es el valor ganado (EV) \$ 7.177.739.910, esto corresponde a una variación del cronograma de \$ -60.914.011.

A pesar de que el método nos arroja que se está presentando retraso y aumento en lo presupuestado durante el corte 1, se hace necesario verificar la información con lo sucedido en el proyecto por medio de lo cual se pudo identificar el atraso en la actividades instalaciones eléctricas y de comunicaciones causado por el robo del cableado en las zonas comunes, instalaciones hidráulicas sanitarias y de gas causado por la falta de mano de obra para desarrollar dicha actividad, mampostería producto del atraso acumulado correspondiente a la actividad de la ruta crítica estructura. Y desviaciones negativas en el presupuesto producto de la mala estimación de kilogramos de acero lo cual aumento el costo del análisis de precios unitarios de concreto, y aumento en los costos por el cambio en el contratista de estructura.

Aunque para tomar medidas de mitigación no es necesario aplicar el método es este quien permite identificar las desviaciones, para tomar dichas medidas de manera oportuna y dar solución a los inconvenientes que se presentaron en obra. Debido a que las actividades que presentan atrasos son desarrolladas por contratistas es importante exigirle que cuente con la mano de obra necesaria para responder al atraso.

Análisis de gráfica variación de costo y cronograma

La grafica de variación de costo y cronograma permite observar las desviaciones tanto en costo como en cronograma, la aplicación del método cuantifica monetariamente el atraso y aumento en el presupuesto, no basta solo con conocer que el proyecto se encuentra teniendo variaciones negativas en cuanto lo planificado, es importante conocer cuánto es el atraso y aumento en los costos.

Como se puede observar en la Gráfica 3, durante el primer corte la variación de costo (CV) y la variación de cronograma (SV) fueron negativas, es decir el cronograma y costo durante todo el periodo estuvieron atrasados con respecto a lo planificado inicialmente, La semana 1 inicio con una variación de cronograma equivalente a \$232.057.053 sin embargo en la semana 4 esta variación es de \$ 60.914.011, lo que indica que hubo tendencia a disminuir notoriamente la desviación del cronograma a comparación de las semanas previas a causa de la mejora en el desarrollo de la actividad de mampostería ya que el contratista ingreso más personal.

Respecto a la variación de costo (CV) se observa que a diferencia del (SV) no tiene un comportamiento predecible, la semana 1 tuvo una variación de costos correspondiente a \$121.998.392 y finalizo la semana 4 con una desviación de \$102.548.089 sin mostrar una mejoría significativa.

Análisis de desempeño global

La grafica de desempeño global por método radial permite identificar el desempeño del cuadrante en base a la coordenada resultante de graficar el índice de desempeño de cronograma en el eje x y el índice de desempeño de costos en el eje y, cada cuadrante representa un posible escenario para el proyecto como se puede observar en la Gráfica 3, el proyecto durante todo el primer corte se encuentra en el cuadrante III lo que indica que se están presentando problemas de atraso y aumentó en lo que se presupuestó, sin embargo se puede observar que de la semana 1 a semana 4 se evidencia una tendencia del proyecto por acercarse al cuadrante IV mostrando mejoría en el desempeño del cronograma y sin mejoría alguna en los costos.

4.8.2. ANÁLISIS CORTE 2

Análisis de la curva s

Como se puede observar en la Gráfica 5, durante la semana 5 el valor planificado se encuentra ligeramente por encima del valor ganado lo que indica que el ingreso de personal por parte del contratista de estructura se vio representado en la mejoría del cronograma, al llegar a la semana 6 el valor ganado (EV) se encuentra por encima del valor planificado (PV), lo que indica que en esta semana se presentó un adelanto en la ejecución de la obra, ya que son los valores globales del proyecto las actividades que presentan adelanto pueden contrarrestar el atraso de las otras actividades. Sin embargo al finalizar en corte en la semana 8 el valor planificado (PV) es superior al valor ganado (EV), lo que indica que se está presentando retraso en las actividades del proyecto, principalmente dado por el atraso en las actividades, carpintería de madera que debía iniciar en la semana 6, cocina que debió iniciar esta semana 8, y la actividad de estructura que durante las semana previas se mantuvo en un desempeño óptimo.

El costo actual (AC) durante todo el corte fue mayor al valor ganado (EV), lo que deja en evidencia que se está presentando aumento en el presupuesto durante la ejecución del proyecto, a causa del aumento en los costos de las actividades de estructura desde el inicio del proyecto además de los reprocesos de estructura (nivelación en placas, mayor consumo de concreto, entre otras).

$$\text{CV finalizando corte 2} = \text{EV semana 8 (8.172.243.253)} - \text{AC semana 8 (8.412.281.753)} = \\ - 240.038.518$$

Análisis de gráfica variación de costo y cronograma

Como se puede observar en la Gráfica 7, la variación del cronograma (SV) en la semana 5 fue de solo \$ -6.181.944, debido a que al aumentar el trabajo en las actividades de mampostería, pisos, enchapes y accesorios, el SV de estas actividades fue positivo contrarrestando el atraso las instalaciones hidráulicas sanitarias y de gas, en la semana 6 la variación de cronograma (SV) fue positiva \$9.762.935, ya que el contratista de mampostería desde el corte previo más personal a la obra para responder al atraso.

Sin embargo, finalizando el corte 2 en la semana 8, la variación del cronograma aumento significativamente a \$311.398.894, aunque el contratista de mampostería mejoro el avance de la actividad, las instalaciones hidráulicas eléctricas y comunicaciones, no respondieron a este avance. Además, el inicio de las actividades de carpintería de madera, y cocina está atrasado con respecto a lo planificado.

Al finalizar la semana 8, la variación de costos es de \$ - 240.038.518 aumentando en comparación con las semanas previas, producto del aumento en los costos de ejecución de la placa cubierta escaleras y ascensor, estructura túnel, elementos soporte de los apartamentos y frisos de fachada, además del costo incurrido en reprocesos operativos.

Análisis de desempeño global

En la Gráfica 7 de desempeño global por método radial se puede observar que al iniciar el corte en la semana 5 se encuentra en el eje coordinado entre el cuadrante III y IV lo que indica que el cronograma se está ejecutando justo como se planifico y que se continúan teniendo problemas en los costos, en la semana 6 no hubo cambios, pero al finalizar el corte en la semana 8 se puede evidenciar que hubo una desmejora en el desempeño de costos y cronograma ya que la resultante se ubica en la parte inferior del cuadrante III.

A pesar de que algunas actividades tienen un índice de desempeño de costos que indica un desempeño inferior en costos al de la actividad de estructura como se puede observar en la Tabla 5 con la actividad de cubierta cielo raso que tiene un CPI de 91% equivalente a un cv de \$266.012 y la actividad de estructura con un CPI 92% equivalente a un cv \$357.444.050. Aunque cubierta cielo raso está teniendo problemas de desviación negativa en el presupuesto no es representativo para el desempeño global del proyecto, esto se debe al porcentaje correspondiente de la línea base de costos de cada actividad.

4.9. PRONÓSTICOS A LA CONCLUSIÓN

En base al rendimiento del proyecto hasta la fecha de estado de la última semana (16-12-17), Microsoft Project proyecta el costo estimado a la conclusión (EAC) en el campo de tareas estimación al finalizar (CEF) de cada tarea y el global del proyecto, basado en las variaciones actuales como típicas, considerando que los índices de desempeño del proyecto se comportaran de la misma manera.

La fórmula predeterminada por el software de gestión de proyectos para el cálculo del mismo es la Ecuación 1. Además, si a este valor se le resta el costo actual o valor ejecutado hasta la fecha de estado se determina el costo estimado hasta la conclusión (ETC), o costo proyectado necesario para la terminar el proyecto.

$$EAC = AC + \frac{BAC - EV}{CPI}$$

Ecuación 1. Costo estimado a la conclusión.

Así, el costo estimado a la conclusión (EAC) es de \$15.573.933.177 y el presupuesto hasta la conclusión (BAC) es de \$15.129.541.994, teniendo una variación a la conclusión (VAC) de \$444.391.183 de sobre costo. Sin embargo, lo que se desea es que el proyecto termine en presupuesto, justo lo que se planeó, para ello el índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI) debe ser de 1.04, es decir superior al planificado, de tal forma que el uso de los recursos tiene que ser más eficiente que hasta la actualidad y disminuir el costo de los mismos, se estima que conseguir este rendimiento en el proyecto es posible con el compromiso del equipo de proyectos, ya que como se observa en la Tabla 14, algunas de las actividades del proyecto tienen un TCPI inferior al planificado, así que el resto del trabajo puede ser menos eficiente sin afectar el cumplimiento de lo planificado, e intensificar el esfuerzo en las actividades con el TCPI mayor.

La Gráfica 5 permite observar el comportamiento del proyecto durante el periodo de estudio, los pronósticos al finalizar el proyecto y la variación a la conclusión con respecto a lo planificado, si el proyecto continúa comportándose tal y como lo hizo en el periodo de estudio.


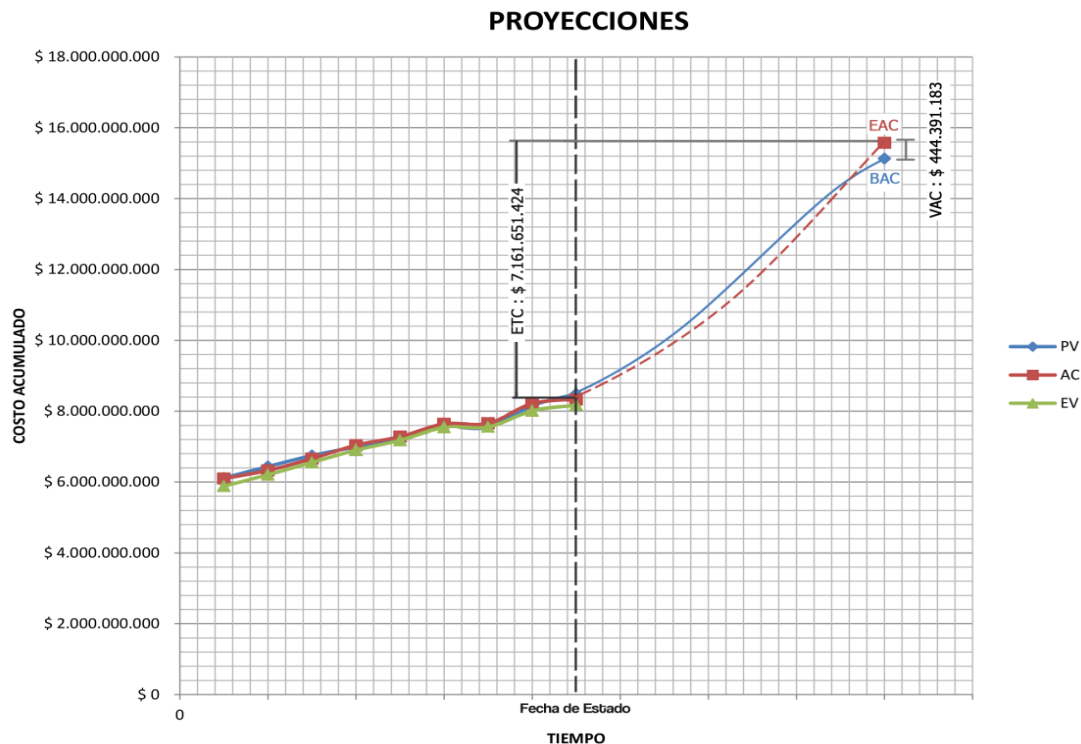
 Universidad Pontificia Bolivariana	PROYECCIONES					
	BAC (CPF)	AVANCE FISICO (% COMPLETADO)	ESTIMADO A LA CONCLUSION (EAC) (CEF)	ESTIMACION HASTA LA CONCLUSION (ETC)	VARIACION A LA CONCLUSION (VAC) (VAF)	INDICE DE DESEMPEÑO DE TRABAJO POR COMPLETAR (TCPI)
ACTIVIDAD						
PROYECTO	15.129.541.994 \$	50%	15.573.933.177 \$	7.161.651.424 \$	(\$ 444.391.183)	1,04
1. URBANISMO	113.021.681 \$	46%	138.451.902 \$	129.215.558 \$	(\$ 25.430.221)	1,02
1.1.MOVIMIENTO DE TIERRA	0 \$	100%	0 \$	- \$	\$ 0	0
1.2.RED ELECTRICA	12.118.532 \$	73%	14.845.238 \$	5.608.894 \$	(\$ 2.726.706)	1,59
1.3.ZONAS VERDES, ARBORIZACION	9.501.582 \$	0%	9.899.232 \$	9.899.232 \$	(\$ 397.650)	1
1.4.OBRAS ESPECIALES	81.021.990 \$	0%	80.166.863 \$	80.166.863 \$	\$ 855.127	1
1.5.PISCINA, TURCO Y GIMNASIO	10.379.577 \$	0%	10.377.898 \$	10.377.898 \$	\$ 1.679	1
2. EDIFICACIÓN	15.016.520.313 \$	50%	15.454.878.908 \$	7.051.833.499 \$	(\$ 438.358.596)	1,04
2.1. PRELIMINARES	86.557.691 \$	95%	86.232.662 \$	17.577.207 \$	\$ 325.029	0,99
2.2.CIMENTACION	937.753.776 \$	100%	901.766.215 \$	- \$	\$ 35.987.561	0
2.3.DESAGUES	188.135.934 \$	56%	135.031.060 \$	64.355.081 \$	\$ 53.104.874	0,76
2.4. ESTRUCTURA	5.012.397.820 \$	95%	5.600.276.579 \$	72.990.523 \$	(\$ 587.878.759)	0,13
2.5.MAMPOSTERIA	767.202.986 \$	65%	577.210.374 \$	185.923.190 \$	\$ 189.992.612	0,66
2.6.CUBIERTA - CIELO RASO	56.838.925 \$	19%	58.751.233 \$	52.651.314 \$	(\$ 1.912.308)	1
2.7.PAÑETE	391.340.671 \$	53%	388.556.802 \$	192.617.017 \$	\$ 2.783.869	0,99
2.8.PISOS	771.578.423 \$	36%	563.019.727 \$	324.467.828 \$	\$ 208.558.696	0,83
2.9.ENCHAPES Y ACCESORIOS	290.913.576 \$	40%	228.972.242 \$	149.167.487 \$	\$ 61.941.334	0,9
2.10. INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	667.975.130 \$	45%	725.228.875 \$	484.360.023 \$	(\$ 57.253.745)	1,04
2.11. INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	1.059.559.725 \$	32%	867.155.066 \$	685.020.821 \$	\$ 192.404.659	0,95
2.12.COCINA	704.059.645 \$	0%	689.764.361 \$	689.764.361 \$	\$ 14.295.284	1
2.13.CARPINTERIA DE MADERA	971.476.890 \$	0%	888.884.011 \$	888.884.011 \$	\$ 82.592.879	1
2.14. CARPINTERIA METALICA	931.666.015 \$	0%	743.440.606 \$	743.440.606 \$	\$ 188.225.409	1
2.15. PINTURA	629.533.827 \$	11%	621.656.633 \$	511.590.696 \$	\$ 7.877.194	1
2.16. APARATOS SANITARIOS	317.517.989 \$	0%	317.340.815 \$	317.340.815 \$	\$ 177.174	1
2.17. EQUIPOS ESPECIALES	561.318.458 \$	0%	561.318.458 \$	561.318.458 \$	\$ 0	1
2.18. NOMENCLATURA	9.746.819 \$	0%	9.746.819 \$	9.746.819 \$	\$ 0	1
2.19. ASEO Y MANTENIMIENTO	216.483.644 \$	64%	214.139.137 \$	139.991.780 \$	\$ 2.344.507	0,99
2.20.GASTOS GENERALES DE OBRA	444.462.368 \$	83%	425.238.377 \$	109.476.607 \$	\$ 19.223.991	0,89

Tabla 14. Proyecciones a la conclusión.



Gráfica 9. Curva proyecciones a la conclusión.

4.10. ESTRATEGIAS PARA CORRECCIÓN EN ACTIVIDADES PROBLEMA.

Aplicar la metodología de gestión del valor ganado como gestión tiempo- costo permite identificar las desviaciones negativas de costo y cronograma en el proyecto durante el periodo de estudio, sin embargo es necesario analizar estratégicamente la causa de atraso y aumento en los costos planificados de las actividades al ser identificadas, de lo contrario se desvaloriza el método del valor ganado ya que la importancia de la aplicación del método parte de la capacidad de respuesta del equipo de proyectos e involucrados, para dirigir, tomar decisiones y analizar constantemente las posibles soluciones a los incidentes que se presentan en el proyecto.

Las causas de los atrasos más representativos del proyecto en su periodo de estudio y las estrategias propuestas e implementadas por el equipo de dirección del proyecto con el fin de mitigar las desviaciones negativas fueron resumidas y agrupadas en la Tabla 15. Esta información fue obtenida mediante la discusión de las desviaciones en los comités de obra y reuniones ocasionales con personal de la empresa.

Debido a que la mayor parte de las actividades del proyecto son realizadas por contratistas, identificar el problema le permite al equipo de dirección de proyectos sugerir al contratista medidas de mitigación, y velar por que sean cumplidas.

ACTIVIDAD	SITUACION PROBLEMA	MEDIDAS DE MITIGACION
ESTRUCTURA	La formaleta outinord utilizada pertenecía a otro proyecto y contaba con los requisitos arquitectónicos necesarios para su construcción, debido a que los diseños del proyecto actual eran diferentes, fue necesaria la adecuación de esta.	Durante ese proceso se trabajó con sistema de muros y placas fundidas por separado con latones metálicos propios y formaleta mano portable PERI de módulos de 1,50 x 0,75.
	La modificación constante del equipo de trabajo por parte del contratista impedía el desarrollo de la curva de aprendizaje generando el reinicio de esta y causando retrasos en la estructura.	Se cambió el contratista de estructura por uno con personal capacitado y permanente.
	Retraso aproximado de 10 días por avería de la torre grúa.	Optimización del proceso constructivo de la estructura separando módulo de 4 apartamentos a 2 módulos que pueden ser trabajados simultáneamente.
INSTALACIONES HIDRAULICA SANITARIAS Y DE GAS	Debido a que esta actividad es realizada por personal propio de la empresa y que sus procedimientos de contratación son estrictos, se dificulta el aumento de mano de obra para responder a los atrasos de la estructura.	Se realizó el traslado de dos empleados desde otro proyecto de la constructora y se trabajó una hora extra al día.
CUBIERTA- CIELO RASO	Atraso significativo y constante por parte del contratista causado por la falta de personal asignado para realizar el trabajo.	La empresa solicito el ingreso de personal por parte del contratista para responder a dicho atraso.
MAMPOSTERIA	Atraso en la actividad principalmente por estructura y muros ortogonales.	Contratista ingreso más personal conforme avanza la estructura, con el fin de finalizar el año laboral con la actividad culminada en todos los pisos.
INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	El avance de esta actividad estaba limitado por la mampostería cuando esta aumento su desempeño el contratista de instalaciones eléctricas no respondió de la misma manera pues siguió trabajando con la misma cantidad de personal.	No se emplearon medidas a causa de la finalización del año laboral.
PAÑETE	El atraso en las instalaciones no permite generar avance en esta actividad.	No se emplearon medidas a causa de la finalización del año laboral.
PINTURA	Actividad limitada por el avance del pañete.	No se emplearon medidas a causa de la finalización del año laboral.

Tabla 15. Estrategias de mitigación actividades problema.

4.11. GESTIÓN TIEMPO Y COSTO CONSTRUCTORA

La constructora con el fin de monitorear, controlar, y evaluar el desempeño de sus proyectos, genero un método de gestión tiempo – gestión costo expuesta previamente en el capítulo 2.2. ANTECEDENTES DE LA GESTIÓN TIEMPO Y COSTO EN LA CONSTRUCTORA. Además, los datos obtenidos a través de esta son almacenados en su software de gestión interno como datos históricos de la compañía y aprendizaje para futuros proyectos.

4.11.1. INDICADORES

PORCENTAJE DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El indicador de desempeño del cronograma en la gestión tiempo costo implementada internamente por la constructora, es el porcentaje de ejecución de las obras, que se basa principalmente en los días de atraso sobre la ruta crítica de la programación de cada proyecto y se puede obtener a nivel global de la constructora en base a la Ecuación 3 o por cada una de las obras por medio de la Ecuación 2.

% ejecución de las obras

$$= 1 - \left(\frac{\text{días de atraso sobre la ruta crítica}}{\text{días de ejecución del proyecto}} \right) * 100$$

Ecuación 2. Porcentaje de ejecución de las obras.

$$\% \text{ ejecución Global} = \frac{\text{Sumatoria del \% ejecución de las obras}}{\text{No de obras en ejecución}}$$

Ecuación 3. Porcentaje de ejecución global.

Este indicador se produce en periodos mensuales y las actividades más importantes en el control son aquellas pertenecientes a la ruta crítica del cronograma. Esta información se implementa en el software de gestión Microsoft Project y posteriormente es almacenada en la plataforma virtual del software de gestión interno de la constructora que funciona en tiempo real, el equipo de gerencia de cada proyecto tiene acceso y en base a la Tabla 16 evalúa la gestión.

Excelente	≥100%
Bueno	≤99.99% ≥ 97%
Regular	≤96.99% ≥ 94%
Malo	≤93.99%

Tabla 16. Porcentaje ejecución de las obras.

PORCENTAJE DE DESEMPEÑO DEL COSTO

El indicador que define el desempeño de costo es el porcentaje de desempeño del costo, se implementa mediante la plataforma virtual del software de gestión interno de la constructora y es el resultado de comparar el presupuesto a lo largo del proyecto. El presupuesto inicial o desempeño óptimo del costo al igual que en la metodología del valor ganado es el 100% a partir de este incrementan los costos por reprocesos operativos es decir aumento en el presupuesto asociado al proyecto por errores en los procesos constructivos y a diferencia del valor ganado un porcentaje superior al 100% indica desviaciones negativas en lo presupuestado. El indicador representa por cada peso invertido en la construcción que porcentaje representan las actividades que no generan un valor en la construcción y se calcula mediante la Ecuación 4.

$$\% \text{ desempeño del costo} = \left(\frac{VEC}{PE} \right) * 100$$

Ecuación 4. Porcentaje de desempeño del costo.

Dónde:

- Presupuesto ejecutado a la fecha (PE): Es el valor total del presupuesto de costos directos ejecutado a la fecha de la medición.
- Valor de los errores en la construcción (VEC): Es el costo en el que incurre la organización por las salidas no conformes acumuladas del proyecto en ejecución (ya sea en reproceso, sobre consumo de material o sobre especificaciones).

La información del porcentaje de desempeño del costo además de implementarse mediante la plataforma, también es almacenada en la misma, y en base a la Tabla 17 el equipo de trabajo evalúa la gestión del costo.

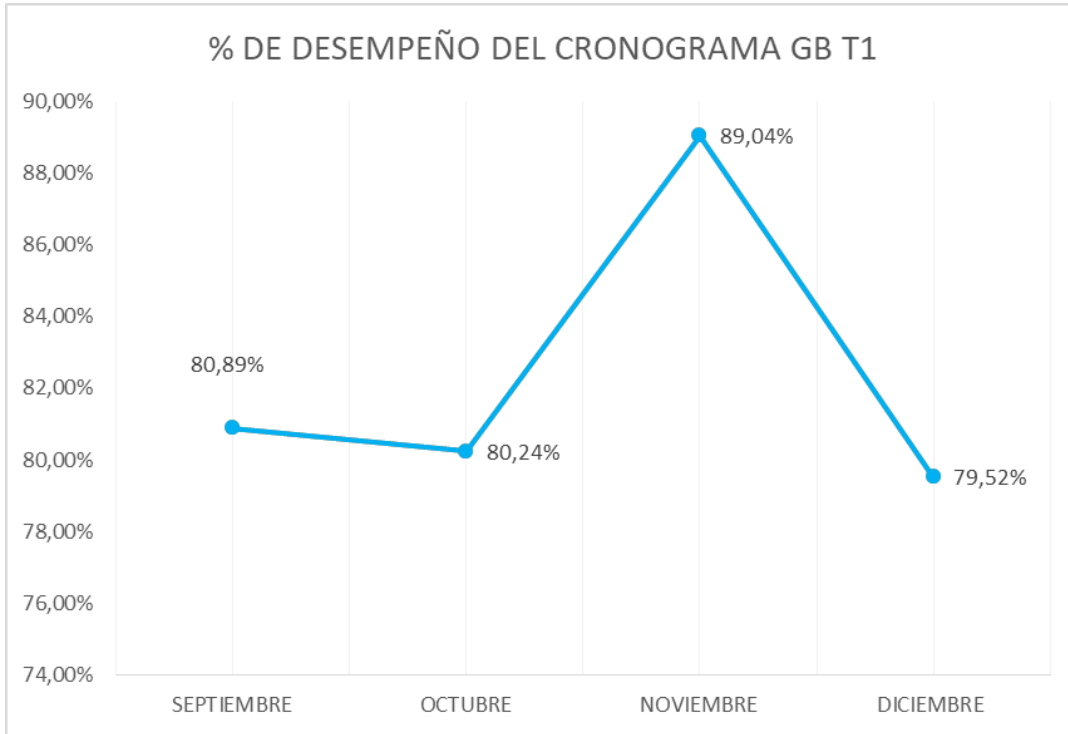
Malo	$\geq 110.10\%$
Regular	$\leq 110.00\% \geq 100.10\%$
Bueno	$\leq 100.00\% \geq 95.10\%$
Excelente	$\leq 95.00\%$

Tabla 17. Porcentaje de desempeño del costo.

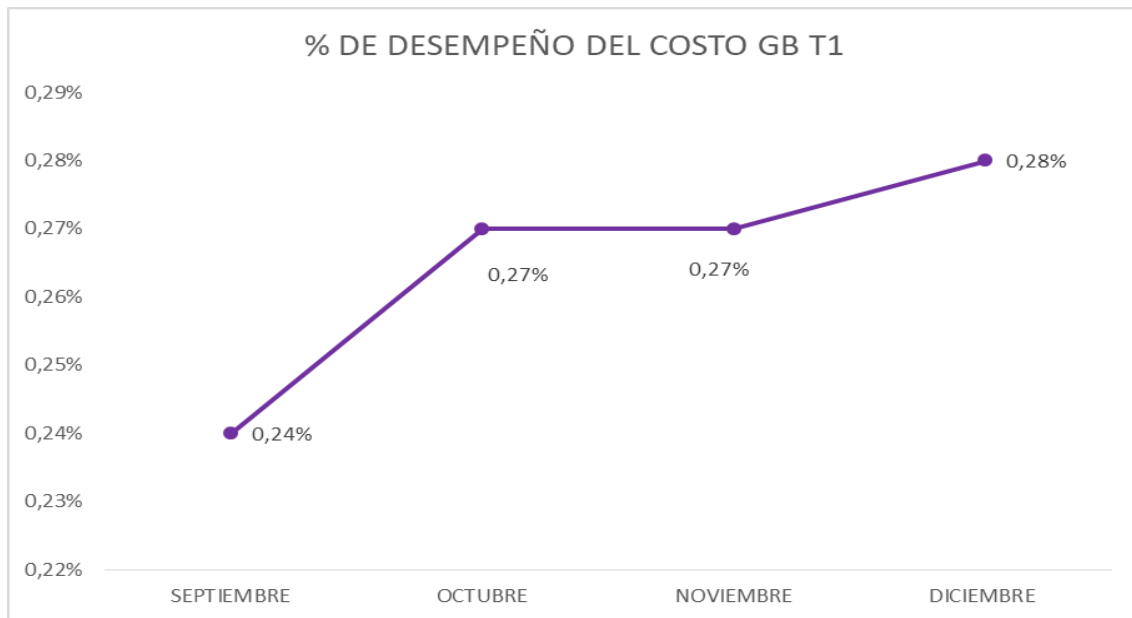
4.11.2. GRÁFICOS SEGUIMIENTO

El porcentaje de desempeño del cronograma correspondiente a la gestión tiempo implementada por la constructora se obtiene de manera global por proyectos, es decir no es posible identificar por medio del indicador cuál de las actividades correspondientes a la ruta crítica está presentando problemas como se puede observar en la Gráfica 5 en el mes de octubre este indicador fue de 80,24%, aumentando a 89,04% en el mes de noviembre mejor desempeño del cronograma durante el periodo de estudio y finalizando el mes de noviembre con la mayor desviación en las actividades correspondientes a la ruta crítica en 79,52% indicando un mal desempeño del cronograma durante los meses correspondientes al periodo de estudio.

El porcentaje de desempeño de costos de la gestión costo de la constructora tiene en cuenta únicamente las desviaciones negativas en presupuesto causadas por los errores incurridos en la construcción, como se puede observar en la Gráfica 5 los meses de octubre y noviembre permanecieron constantes lo que indica que no se generaron desviaciones significativas en el cronograma a causa de los errores en la construcción, sin embargo en el mes de diciembre se evidencia un aumento de 0,1% es decir los costos que se pudieron evitar y son producto de errores en los procesos constructivos representan el 0,28% del total del presupuesto ejecutado en la construcción al finalizar el mes de diciembre.



Gráfica 10. Porcentaje de desempeño del cronograma global T1.



Gráfica 11. Porcentaje de desempeño del costo global T1.

4.12. COMPARACIÓN INDICADORES

Los indicadores de la gestión tiempo – gestión costo implementada por la constructora están en unidad de tiempo mensual en días calendario, y la gestión del valor ganado se desarrolló de manera semanal y fue agrupada en dos cortes equivalentes a un mes cada uno, razón por la cual se dificulta la comparación numérica de los indicadores, además de que los enfoques son diferentes.

4.12.1. CORTE 1

SPI (ÍNDICE DE DESEMPEÑO CRONOGRAMA) Y PORCENTAJE DE EJECUCIÓN DE OBRAS

El índice de desempeño del cronograma (SPI), permite observar el comportamiento parcial de las actividades, y el global del proyecto, al finalizar la semana 1 (28-10-17) el SPI global es de 96%, con un desfase del desempeño del cronograma de 4%, cuando finalizo el corte en la tercera semana de noviembre correspondiente al sábado 18-11-17 el SPI era de 99%, indicando un atraso en el cronograma representado por la variación del cronograma (SV) de \$ -60.914.011, evidenciando una mejoría en la eficiencia del proyecto durante el corte del 3% en el avance del cronograma.

Sin embargo, es necesario aclarar que el 21-10-17 se generó una nueva línea base de cronograma aprobada por coordinador de planeación de operaciones para la investigación, lo cual causo una reprogramación de la ejecución de la obra hasta dicha fecha.

El % de ejecución de las obras, representa el desempeño del cronograma en porcentaje respecto a los días de la ruta crítica de manera global del proyecto, y se produce en indicadores mensuales, el mes de octubre finalizo con un % de ejecución de las obras de 80.24% y el mes de noviembre 89.04% como se observa en la Gráfica 10 mostrando una mejoría del 8.8% a pesar de esto, el proyecto continúa atrasado con respecto a la ruta crítica.

A pesar de que los enfoques son diferentes, y que el indicador de desempeño del cronograma de la última semana de noviembre no está incluido en el corte, los dos métodos evidencian que se están presentando problemas de atraso en el cronograma con respecto a lo planificado.

CPI (ÍNDICE DE DESEMPEÑO COSTOS) Y PORCENTAJE DE DESEMPEÑO DE COSTOS

El índice de desempeño de costos (CPI), de la gestión del valor ganado al igual que el SPI permite observar el comportamiento parcial de las actividades y global de proyecto, al finalizar la semana 1 (28-10-17) el CPI es de 98%, encontrándose 2% abajo del desempeño óptimo de los costos, la tercera semana de noviembre (18-11-17) correspondiente a la finalización del corte con CPI de 99%, mostrando una mejoría del 1% en el desempeño global de los costos.

El indicador de desempeño de costos de la gestión costo de la constructora durante el mes de octubre fue de 0,27% por encima de lo presupuestado, al finalizar el mes de noviembre el indicador continuo constante, debido a que no hubo cambios significativos en los procesos operativos.

Comparando los indicadores podemos hacer énfasis en que los dos evidencian aumento en el presupuesto del proyecto y que de mes a mes los indicadores no tuvieron una variación exorbitante.

4.12.2. CORTE 2

SPI (ÍNDICE DE DESEMPEÑO CRONOGRAMA) Y PORCENTAJE DE EJECUCIÓN DE OBRAS

El índice de desempeño global del cronograma (SPI) al finalizar la semana 5 (25-11-17) es de 100%, con una variación del cronograma de \$-6.181.944, para esta semana el cronograma se encontraba en el desempeño óptimo del cronograma, sin embargo, al finalizar la semana 8 (16-12-17) el SPI es de 96%, mostrando un empeoro del 4% del SPI durante el segundo corte.

El % de ejecución de las obras del mes de noviembre finalizo en 89.04% y el mes de diciembre en 79.52% como se observa en la Gráfica 10, empeorando el desempeño global del proyecto con respecto a la ruta crítica en un 9.52% de mes a mes.

Los dos métodos evidenciaron que, durante el periodo de tiempo comprendido entre el mes de noviembre y el mes de diciembre, hubo una decadencia significativa en el desempeño del cronograma, continuando atrás de lo planificado.

CPI (ÍNDICE DE DESEMPEÑO COSTOS) Y PORCENTAJE DE DESEMPEÑO DE COSTOS

El índice de desempeño de costos (CPI) al finalizar la semana 5 (20-11-17 a 25-11-17) fue de 0,99 y el CPI finalizando la semana 8 correspondiente a la tercera semana del mes de diciembre fue de 0,97 (11-12-17 a 16-12-17) indicando desviaciones negativas en el presupuesto del proyecto.

El indicador de desempeño de costos de la gestión costo de la constructora durante el mes de noviembre fue de 0,27% por encima de lo presupuestado, al finalizar el mes de diciembre el indicador fue de 0,28% indicando 0,1% más de aumento en los costos del proyecto.

Comparando los indicadores podemos observar que en las dos metodologías hubo un incremento en los costos del proyecto con respecto a lo planificado en el intervalo del mes de noviembre al mes de diciembre donde finalizo la investigación.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES DE LA IMPLEMENTACIÓN EN EL ESTUDIO CASO

- Como se puede observar en la Tabla 14, según los indicadores de proyección de la gestión del valor ganado si el proyecto continua con el desempeño actual, no podrá cumplir con lo planificado a nivel de costos, se requiere una mayor eficiencia en el uso de los recursos con el fin de alcanzar un índice de desempeño del trabajo por completar de 1.04 para cumplir con el presupuesto a la conclusión.
- El desempeño del capítulo de urbanismo no fue el mejor durante el periodo de estudio sin embargo no es representativo para el desempeño global del proyecto ya que solo equivale al 0,75% de la línea base de costos.
- La aplicación de la técnica del valor ganado al proyecto deja en evidencia, que durante las 8 semanas correspondientes al periodo de estudio, el proyecto tuvo costos superiores a los planificados y que pese a los esfuerzos por ejecutar el proyecto conforme a lo planificado, solo se pudo mantener eso la semana 5 y la semana 6, a partir de estas se generó un atraso significativo en el cronograma a causa del retraso en el inicio de las actividades de carpintería de madera, y cocina.
- El índice de desempeño de costos (CPI) tiene en cuenta todas las razones de aumento en los costos del proyecto, a diferencia del porcentaje de desempeño de costos de la gestión costo de la constructora que solo tiene en cuenta el aumento en los costos por reprocesos operativos, es decir desprecia desviaciones negativas del presupuesto, siendo menos acertado en el comportamiento real de los costos en el proyecto.
- La aplicación del método del valor ganado permite hacer un análisis a detalle del comportamiento global del proyecto desglosándolo al nivel de profundidad deseado. La gestión tiempo- costo con programación ruta crítica y presupuesto tradicional implementada actualmente por la constructora solo permite conocer el desempeño global del proyecto, lo cual dificulta identificar cuál de las actividades del proyecto está presentando problemas.

- El tiempo fue un factor que se pudo recuperar mediante el análisis de los indicadores del valor ganado y toma de decisiones del equipo de dirección del proyecto. En cambio, en el caso de los sobrecostos generados desde el inicio del proyecto en las actividades más representativas de la línea base de costos no fue posible revertirlo con el fin de disminuir la desviación, por el contrario, se pudo evidenciar que cuando en el análisis del proyecto se evidenciaba mejoría en el cronograma aumentaba la desviación negativa en los costos producto del aumento en los recursos destinados a mejorar el desempeño del cronograma.
- El software de gestión interno de la compañía que contiene información en tiempo real, facilita la integración de cronograma y presupuesto, además de los costos incurridos en la realización de cada actividad, desarrollarlo junto al software de gestión Microsoft Project facilita la aplicación del método en los proyectos de la constructora.

CONCLUSIONES DEL MÉTODO

- La generación de los indicadores del método de valor ganado permitió identificar el estado parcial de las actividades, sin embargo se hace necesario verificar que lo generado por los indicadores coincidiera con lo sucedido en la obra, y realizar un análisis de la causa del atraso y aumento en los costos de las actividades como se muestra en la Tabla 15.
- A pesar de que el método del valor ganado permite hacer un diagnóstico del estado del proyecto, la capacidad de respuesta y toma de decisión acerca del rumbo negativo de las actividades recae en el equipo de dirección de proyectos, por tanto, es este el encargado de dar una utilidad real a la información obtenida mediante el método.
- Para aplicar el valor ganado en un proyecto de construcción se deben establecer todos los requerimientos para la metodología, la empresa constructora debe adaptar sus procesos previamente a la recolección de datos.
- Un registro del valor ganado permite al gerente de un proyecto e interesados en el mismo acceder a la historia del proyecto con el desempeño actual y futuro, aportando positivamente en el control del mismo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener un conocimiento previo del concepto de los indicadores del valor ganado, con el fin de tener un dominio del tema y poder realizar un correcto análisis del comportamiento del proyecto.
- Es recomendable aplicar el valor ganado desde el inicio del proyecto, ya que como se muestra en el **ANEXO 2**, el atraso acumulado es la segunda causa de no cumplimiento. Aplicar el método desde el inicio del proyecto con el compromiso adecuado del equipo de dirección del proyecto evitaría la acumulación de dicho atraso y mejoraría la oportunidad de alcanzar los objetivos planificados. Además se evidencio que al sobrescribir la línea base de costos dejando la misma línea base de cronograma, el software Microsoft Project no generaba indicadores en algunas de las actividades con porcentaje de avance del 100%.
- Se recomienda verificar constantemente la asignación del porcentaje de avance de las actividades del proyecto, ya que, durante la actualización del proyecto, se pueden cometer errores humanos que den avances superiores a los reales y alteran la veracidad de los resultados de los indicadores del método del valor ganado.
- Se recomienda incorporar la implementación del valor ganado, como complemento de la gestión tiempo y la gestión costo de la constructora, ya que el enfoque de los métodos es diferente y permiten abarcar en mayor magnitud el monitoreo y control de sus proyectos.
- Es recomendable que previo a recolección de la información necesaria de obra para la generación de los indicadores del valor ganado, se cuente con un periodo considerable de tiempo que permita adecuar la información del proyecto en el software Microsoft Project debido a que es un proceso manual y que requiere de verificación constante para no incurrir en errores.

- Se recomienda incentivar la investigación en el medio local de la gestión del valor ganado, en los diferentes softwares de gestión, primavera, construcontrol, que como Microsoft Project pueden facilitar la implementación del mismo, buscando la mejoría en los resultados de la ejecución de proyectos de obras civiles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. Brojt, Project Management: Un enfoque de liderazgo y ejecución de proyectos en la empresa para aplicar los lunes por la mañana, Buenos Aires: Granica S.A., 2013.
- [2] J. Salinas Velasco y G. A. Rey Nariño, Aplicación de la tecnica del "valor ganado" a un proyecto de construccion de un edificio de vivienda. Estudio de caso ., Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana, 2011.
- [3] C. F. Rivera Peña , Guia de aplicación del metodo del valor ganado como sistema integral de control, seguimientoy supervisión de obras. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana., Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana, 2012.
- [4] A. Climent Alós, Aplicación de EVM a ruta crítica. Estudio de caso., València: Universitat Politècnica de València, 2014.
- [5] A. F. Castro Gonzalez, Aplicación del metodo del valor ganado como sistema integral de control,seguimiento y supervision del proyecto "Edificio Carlonia del norte", Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana, 2014.
- [6] J. E. Contreras C, Sistema de control de gestión basado en la tecnica del valor ganado:presentación de un nuevo estimador de término de proyectos en ejecución., Chile : Escuela de postgrados economia y negocios Universidad de Chile, 2007.
- [7] L. V. M. Martin, Aplicación del método del valor ganado en proyectos de obra publica, Asturias : Universidad de oviedo, 2017.
- [8] Project Management Institute, GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS (Guía del PMBOK) Quinta edición, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013.
- [9] J. J. M. Miranda, El desafío de la gerencia de proyectos: alcance-tiempo-presupuesto-calidad, Bogotá: MM editores, 2004.
- [10] G. J. Reyes , E. D. Campos y M. H. Hernandez , Gerencia de proyectos. Aplicación a proyectos de construcción de edificaciones, Bogota: Ediciones Uniandes, 2013.
- [11] P. B. L, Administración y dirección de proyectos. Un enfoque integrado. Segunda edición, Santiago de Chile : McGraw-Hill, 1996.
- [12] D. C. Santos Ayala, Aplicacion de la tecnica de valor ganado para el monitoreo y control de una obra de construccion en la empresa CUBYCO constructores S.A, Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana, 2014.
- [13] R. F. Juridias, Método del Valor Ganado (EVM): aplicación en la gestión de proyectos de edificación en España, Madrid: Editorial Academica Española, 2017.
- [14] M. C. Vilacha Chauca, Aplicacion del metodo de valor ganado como una alternativa en el control de costos de un proyecto de construccion civil., caracas: universidad catolica Andres Bello, 2004.
- [15] F. Lacouture Carvajal, IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO EN UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL, Bogota: CI Grodco S en CA, 2014.
- [16] D. Fannon y R. St Martin, Gestión del Valor Ganado del Trabajo en Curso, project management institute, 2010.
- [17] J. O. B. Gordillo, Herramientas para el analisis y seguimiento de proyectos, Earned value analysis ,puntos de caso de uso, puntos de funcion, Bogota : universidad Kornad Lorenz, 2007.
- [18] J. Kostalova, L. Tetrevova y J. Svedik, Support of Project Management Methods by Project Management, Czech Republic: University of Pardubice, 2015.

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Ilustración 6. Módulos de formaleta Outinord usados en estructura túnel.



Ilustración 6. Frisos fachada y frisos interiores zonas comunes.



Ilustración 7. Estuco.



Ilustración 8. Enchape apartamentos.



Ilustración 9. Estuco interior apartamentos.

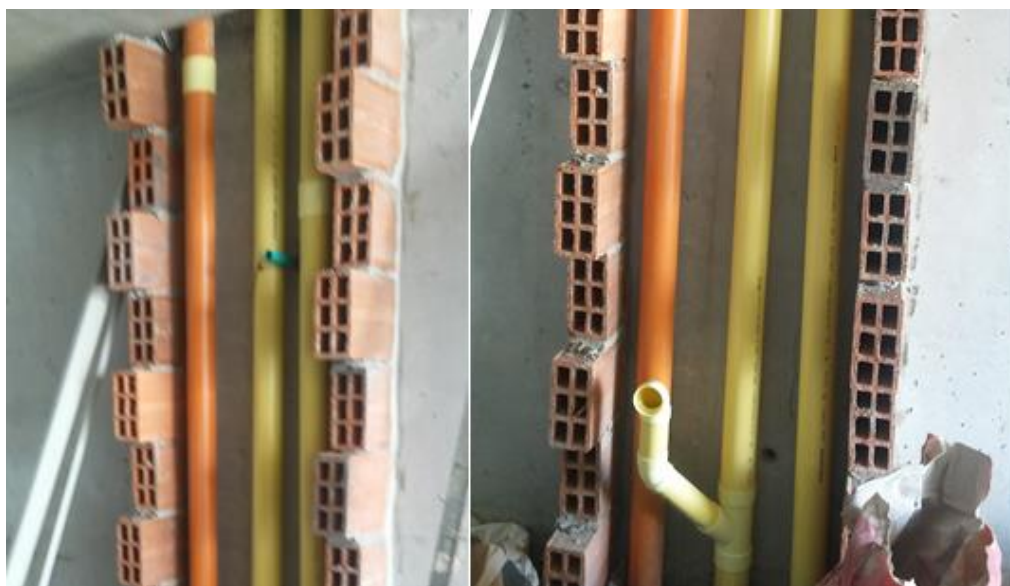


Ilustración 10. Instalaciones hidráulicas y sanitarias.



Ilustración 11.Mampostería



Ilustración 12.Cubierta - cielo raso baños.



Ilustración 13. Bajante sistema atraparrayo.



Ilustración 15. Prueba de hermeticidad red de distribución.

ANEXO 2. GESTIÓN DE TIEMPO - LEAN - PAC

