

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**CONTROL DE OBRA DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR
“LOS FRESNOS” A TRAVES DE LA GESTION
DEL VALOR GANADO (EVM)**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. GABRIELE ZEVALLOS, GISELLE CHRISTIN

Bach. NAVARRO ARMAS, DANIEL HENRY NELSON

Ing. ENRIQUE L. TORRES PÉREZ

LIMA – PERÚ

AÑO : 2015

DEDICATORIA

Giselle Gabriele Zevallos

Esta investigación se la dedico a Dios por permitirme ver este proyecto terminado, a mi madre Dolores por enseñarme que las metas se pueden alcanzar con mucho esfuerzo y sacrificio, a mi padre Manuel por enseñarme a enfrentar los problemas sin miedo al resultado, a Sky por recordarme la alegría que no debo olvidar nunca y a mi compañero Daniel por hacer este camino conmigo.

Daniel Navarro Armas

Esta tesis se la dedico a Dios por darme la fortaleza para vencer obstáculos, a mi tío Wilber por su apoyo para esta investigación, mi mamá Maura por educarme y sacarme adelante, a mi papá Oscar por motivarme a pensar en grande, mi hermana Karen por sus consejos, mis abuelos Cloricia y Nelson por cuidarme como un hijo más, a mi compañera Giselle por hacer el mejor equipo que podría haber tenido y a Mitzy por regalarme alegría en las buenas y las malas.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la fortaleza de superar todos los obstáculos que se nos presentaron; a nuestras familias por su apoyo incondicional durante nuestra formación académica, por los valores que nos inculcaron y hacernos las personas que somos ahora; a aquellos amigos que se han mantenido presentes, dispuestos a escucharnos y compartir un momento con nosotros.

A la universidad Ricardo Palma y sus profesores que, con excelente calidad y profesionalismo supieron transmitirnos los conocimientos necesarios para formar parte de esta hermosa carrera que es la ingeniería civil.

Al Ing. Enrique Torres por sus valiosos consejos y compromiso en apoyarnos en todo lo que necesitamos para realizar esta investigación.

Giselle Gabriele Z. y Daniel Navarro A.

INDICE

<u>INTRODUCCION</u>	- 1 -
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	- 2 -
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	- 2 -
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	- 3 -
1.2.1 Problema principal.....	- 3 -
1.2.2 Problemas secundarios	- 3 -
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 5 -
1.3.1 Objetivo general	- 5 -
1.3.2 Objetivos específicos.....	- 5 -
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 6 -
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	- 8 -
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 8 -
CAPITULO II: MARCO TEORICO	- 10 -
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	- 10 -
2.2 BASES TEORICAS	- 13 -
2.2.1 Gestión de costos.....	- 13 -
2.2.2 Sistema de gestión del valor ganado.....	- 15 -
2.2.3 Definiciones conceptuales	- 16 -
2.3 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	- 23 -
2.3.1 Hipótesis general.....	- 23 -
2.3.2 Hipótesis secundarias.....	- 23 -
2.4 VARIABLES	- 24 -
2.4.1 Definición conceptual de las variables de la Hipótesis General....	- 24 -
2.4.2 Definición de las variables de las Hipótesis Secundarias	- 24 -
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	- 26 -
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 26 -
3.1.1 Metodología.....	- 26 -
3.1.2 Nivel de investigación.....	- 26 -
3.1.3 Dimensión de la investigación	- 27 -
3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	- 27 -
3.2.1 Operacionalización de las variables de la hipótesis central.....	- 27 -
3.2.2 Operacionalización de las variables de las hipótesis secundarias	- 28 -
3.3 HERRAMIENTAS DE RECOLECCION DE DATOS	- 31 -
3.3.1 Descripción de los instrumentos.....	- 31 -
3.3.2 Validez y confiabilidad de los instrumentos	- 32 -
CAPITULO IV: APLICACIÓN	- 33 -
4.1 PROYECTO PILOTO PARA LA APLICACIÓN DEL EVM.....	- 33 -
4.1.1 Descripción de la empresa:	- 33 -
4.1.2 Descripción del proyecto piloto.....	- 33 -

4.1.3 Control de costos de la Gerencia de Enterprise Inversiones S.A.C.-	34
-	
4.2 APLICACIÓN DEL ANALISIS DEL VALOR GANADO EN LA OBRA	35
CAPITULO V: PRESENTACION DE RESULTADOS	46
5.1 ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
5.1.1 Métricas del Valor Ganado	46
5.1.2 Pronostico de completación de obra.....	56
5.1.3 Reporte del rendimiento de obra	59
5.1.4 Recuperación de las desviaciones	63
5.2 CONTRASTACION DE HIPOTESIS	68
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
6.1 CONCLUSIONES	74
6.2 RECOMENDACIONES	79
6.3 PROPUESTA DE MEJORAS	81
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Formato de Control de Costos Efectivos FCCE-PMLF-04-2015.	- 39 -
Tabla 2: Formato de Reporte de Valor Ganado FREV-PMLF-04-2015.....	- 40 -
Tabla 3: Formato de Control de Costos Efectivos FCCE-PMLF-07-2015.	- 43 -
Tabla 4: Formato de Reporte de Valor Ganado FREV-PMLF-07-2015.....	- 44 -
Tabla 5: Métricas del EVM para el Primer Control.	- 48 -
Tabla 6: Métricas del EVM para el Segundo Control.	- 54 -
Tabla 7: Métricas del EVM y Estimación por 3 Valores para el primer periodo de control.	- 57 -
Tabla 8: Rangos de estimación del costo de la obra a la conclusión para el primer periodo de control.	- 57 -
Tabla 9: Métricas del EVM y Estimación por 3 Valores para el segundo periodo de control.	- 58 -
Tabla 10: Rangos de estimación del costo de la obra a la conclusión para el segundo periodo de control.	- 58 -
Tabla 11: Reporte de Performance de Obra N° 4.	- 60 -
Tabla 12: Reporte de Performance de Obra N° 7.	- 62 -
Tabla 13: Variación del Cronograma desagregado para el primer periodo de control.	- 65 -

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Escenarios de Tiempos y Costos del EVM.	- 19 -
Figura 2: Comprender los conceptos de valor ganado mirando hacia atrás y adelante en un proyecto.	- 20 -
Figura 3: Concepto del TCPI.	- 22 -
Figura 4: Curva S - Valor Planificado de la especialidad de Estructuras de la Obra: Proyecto Multifamiliar Los Fresnos.	- 37 -
Figura 5: Curvas S de Valor panificado, Valor ganado y Valor Real para la Quincena 4.	- 41 -
Figura 6: Curvas S de Valor panificado, Valor ganado y Valor Real para la Quincena 7.	- 45 -
Figura 7: Curva S evidenciando situaciones particulares para el Primer Control.	- 47 -
Figura 8: Análisis de Variación Periódico para el Primer Control.	- 48 -
Figura 9: Desempeño Global del Proyecto para el Primer Control.	- 49 -
Figura 10: Curva S evidenciando situaciones particulares para el Segundo Control.	- 51 -
Figura 11: Análisis de Variación Periódico para el Segundo Control.	- 53 -
Figura 12: Desempeño Global del Proyecto para el Segundo Control.	- 55 -
Figura 13: Distribución estándar o normal.	- 56 -
Figura 14: Fotografía de obra Quincena 3.	- 67 -
Figura 15: Curva S EV y AC.	- 74 -
Figura 16: Curva S PV y EV.	- 75 -

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	- 83 -
Anexo 2: Cuadro de Operacionalidad	- 85 -
Anexo 3: Formato de Reporte de Valor Ganado	- 86 -
Anexo 4: Formato de Control de Costos Efectivos.....	- 87 -
Anexo 5: Reporte de Performance de Obra.....	- 88 -
Anexo 6: Plan de Gestión de Costos.	- 89 -
Anexo 7: Presupuesto Oficial de Obra.....	- 93 -
Anexo 8: Estructura de Desglose de Trabajo (EDT o WBS)	- 94 -
Anexo 9: Cronograma de Proyecto Multifamiliar Los Fresnos – Especialidad Estructuras.....	- 95 -
Anexo 10: Solicitud de Cambio.	- 96 -

RESUMEN

La presente investigación de carácter cuantitativo tiene el propósito de demostrar que el uso de la Metodología de Valor Ganado (Earned Value Management - EVM) para controlar los costos en una obra influye en la optimización de la rentabilidad de un proyecto inmobiliario; en este caso en la ejecución de la especialidad de estructuras de la obra: Proyecto Multifamiliar Los Fresnos. Para ello, se determinó el desempeño de la obra mediante los índices propuestos por el EVM, para conocer el estado del proyecto; se calculó el rendimiento y las variaciones de costo y tiempo de la ejecución de obra para estimar el rendimiento al cierre de la obra; y por último, se tomó acciones en obra para optimizar la gestión de costos. La investigación se aborda de acuerdo al tipo de estudio correlacional - transversal, ya que se midió el desempeño de costo y tiempo de la ejecución de la obra usando los índices de Rendimiento y Variación que ofrece la teoría del EVM tabulados en formatos de tablas y gráficos (validado por las ecuaciones propuestas en la Guía del PMBOK ® 5^{ta} versión del PMI®) determinando el estado económico, la fidelidad del cronograma en el que se encontraba la obra para determinados periodos y la proyección de cómo terminaría la ejecución de la especialidad de estructuras, luego se tomaron acciones en función de los resultados obtenidos. Los resultados finales para el último periodo de aplicación del EVM en la especialidad de estructuras fue de un ahorro de hasta S/. 60 mil nuevos soles con un ligero retraso del 3% con respecto al cronograma planificado. Concluyéndose que la aplicación de la Metodología del Valor Ganado resultó efectiva para controlar las desviaciones que presentó la obra Los Fresnos, medir el progreso de la obra y actuar de forma correctiva en esta investigación.

PALABRAS CLAVES

METODOLOGIA DEL VALOR GANADO, RENTABILIDAD, DESEMPEÑO, ESTADO DE PROYECTO, INDICE DE RENDIMIENTO, INDICE DE VARIACIÓN, PROYECCION, ACCIONES, GESTION DE COSTOS

ABSTRACT

This quantitative research aims to demonstrate that the use of the Earned Value Management (EVM) to control costs in a job influences the optimization of the performance of a real estate project; in this case the execution of the specialty structures of the job: Multifamily Project Los Fresnos. To do this, the performance of the job was determined by the rates proposed by the EVM, to find out the status of the project; calculations were taken of the performance and changes in cost and time of the execution of work to estimate the performance at the end of the job; and finally, action was taken on the job to optimize cost management. The research is discussed according to the type of correlational study - transversely, as the performance of cost and time of execution of the job was measured using indexes of performance and variation offered by the theory of EVM tabulated formats charts and graphs (validated by the equations proposed in the PMBOK ® Guide 5th Version PMI®) determining the economic status, the fidelity of schedule in which the work was at for certain periods and projecting how to end the execution of the specialty structures, then actions were taken depending on the results obtained. The final results for the latest period of EVM implementation specializing in structures were savings of up 60,000 nuevos soles with a slight delay of 3% compared to the planned schedule. Concluding that the application of Earned Value Management was effective in controlling the deviations that the Los Fresnos job presented, measuring the progress of the job, and acting in the correct manner for this investigation.

KEYWORDS

EARNED VALUE METHODOLOGY, PERFORMANCE, PERFORMANCE, PROJECT STATUS, PERFORMANCE INDEX, RATE OF CHANGE, PROJECTION, ACTIONS, COST MANAGEMENT.

INTRODUCCION

El presente trabajo se desenvuelve en el campo de la metodología de valor ganado como herramienta de la gestión de costos de empresas constructoras; puesto que se ha observado cómo los estándares de calidad de los proyectos relativos a la ingeniería civil se van perfeccionando y la necesidad de un continuo avance en infraestructura por parte de un país en desarrollo, hacen que los proyectos de construcción manejen presupuestos que superan la cifra del millón. Esto lleva al empresario a la decisión de tomar en serio una metodología que le permita controlar de manera eficiente los costos que impliquen realizar la ejecución de una obra y mantenerlos dentro del tiempo estipulado.

A nivel global existen diferentes métodos de control de costos para diferentes campos de trabajo y una de las más famosas en este rubro es la que pertenece a la Guía del PMBOK, que otorga al área de gestión de costos una herramienta práctica para monitorear el estado del proyecto, midiendo el desempeño de cualquier obra basada en tres variables independientes Valor Planificado, Valor Ganado y Costo Real, conocida como Metodología de Valor Ganado - EVM.

En el Perú existe una gran demanda por parte de la población y el gobierno para la creación de diferentes proyectos de infraestructura, entre las que más destaca es la construcción de multifamiliares. En vista de esta necesidad, en las últimas décadas se han creado miles de inmobiliarias, pero las metodologías para controlar sus obras no son un factor que siempre acompañen a cada una de estas constructoras, por lo que muchas de ellas dejan trabajos inconclusos por la falta de un manejo de costos, sobrepasan el presupuesto, el cronograma y hasta llegan afectar la calidad del producto. Es esta la realidad que queremos combatir con la aplicación del EVM como herramienta de control de costos para identificar el estado de la obra en un determinado momento en función del costo y el tiempo, hacer proyecciones al cierre de la obra y determinar acciones preventivas o correctivas para concluir la obra dentro del plazo y presupuesto planificado.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Nuestro país atraviesa una temporada de crecimiento acelerado en infraestructura conocido como boom inmobiliario, convirtiendo este sector en uno de los más atractivos para invertir por los empresarios de pequeñas y medianas empresas, es por eso que en el Perú existen más de 8 mil inmobiliarias y constructoras informales y alrededor de 5500 empresas constructoras formales según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Entonces podemos deducir que para mantener a flote tantas constructoras, la gerencia de cada una debe contar con algún sistema de gestión para controlar sus proyectos, ya que, la falta de una gestión de planificación y fijación de estrategias provoca pérdidas en las utilidades e incluso en el patrimonio (razones por las que una empresa puede quebrar). Además, actualmente los proyectos poseen un alcance definido que requiere ser ejecutado en el plazo de tiempo más corto posible.

La gestión de planificación proporciona bases para controlar la ejecución de obra así como todo el proyecto, especialmente sus costos y el tiempo, haciendo posible medir su avance. Sin una planificación es imposible verificar si el proyecto está siendo ejecutado eficientemente, tampoco se puede comparar lo ejecutado con lo programando, y su ausencia genera una visión poco clara. El proceso de planificación es esencial para establecer bases sólidas para el auto análisis y el aprendizaje.

Sin embargo contar con una planificación sin herramientas que permitan controlar los costos y tiempo adecuadamente no permite alcanzar las metas de los proyectos con la eficiencia necesaria. Actualmente existen numerosos software que se usan como herramientas para controlar costos, las más usadas por las constructoras son Excel, msProject, s10, entre otros; pero la falta de conocimiento sobre estos programas dan lugar a que

los proyectos finalicen de manera eficaz mas no necesariamente de un modo eficiente. Algunas inmobiliarias durante la ejecución de obra controlan sus costos de forma empírica usando las herramientas mencionadas solo para comparar su avance valorizado con costos realizados a la fecha dejando vacíos en el análisis, que de contar con un sistema estandarizado de gestión de control de costos como herramienta, puede mitigar errores que se dejan de lado al permitir identificar problemas y tomar decisiones oportunas.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema principal

Habiendo descrito la realidad problemática anteriormente se diagnosticó el siguiente problema principal expuesto a continuación:

Se cree que la metodología del valor ganado para controlar los costos en una obra influye en la optimización de la rentabilidad del proyecto.

1.2.2 Problemas secundarios

- Se sabe que en un proyecto multifamiliar la ejecución de obra tanto la estructura representa aproximadamente el 60% de los costos y tiempo a invertir para realizar la edificación.

Es por ello que la forma en cómo se desempeñan las tareas y partidas de una obra de construcción influyen en el estado del proyecto. Ya sea desde cuánto tiempo le toma a una cuadrilla de obreros realizar una actividad, cómo lo orienta un capataz e ingeniero, hasta contar con los materiales necesarios oportunamente; todo esto determinan un ritmo de trabajo.

Pero que pasa cuando no se controlan todas las actividades bajo un mismo criterio. Encontramos que “trabajamos a ciegas” y

posiblemente estemos gastando casi todos los recursos designados para esta actividad sin terminarla.

Se piensa que el desempeño de la ejecución de una obra demuestra el estado del proyecto.

- En toda obra de construcción encontramos un análisis de precios unitarios previo al desarrollo del proyecto para calcular cuánto costará ejecutar cada partida de la obra y también un cronograma para determinar el tiempo que demandará la ejecución. Sin embargo, en la realidad se encuentra que el presupuesto y el cronograma planificado no están a la par con lo avanzado en campo y menos dentro del margen previsto de costos. Al encontrar estas variaciones las proyecciones a la conclusión son poco favorables ya que se encuentran arrastrando un desfase que probablemente no se pueda recuperar durante la ejecución, trayendo consigo ampliaciones de plazo o adicionales de costo. Por lo que los registros de avance diario, semanal o mensual que se realicen juegan un papel clave y que no se están aprovechando a un 100% si no estamos analizando adecuadamente esta información, por lo que es necesario saber:

En qué medida el rendimiento y las variaciones de costo y tiempo de la ejecución de obra influye en la proyección al cierre de la obra.

- Cuando una obra multifamiliar se encuentra en ejecución podemos decir que es el resultado de un trabajo en conjunto de diferentes áreas gestoras que llevan a cabo la obra, por ende son responsables del estado en que se encuentre y de cómo llegue a concluir. Es por ello que el área encargada de control de costos está en la obligación de mantener un riguroso seguimiento al avance de la obra, verificando algún desvío del cronograma o del presupuesto; con el objetivo de identificar si algo anda mal o si hay puntos del proceso

que se podrían mejorar; así prevenir el uso de más recursos tales como mayores horas hombre y/o materiales para terminar las partidas con retraso que pueden terminar arrastrando sobrecostos a lo largo de la ejecución de la obra.

Qué acciones se pueden tomar para optimizar la gestión de costos.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Con el crecimiento del sector inmobiliario y la conformación de nuevas empresas que buscan cubrir la demanda de la población de viviendas u oficinas, buscan brindar como producto edificaciones terminadas en el menor tiempo posible, perdiendo de vista la necesidad de controlar sus costos, algunas veces arriesgando la calidad del producto para no afectar la rentabilidad del proyecto y muchas otras dejando las construcciones inconclusas por falta de recursos. Por lo que se propone.

Aplicar la metodología del valor ganado del PMBOK en el control de costos en una obra, con la finalidad de optimizar la rentabilidad del proyecto.

1.3.2 Objetivos específicos

- El ritmo de trabajo en la ejecución de una obra es determinado por el avance que realizan al final de la jornada, sin embargo es poco objetivo decir que vamos a buen ritmo si no contamos con instrumentos que nos permitan medir este avance y que nos permita conocer en qué condición nos encontramos respecto al cronograma o presupuesto. Por lo que se debe de.

Determinar el desempeño de la obra mediante los índices de la metodología del valor ganado, para conocer el estado del proyecto.

- Dentro de la ejecución de la obra siempre se presentan imprevistos que generan retrasos o sobrecostos y que muchos de estos no son controlados ni analizados para ver las consecuencias que puede traer consigo poniendo en riesgo el alcance de la ejecución de la obra a la culminación. Por lo que se propone que.

Calcular el rendimiento y la variación de costo y tiempo de ejecución de obra para estimar la proyección al cierre de la obra.

- El control de costos ayuda a identificar desviaciones que afectan el presupuesto y calendario de obra durante toda la ejecución, en muchos casos nos permite replantear los planteamientos iniciales de las técnicas de desarrollo de ejecución de obra logrando sacar el mejor provecho de los recursos puestos en obra, por lo tanto se busca identificar.

La toma oportuna de acciones influye en la optimización de la gestión de costos

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las obras son controlados durante su ejecución principalmente en lo que respecta a aspectos técnicos, costos y tiempos. Los rendimientos en estos tres aspectos no son compatibles de forma natural, y es común que en la ejecución enfrente variaciones respecto a lo planificado, no se tenga un control adecuado sobre los cambios propuestos e implementados, razón por la cual muchas obras quedan inconclusas o con baja calidad. Por ello

el PMBOK ® propone la aplicación del Sistema de Gestión del Valor Ganado (EVMS – Earned Value Management System); para el monitoreo y control del avance.

En Perú uno de los casos más recientes de la aplicación del EVM fue la implementación de un Proyecto Piloto (construcción de caminos) de la Constructora MECH en Cuzco (2014) que en función a los indicadores del EVM se pudo tener una imagen real de cómo se encontraban durante la ejecución del proyecto y concluyeron que no se desarrollaba adecuadamente, lo que los llevó a realizar una reprogramación de entregables.

Es por esto que esta investigación se hace necesaria porque contribuye a la utilización de herramientas y técnicas de gestión de costos en una obra de edificación con la finalidad de cuantificar, controlar y gestionar mejor los recursos asignados, con el objetivo de identificar el uso adecuado de los recursos, mantener la ejecución de la obra dentro del presupuesto y cronograma previsto y garantizar la calidad en su infraestructura y acabados para contribuir a la mejora de la zona urbana.

Básicamente se justifica la elaboración de este trabajo para obtener experiencia en la aplicación de una metodología de control de costos, específicamente la implementación del sistema de gestión del valor ganado (EVM) en la ejecución de edificaciones multifamiliares, y analizar las posibles causas que no han permitido establecer un sistema de gestión de costos estandarizado en la Constructora Enterprise Inversiones SAC.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La falta de un sistema estandarizado de control de obra de la empresa resulta inconveniente al momento de desarrollar la investigación ya que el encargado de hacer el seguimiento del uso de materiales es el ingeniero residente, puesto que no cuenta con un personal asignado para realizar esas tareas y que se encargue exclusivamente a registrar el material ingresado y utilizado en el día. Por ende los datos recolectados de cada quincena se entregaron con retraso por el corto tiempo y la carga de responsabilidades del residente de obra.

La falta de monitoreo de materiales usados por partida o fases resulta inconveniente para realizar el control de costos reales de manera particular dejando la opción general como único modo de controlar los costos de obra.

Así mismo el seguimiento y control que se realiza en la obra no está integrado al sistema contable de la empresa, por lo que la información financiera tiene que ser solicitado a la parte contable de la empresa, generando la necesidad de esperar la entrega de datos.

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Existen estudios y metodologías establecidas, como la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK versión 5), sobre la gestión de costos, así como numerosas investigaciones a nivel nacional e internacional de experiencias y prácticas de la aplicación del Sistema de Gestión del Valor Ganado - EVM (como herramienta de gestión de costo) en diferentes proyectos de pequeña, mediana y gran envergadura, que permitiría tomarlas como referencia, tanto en conceptos como en metodología, para viabilizar la investigación.

Así mismo se dispone de toda la información referente al proyecto en el cual se implementará la aplicación del sistema de gestión del valor ganado, contando con la autorización del uso de recursos, acceso a formatos y registros de control de avance de obra, informe financiero de obra y reuniones de coordinación para la adecuada implementación del EVM, con el fin de alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

En los años ochenta surgen algunos detalles del Análisis del Valor Ganado con la primera publicación del PMBOK del PMI (1987). Para 1991, el Secretario de Defensa de los Estados Unidos, Dick Cheney cancela el Programa de la Marina A-12 Avenger II debido a los problemas de desempeño detectados al aplicar el método del valor ganado (Haughey D., 2012). En 1998, el Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales reconoce al PMBOK con la Norma ANSI/EIA-748, que posteriormente fue actualizada en el 2013 con la Norma ANSI/EIA-748-C.

Es así como la técnica del EVM logra protagonismo en los últimos tiempos como una herramienta para controlar costos y tiempo que permite detectar el estado actual de cualquier proyecto sin importar el rubro, lo que es tomado muy en serio por compañías e industrias, ya que existe una necesidad de un control más detallado de las finanzas, debido al perfeccionamiento de los estándares de calidad y los grandes montos económicos que se invierten en plazos determinados.

Tan eficaz es el método que en los Estados Unidos, los proyectos relacionados con diseño y ejecución de plantas industriales promovidos por su gobierno obligan la implementación del EVM o lo utilizan también en muchos entornos relacionados directa o indirectamente con este país.

Es por eso que el sector construcción, uno de los rubros más solicitados en las últimas décadas por países desarrollados o en desarrollo como el nuestro, buscan la implementación del EVM para identificar las variaciones que presenten los proyectos y definir cuanto antes las acciones para recuperar parte de o la totalidad de esos desfases, por la simple razón de manejar presupuestos que pueden llegar a sobrepasar el millón de dólares.

A nivel internacional encontramos variados proyectos donde se han aplicado el método de control de costos del EVM para buscar su próxima implementación a sus planes de gestión, como es el caso de la Escuela Técnica Superior de Topografía Y Cartografía de la Universidad Politécnica de Madrid (España-2010), en donde los tesisistas Fernando G Valderrama y Rafael Guadalupe Garcia identificaron el uso de esta herramienta en países de potencia mundial en el ámbito industrial pero no en el sector construcción de España. Trazando como objetivos un modelo reducido para la dirección de una obra, que equivaldría en un sentido amplio al

gestor de proyectos, y un modelo más amplio para la empresa constructora encargada; llegando a concluir que el método del EVM permitió a los responsables de dirigir la obra, superara la actitud pasiva, basada en recopilar información para registrar lo que ha pasado en obra, adoptando un enfoque estratégico que les permita conocer por adelantado lo que va a pasar, y tomar medidas para que se asemeje a lo que debería pasar según lo planificado, pudiendo expandir su papel tradicional y asumir nuevos perfiles profesionales, como el gestor de proyectos o el responsable de costes. En cuanto a las necesidades de información de la empresa constructora, su sistema de control de costos tradicional reflejo vacíos al momento de controlar los costos previstos y costos reales por la falta de implementación del control de costos en obra, que al momento de aplicar el EVM lograron utilizar todas las combinaciones de cantidades y precios del modelo y sus desgloses en los diferentes estados de aprobación, dando lugar a un enorme conjunto de datos, que configuran un panel de control exhaustivo y fiable para conocer en cada momento la situación económica y temporal de la obra.

Otra experiencia de Aplicación del método de valor ganado como una alternativa en el control de costos de un proyecto de construcción civil, realizada por Milagros Vilachá Chauca en la Universidad Católica Andrés Bello – Caracas, recolecta los datos de un proyecto de pavimentos ya ejecutado de una empresa constructora especializada en diferentes áreas de ingeniería civil. La razón por la que se utiliza un proyecto que ya se ejecuto es que el hecho de que ya se haya culminado la obra, permite una “auditoria técnico-administrativa” que da paso a comparaciones y a la posibilidad de introducir mejoras en la planificación y control de proyectos en la empresa que desconoce por completo el uso de esta herramienta.

Luego de aplicar la metodología de valor ganado a los datos simulando un control de costos y cronograma paralelo a lo que fue la ejecución del proyecto, se dio como resultado que la empresa sobrepaso en un 30% el presupuesto original; si bien es cierto el ente gubernamental que financió el proyecto le permito hacer un reajuste a las valorizaciones, el 30% de sobrecosto es dinero que se dejó de ganar.

Gracias al control simulado de esta investigación se reconoció la debilidad de la empresa de anticiparse en una etapa temprana a los sobre gastos no previstos, lo que generó una propuesta que dé la posibilidad de administrar los costos en el desarrollo de un proyecto con lo cual se anticipa, actualiza y supervisa las áreas principales de los procesos de planificación y control del mismo, con la intención que, a través de un

proceso apoyado en la gerencia del cambio, esta empresa pueda aplicar un mecanismo más óptimo y efectivo de control en futuros proyectos.

Como se puede apreciar a nivel internacional, el uso del EVM como herramienta para controlar costos le da la oportunidad a la empresa constructora visualizar no solo de forma global sus gastos conforme avanza el proyecto, sino que también permite hacer un análisis particular dentro de la obra al recolectar todos los datos que conllevan ejecutar la obra. Dando la oportunidad crear una herramienta de gerencia de proyectos eficiente.

A nivel nacional la experiencia en la aplicación del EVM dentro de los planes de gestión de costos en empresas constructoras es muy escasa, la mayoría de estas empresas se basan en la experiencia y no sacan provecho de toda la información que pueden recolectar en una obra al integrarlo a un sistema estandarizado para controlar costos.

Tal es la experiencia de Carlos Daga Ramón, que para obtener el título de ingeniero de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI – 2013) - Lima, aplicó el método de valor ganado como alternativa en el control de avance y costos en proyectos de una empresa constructora de metalmecánicas, con el objetivo de mejorar el control cuantitativo del avance de las obras y elaborar formatos gráficos para darle un seguimiento.

Aplicando el EVM se desarrollaron gráficas relativas a las curvas S de costos planificados, costos reales y valor ganado, además se obtuvieron indicadores que comparados con las gráficas permitió la elaboración de plantillas en un formato gráfico para el mayor entendimiento del avance del proyecto, en el cual se identificó con valores numéricos cuán retrasados estaban, al igual que cuánto se habían sobrepasado en costos, además se logró proyectar la información al cierre del proyecto, identificando qué áreas debían mejorarse en el control de obra para lograr las metas del proyecto.

Gracias a esta herramienta y a la estructura contable establecida es posible capturar fácilmente los costos relacionados con la obra y crear reportes que pueden ser manipulados para presentar, de forma amigable, la información con el encargado de obra, jefatura constructiva o director del proyecto.

Otra aplicación del EVM en el Perú fue el de los ingenieros Kyralina Olarte, Hubeer Sotomayor y Cesar Valdivia para generar una propuesta del control de costos aplicando el método de valor ganado en un proyecto de infraestructura de pavimentos de la Constructora MECH de Cuzco (2014);

que en función a los indicadores de costos y cronograma del EVM obtenidos en un primer periodo de control, se pudo tener una imagen real de cómo se encontraban la ejecución del proyecto al identificar un estado de ahorro pero con un gran retraso que conllevaría a solicitar una ampliación de tiempo para culminar lo solicitado.

Con los datos obtenidos se realizó una modificación al plan de gestión del proyecto reprogramando sus entregables para corregir las desviaciones identificadas; para el segundo periodo de control, los nuevos indicadores del desempeño del proyecto identificó un estado de ahorro y adelanto de más del 100%; ya para concluir, la obra cerró el proyecto con ahorro y un poco de atraso.

Esto le permitió a la empresa demostrar la utilidad de aplicar el método de valor ganado para cualquier proyecto y la decisión de capacitar en el tema a su personal involucrado en gestión de proyectos y administradores de obra.

Esto demuestra que los proyectos ejecutados por medianas y pequeñas empresas, en su mayoría, no cuentan con sistemas adecuados para el control de costos, como es el caso de la empresa privada Enterprise Inversiones SAC, una de las muchas entidades que lleva ejecutando proyectos inmobiliarios desde hace más de 10 años y que hasta el momento solo han trabajado en función a ratios generados por la experiencia de los profesionales en ingeniería civil; probablemente cuenten con proyectos rentables al cierre del mismo pero la realidad es que al trabajar sin un método que controle sus costos, podrían estar usando más recursos de los necesarios, y que a largo plazo formularía una restricción económica.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 Gestión de costos

El control en los diferentes aspectos de la ejecución de una obra implica medir regularmente el cumplimiento de los objetivos de la misma, y controlar el costo es un aspecto muy importante porque nos permite tener información actualizada, cierta y consistente de los desembolsos efectuados y proyectados teniendo presente el presupuesto oficial asignado para su materialización (Vilachá M.,

2004, p20). Cumplir con el plan de gestión de costos es una forma de controlar los costos del proyecto, es por ello que existen acciones que deben llevarse a cabo:

- ✓ Gestionar e influir sobre los cambios.
- ✓ Seguir y registrar periódicamente los costos reales de los avances de la obra.
- ✓ Reunir periódicamente a los responsables de la programación y la ejecución de obra.
- ✓ Verificar que los desembolsos no excedan la financiación autorizada.
- ✓ Informar los cambios aprobados a los interesados en tiempo y forma.
- ✓ Evitar que se incluyan cambios incorrectos, inadecuados o no aprobados.

Realizar el control de costo con un plan definido y con las herramientas estandarizadas permite tener una secuencia lógica para estimar, aprobar, desembolsar y registrar los costos de la obra.

Así mismo el presupuesto oficial asignado es clave para realizar el control, pues este define el punto de partida del control presupuestario y su estimación define las bases técnicas sobre las cuales estará sustentado el proyecto para que de ese modo se tengan metas físicas precisas y saber el alcance de cualquier cambio en las especificaciones (Vilachá M., 2004, p21), es así que le damos valor a las acciones que se puedan tomar para corregir o prevenir algún problema durante la ejecución de la obra y garantiza que al comparar los costos efectivos versus los costos presupuestados mantengan un margen sesgado.

2.2.2 Sistema de gestión del valor ganado

La gestión del valor ganado (EVM) es una técnica excelente para evaluar el estado del proyecto y aplicar un tipo de métrica para dirigir su proyecto (Alba J. 2013), permite medir de forma efectiva el desempeño de la obra y determinar la necesidad de solicitar algún cambio de encontrar desviaciones en el costo, tiempo o alcance, también denominado como '*la triple restricción*'.

El EVM provee de las métricas para comparar lo que ha sido planificado con lo que se ha completado, desarrolla además las habilidades de interpretación con precisión en todo momento donde se desee medir, saber qué esperar en el futuro y qué acciones deben tomarse con menor grado de incertidumbre y subjetividad para finalizar la obra dentro de los parámetros establecidos.

Así mismo, para monitorear los gestión de costos se hace uso de curvas de control que grafican el comportamiento de la ejecución de la obra en función del tiempo y los costos invertidos, conocido también como la 'Curva S'; donde se visualiza la evolución, de manera rápida y efectiva, del comportamiento acumulado de los costos valorizados versus el cronograma valorizado aprobado. Al aplicar el EVM lo que se obtiene es una curva adicional que representa el valor real que se ha acumulado en función del trabajo realizado por el costo presupuestado que representan, solo así se puede llevar a cabo un adecuado seguimiento de los desvíos presupuestarios del proyecto, permitiendo una opinión detallada del avance de la ejecución física respecto al presupuesto oficial aprobado, dando como resultado el estado de la obra.

2.2.3 Definiciones conceptuales

Para aplicar el sistema de gestión del Valor Ganado como herramienta de control, requiere fundamentalmente de la instrumentación de tres variables independientes que definiremos a continuación:

- **Valor Planificado (PV).**- Es el costo presupuestado oficial aprobado para la ejecución de la obra. Incluye los costos por trabajos que se asignan a cada fase durante la ejecución de la obra. Al valor planificado total para la obra también se le conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC) y que deberá ser consumido en un tiempo planificado (PD).
- **Valor Real (AC).**- Representa el costo real incurrido en la ejecución de la obra en el momento del análisis. Es decir es aquel valor directamente desembolsado para realizar y cumplir con las tareas asignadas, es por ello que no tiene límite superior pues se medirán todos los costos para obtener el valor ganado.
- **Valor Ganado (EV).**- Representa la suma del trabajo completado expresado en términos del presupuesto oficial aprobado a dicho trabajo para una actividad del cronograma en el momento del análisis. El EV no puede ser en mayor que el presupuesto oficial aprobado y se utiliza para medir el desempeño de la ejecución de la obra y determinar el estado actual de la obra.

Las variables antes expuestas permiten realizar un monitoreo con respecto a la línea base o PV, a esta evaluación se le denomina Análisis de Variaciones y se da en dos tipos:

- **Variación de Cronograma (SV).**- Representa el desempeño del cronograma durante la ejecución de la obra. Resulta de la operación del valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV). Este indicador evidencia si la obra se encuentra con retraso al compararlo con la línea base del cronograma valorizado. Se puede decir que cuando el proyecto haya finalizado la variación es igual a cero, pues ya se habrían ganado todos los valores planificados.

Ec. 1 ...

$$SV = EV - PV$$

- **Variación del Costo (CV).**- Representa el desempeño del costo durante la ejecución de la obra. Resulta de la operación del valor ganado (EV) menos el costo real (AC). Este indicador evidencia si la obra ha sufrido sobrecostos o se ha habido ahorro en la obra. Se puede decir que la CV es particularmente crítica, pues indica la relación entre el desempeño y los costos efectivos, si la variación es negativa durante la ejecución de la obra es poco probable que se pueda recuperar.

Ec. 2 ...

$$CV = EV - AC$$

La operación del SV y el CV permite obtener indicadores de eficiencia para reflejar el desempeño del costo y del cronograma de la obra.

- **Índice de desempeño del cronograma (SPI).**- Representa una medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV). Si el valor obtenido es inferior a uno se entiende que la cantidad de trabajo prevista para ese periodo no se ha alcanzado, y si es mayor a la unidad se puede decir que el trabajo efectuado es mayor al previsto.

Ec. 3 ...

$$SPI = EV / PV$$

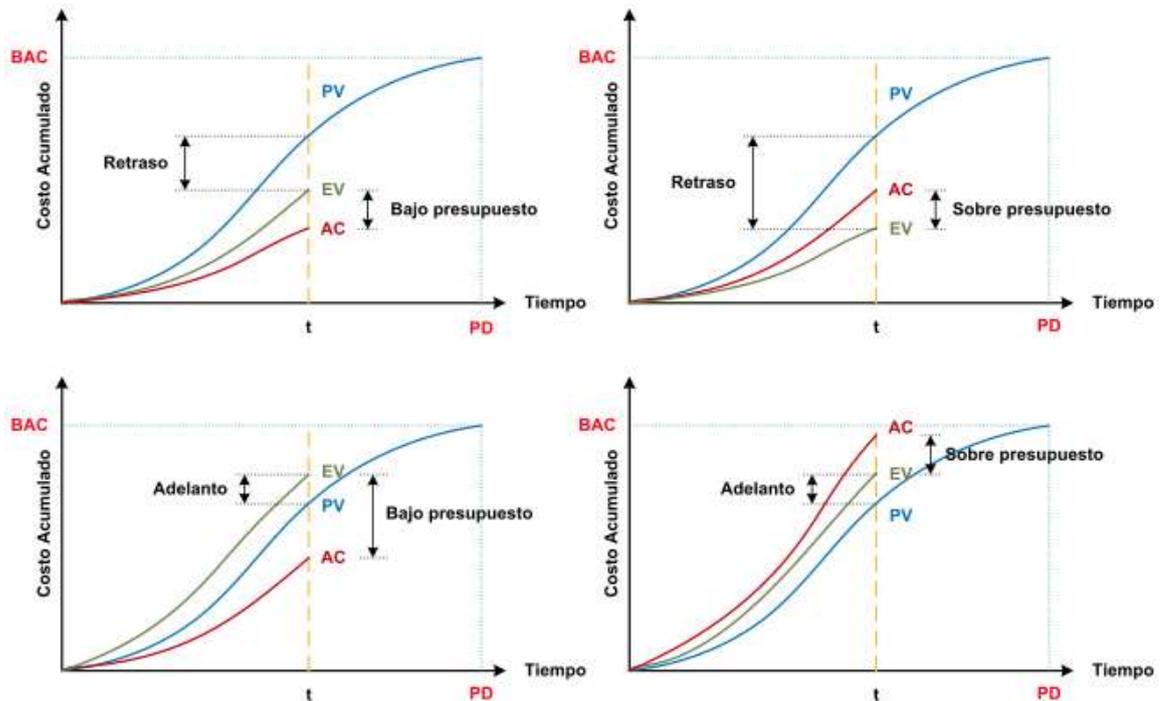
- **Índice de desempeño de costo (CPI).**- Representa una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados que se expresa como la razón entre el valor ganado (EV) y el costo real (AC). Se considera la medición más crítica del EVM pues mide la eficiencia de del costo para completar el trabajo. Si el valor obtenido es inferior a uno se entiende que el costo efectivo es mayor que lo previsto, si por el contrario es mayor a la unidad se puede decir que los costos efectivos son menor al presupuesto oficial aprobado y se ha generado un margen de ahorro en la ejecución de la obra.

Ec. 4 ...

$$CPI = EV / AC$$

Gráficamente se puede apreciar en la Figura 1, los valores PV, AC y EV se representan con una curva “S” (por ser montos acumulados), y dependiendo de su ubicación y tendencia, se puede determinar si el proyecto está adelantado o retrasado, y si está por encima o debajo de lo presupuestado.

Figura 1: Escenarios de Tiempos y Costos del EVM.



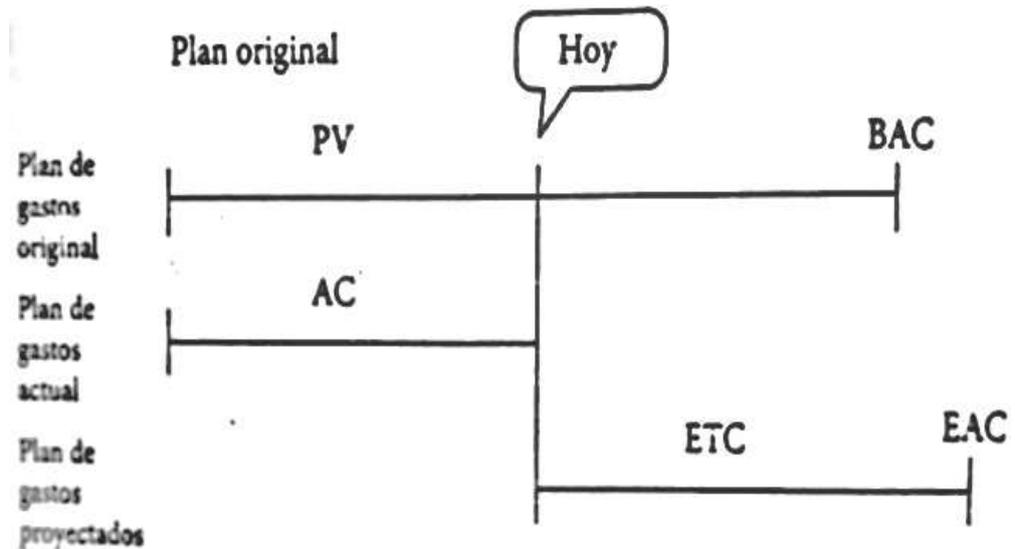
Fuente: Padilla W. (2012), p91.

Así mismo estos indicadores pueden emplearse para realizar proyecciones. Cuando se torna evidente que se va a superar el presupuesto hasta la conclusión (BAC) dejando de ser viable, la estimación a la conclusión (EAC) implica realizar proyecciones de condiciones y eventos futuros para la obra basándose en la información de desempeño y el conocimiento disponible en ese momento. La información de desempeño del trabajo cubre el desempeño anterior y cualquier información que pudiera causar impacto sobre el proyecto futuro.

El EAC se basa en los costos reales en los que se ha incurrido para completar el trabajo, más una estimación hasta la conclusión (ETC) para el trabajo restante. El ETC dependerá de la experiencia de la ejecución de la obra, pues deberá predecir qué situaciones futuras puedan presentarse.

Para entender en el tiempo cual es la diferencia entre el EAC y el ETC, Rita Mulcahy presenta el esquema de la Figura 2:

Figura 2: Comprender los conceptos de valor ganado mirando hacia atrás y adelante en un proyecto.



Fuente: Mulcahy R. (2013), p269.

El método más común para determinar el EAC es una suma ascendente manual, este se basa en los costos reales y en la experiencia adquirida a partir del trabajo completado.

Ec. 5 ...

$$EAC = AC + ETC$$

La EAC se calculan para diferentes escenarios de riesgos, a continuación se presentan las más comunes:

- **Pronóstico de la EAC para trabajo de ETC a la tasa presupuestada.**- Tiene en cuenta el desempeño real de la obra a la fecha y prevé que todo el trabajo futuro se llevara a cabo de acuerdo con la tasa presupuestada. Cuando el desempeño real sea desfavorable, el supuesto de que el desempeño futuro mejorará debe aceptarse únicamente cuando este sustentado por un análisis de

riesgo, es por ello que se considera un pronóstico optimista pues considera que el trabajo a completar no será mayor al presupuestado.

Ec. 6 ... $EAC_o = AC + (BAC - EV)$

- **Pronóstico de la EAC para trabajo de ETC con el CPI actual.-** Asume que lo que la obra ha experimentado hasta la fecha podría continuar en el futuro. Por ello se asume que el ETC realizara el trabajo según el mismo índice de desempeño del costo (CPI) en la obra hasta la fecha, es por ello que se considera un pronóstico más probable.

Ec. 7 ... $EAC_m = BAC / CPI$

- **Pronóstico de la EAC para trabajo de ETC considerando ambos factores, SPI y CPI.-** El trabajo correspondiente al ETC se realizará según una tasa de eficiencia que toma en cuenta el índice de desempeño de costo como el índice de desempeño del cronograma. Se considera mas útil cuando el cronograma es un factor que afecta el esfuerzo de la ETC. Entonces, puede utilizarse cuando el CPI acumulado es menor que uno y debe respetarse una fecha firme de finalización, con estos condicionantes se puede decir que representa un pronóstico pesimista.

Ec. 8 ... $EAC_p = AC + \frac{BAC - EV}{CPI \times SPI}$

Estos métodos puede ser adecuado para cualquier proyecto o obra y proporcionará una señal de advertencia temprana si las proyecciones para la EAC no están dentro de las tolerancias aceptables.

Una vez que se identifica la situación en la que se encuentra el proyecto, la pregunta mas importante es “para mantenernos dentro

del presupuesto ¿qué ritmo debemos tener para el trabajo restante?”. Lo que nos lleva a considerar el siguiente índice:

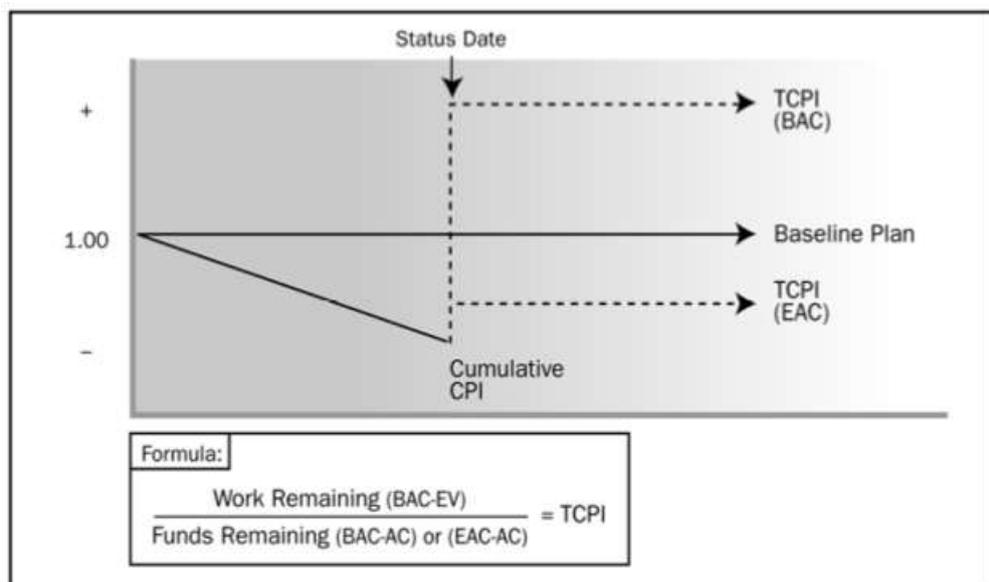
- **Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI)** .- Es una medida del desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un determinado objetivo de gestión. Esta fórmula divide el trabajo que hace falta hacerse por el dinero que queda para llevarlo a cabo.

Ec. 9 ...

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

La ecuación se ilustra para un mejor entendimiento en la Figura 3:

Figura 3: Concepto del TCPI.



Fuente Guía del PMBOK 5ta Edición

De esta manera la metodología de gestión del valor ganado (EVM) integra las líneas bases del proyecto para combinar las medidas de alcance, cronograma y recursos, logrando evaluar el desempeño del proyecto y el avance del proyecto.

2.3 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1 Hipótesis general

La aplicación de herramientas de control de costos en la ejecución de una obra provee de información confiable para tomar decisiones respecto al avance del proyecto, por ello se cree que:

La metodología del valor ganado del PMBOK optimiza la rentabilidad del proyecto.

2.3.2 Hipótesis secundarias

- El progreso que se registra durante la ejecución de la obra brinda datos estadísticos con el que se podrá identificar las fortalezas y debilidades del ritmo de trabajo en campo, por ello se cree que:

El desempeño de ejecución de obra, determina el estado del proyecto.

- Durante la ejecución de la obra se presentan variaciones en costo y tiempo que no siempre se controlan y terminan siendo irrecuperables al culminar el proyecto, por lo que se cree que:

El rendimiento y la variación de costo y tiempo de la ejecución de obra determinan la proyección al cierre de la obra.

- Cuando se toma una decisión temprana respecto a un problema identificado en obra puede mitigar los impactos futuros para la culminación del proyecto, por ello se cree que:

La toma oportuna de acciones influye en la optimización de la gestión de costos.

2.4 VARIABLES

2.4.1 Definición conceptual de las variables de la Hipótesis General

- Variable independiente: Metodología del valor ganado
Es una técnica de gestión de costos que nos va a permitir controlar la ejecución de la obra a través de su presupuesto y de su calendario de ejecución comparando la cantidad de trabajo ya completada en un momento dado con la estimación realizada antes del comienzo de la obra.
- Variable dependiente: Optimización de la rentabilidad
Conseguir que la forma en cómo se controla la ejecución de la obra nos de los mejores resultados o genere la situación más óptima en el rendimiento financiero al buscar que el presupuesto proyectado iguale al costo invertido.

2.4.2 Definición de las variables de las Hipótesis Secundarias

- Variable independiente: Desempeño
Realización de las partidas concebidas para la ejecución de la obra contrastado con el costo real y el costo proyectado.
- Variable dependiente: Estado del proyecto
Condición referente al cronograma proyectado y cronograma valorizado.
- Variable independiente: Rendimiento y Variación de costo y tiempo
Se considera Rendimiento a los índices de rendimiento de costo (CPI) y tiempo (SPI) del Valor Ganado ya que esto demuestra en números como se ejecuta la obra; y Variación a la alteración del costo y/o tiempo respecto a lo planificado para la ejecución de la obra.

- Variable dependiente: Proyección al cierre
Condición proyectada al final de la ejecución de la obra, de continuar con las mismas practicas y técnicas de desarrollo de las actividades.
- Variable independiente: Acciones
Alternativas de actuaciones para salvaguardar, corregir o prevenir atrasos o sobrecostos en la ejecución de la obra.
- Variable dependiente: Gestión de costos
Conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar los costos proyectados para la ejecución de la obra.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Metodología

La metodología de la presente investigación es cuantitativa puesto que podemos medir nuestras variables, controlarlas y comparar la relación entre ellas.

3.1.2 Nivel de investigación

Los niveles correspondientes al desarrollo de la presente investigación son:

- **Descriptivo:** Se describe cada variable para analizarlas de forma independientemente.
- **Correlacional:** Debido al planteamiento de la investigación se analiza la interacción de las variables: Cómo afecta el desempeño de la ejecución de obra en el estado del proyecto; Cómo la variación de costo y tiempo de ejecución de obra determina el rendimiento futuro del proyecto.
- **Explicativo:** Debido al planteamiento de la investigación se analiza la relación de las variables como causa y efecto: Cómo la metodología del valor ganado del PMBOK optimiza la rentabilidad del proyecto; Cómo La toma oportuna de acciones influye en la optimización de la gestión de costos.
- **Transversal:** Se estudiaron las variables para la ejecución de la obra “Proyecto Multifamiliar Los Fresnos”, en un periodo de ejecución de 2.5 meses.

3.1.3 Dimensión de la investigación

- Dimensión Temporal: El trabajo de investigación corresponde al momento actual, debido a la presente ejecución de la obra.
- Dimensión Espacial: La presente investigación se aplica a un proyecto inmobiliario denominado “Proyecto Multifamiliar Los Fresnos”, específicamente a las obras civiles del casco.
- Dimensión Social: El presente trabajo esta referido a controlar los costos en una obra de un proyecto inmobiliario para que a la culminación del proyecto llegue con una mejor calidad en su infraestructura y acabados, contribuyendo a la mejora de la zona urbana.

3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.2.1 Operacionalización de las variables de la hipótesis central

- Variable independiente: Metodología del valor ganado
- Operacionalización de la variable: Se medirá la variable a través del presupuesto, cantidad de trabajo completada en un determinado momento y los gastos incurridos.
- Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: Las herramientas que se obtienen del presupuesto y el costo de lo avanzado son Valor Planeado (PV), Valor Real (AC), Valor Ganado (EV).

- Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición: La investigación al tratarse de la aplicación del método de control de costos, la unidad de medida será la moneda con la que se realizó el presupuesto (S/).
- Variable dependiente: Optimización de la rentabilidad
- Operacionalización de la variable: La propiedad medible se identifica cuando se usa el presupuesto proyectado y costo invertido para obtener el rendimiento financiero.
- Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: El rendimiento financiero es resultado de comparar el valor planeado (VP) con el Valor real (AC).
- Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición: Para saber si el rendimiento financiero va siendo óptimo se busca que $AC \leq PV$ y se calificara con un “BIEN” y si no es óptimo el resultado es $AC > PV$ y se calificara con un “MAL”.

3.2.2 Operacionalización de las variables de las hipótesis secundarias

- Variable independiente: Desempeño
- Operacionalización de la variable: Se mide a partir de los índices de rendimiento: Índice de rendimiento del cronograma (SPI) y el Índice del rendimiento del costo (CPI).
- Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: Los indicadores se determinan al realizar las siguientes operaciones: $SPI = EV/PV$ y $CPI = EV/AC$.

- Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición: El resultado de la medición de ambas variables dará un número con dos decimales que puede ser menor, mayor o igual a 1.
- Variable dependiente: Estado del proyecto
- Operacionalización de la variable: La propiedad medible se identifica a partir de la clasificación de los índices de rendimiento.
 - Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: El análisis de los indicadores de rendimiento se clasificara en los siguientes rangos: SPI > 1; SPI = 1; SPI < 1; CPI > 1; CPI = 1; CPI < 1.
 - Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición: De acuerdo a la clasificación se asociaran al siguiente resultado con respecto al cronograma proyectado y cronograma valorizado: SPI > 1 es a 'Adelantado'; SPI = 1 es a 'se mantiene dentro del cronograma'; SPI < 1 es a 'Atrasado'; CPI > 1 es a 'por debajo del presupuesto'; CPI = 1 es a 'se mantiene dentro del presupuesto'; CPI < 1 es a 'por encima del presupuesto'.
- Variable independiente: Rendimiento y Variación de costo y tiempo
- Operacionalización de la variable: Se mide a partir de los índices de rendimiento: Índice de rendimiento del cronograma (SPI) y el Índice del rendimiento del costo (CPI); y del análisis de variaciones del cronograma (SV) y variaciones de costos (CV).
 - Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: El análisis se determina al realizar las

siguientes operaciones: $SPI = EV/PV$, $CPI = EV/AC$, $SV = EV - PV$ y $CV = EV - AC$.

- Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición: El resultado de la medición de las variables de rendimiento dará un número con dos decimales que puede ser menor, mayor o igual a 1; mientras que para las variables de variación dará un número con dos decimales que puede ser menor, mayor o igual a 0.
- Variable dependiente: Proyección al cierre
- Operacionalización de la variable: El presupuesto proyectado y el costo real permitirá obtener los datos para estimar el costo a la conclusión de obra (EAC).
 - Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: el EAC se determinará a través de las ecuaciones 6, 7 y 8 descritos en el marco teórico.
 - Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición:
(EAC) \leq BAC → BIEN
(EAC) $>$ BAC → MAL
- Variable independiente: Acciones
- Operacionalización de la variable: Se evaluarán los problemas identificados en obra para dar alternativas de solución que serán sometidos a discusión.
 - Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: El registro de solicitud de control de cambios tiene un apartado con las alternativas de solución.

- Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición: Aprobada la solicitud de cambio se registrara en un acta de control de cambio para su seguimiento y control con su respectiva codificación.
- Variable dependiente: Gestión de costos
- Operacionalización de la variable: Identificación de su propiedad medible: Plan de costos.
- Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: surge una actualización del plan de costos cada vez que se aprueba y se implementa un cambio en la ejecución de la obra.
- Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición: La unidad medible es el número de versiones del plan de costos.

3.3 HERRAMIENTAS DE RECOLECCION DE DATOS

3.3.1 Descripción de los instrumentos

Para poder aplicar el sistema de gestión del valor ganado es necesario contar con determinadas herramientas que harán posible su implementación, los cuales se describen a continuación:

- **Formato de Reporte de Valor Ganado.**- Es un formato que registra los avances parciales de cada actividad de cada paquete de trabajo definido para la ejecución de la obra y el producto del avance registrado por el costo unitario aprobado en el presupuesto oficial. (Anexo 3).

- **Formato de Control de Costos Efectivos.**- Es el formato que se empleó para la recolección de pagos efectuados para realizar la ejecución de la obra, donde se identifican tres grupos de recursos: Materiales, Equipos y/o Herramientas y Personal interno y/o Subcontratos (Anexo 4).
- **Reporte de Performance de Obra.**- Este reporte integra la información del control de costos de obra a través de los indicadores del Valor Ganado que se han obtenido mediante los formatos mencionados anteriormente. Así se visualiza el estado de la obra con respecto al cronograma y costos planificados y las proyecciones al cierre financiero de obra (Anexo 5).

3.3.2 Validez y confiabilidad de los instrumentos

Los formatos de recolección de datos registran de forma ordenada y periódica la información obtenida por el área de contabilidad y el ingeniero residente de obra; estos formatos han sido conciliados en las reuniones de gestión con cada gerencia

Por parte del reporte periódico del valor ganado, se usó un modelo sugerido por la Guía de aplicación del método del valor ganado como sistema integral de control, seguimiento y supervisión de obras del ingeniero Carlos Fernando Rivera Peña procedente de Colombia (2012).

CAPITULO IV: APLICACIÓN

4.1 PROYECTO PILOTO PARA LA APLICACIÓN DEL EVM

4.1.1 Descripción de la empresa:

La empresa Enterprise Inversiones SAC se desenvuelve en el sector construcción desde hace unos siete años, llevando a cabo proyectos multifamiliares y unifamiliares especialmente en el distrito de La Molina.

Según la política de la empresa su objetivo es entregar viviendas de gran calidad al público demandante, no solo en sus acabados sino en la especialidad de estructuras, pues reconoce la importancia de su función y está dispuesto a asumir la inversión necesaria para lograr la calidad requerida.

La empresa cuenta con un personal técnico y profesional altamente calificado, con amplia experiencia en el campo de la construcción de edificaciones. Asimismo posee modernos equipos y maquinarias de construcción para garantizar al cliente la calidad necesaria del servicio. Igualmente cuenta con una infraestructura de apoyo integral en la Gerencia y Administración de Obras con novedosos recursos computarizados.

4.1.2 Descripción del proyecto piloto

Se estudiara la ejecución de la especialidad de estructuras, puesto que implica el 50% del total de inversión del proyecto e implica más del 50% del tiempo que tomará realizar la edificación, que es de 18 semanas, habiendo iniciado el 16 de junio del 2015, ubicado en la Av. Los Fresnos cdr. 5, Mz N Lt 34-34, Urb El Remanso, La Molina.

La multifamiliar cuenta con 625 m² (25 m x 25 m) de terreno y con los siguientes niveles:

Semisótano	478.84 m2
Primer piso	386.63 m2
Segundo piso	386.88 m2
Tercer piso	386.82 m2
Azotea	133.79 m2
Total	1772.96 m2

Contará con 22 estacionamientos, 11 departamentos, 4 duplex en el primer piso, 3 flats en el segundo piso y 4 duplex en el tercer piso.

La estructura está basada en una categoría mixta de placas, columnas, pórticos y muros de albañilería.

4.1.3 Control de costos de la Gerencia de Enterprise Inversiones S.A.C.

Dentro de la gerencia de ingeniería las herramientas para controlar los costos de la obra son el programa S10, ratios obtenidos por la experiencia y/o por estudios de la revista Capeco y un cronograma preparado con el programa Excel. Es por ello que a la fecha mantiene un control de costos en sus proyectos, contrastando la diferencia entre los montos desembolsados por semana transcurrida y la cantidad de material que se ha usado a esa fecha en campo.

Esta forma de control a primera vista puede ser efectiva pero al ser empírica resulta ser ambigua en su información al contener errores que podrían preverse con un sistema de gestión estandarizado, los problemas identificados son:

- Al controlar solo el gasto depositado, cabe la posibilidad de encontrar errores en los gastos de planilla.

- El avance de la obra no se controla de manera sistemática.

- No contabiliza insumos o equipos que son propios de la empresa y que deben valorizarse e incluirse en el gasto.

4.2 APLICACIÓN DEL ANALISIS DEL VALOR GANADO EN LA OBRA

En esta sección de la investigación se describen los procedimientos relacionados con la herramienta de control aplicada a la fase de estructuras de la obra y se realizan los cálculos concernientes a este trabajo.

Como se menciona en el numeral anterior la constructora gestiona de forma empírica el control de costos, por lo que para esta investigación se ha realizado un plan de gestión de costos siguiendo los principios de la empresa con orientación a los lineamientos del sistema de gestión del valor ganado (Anexo 6).

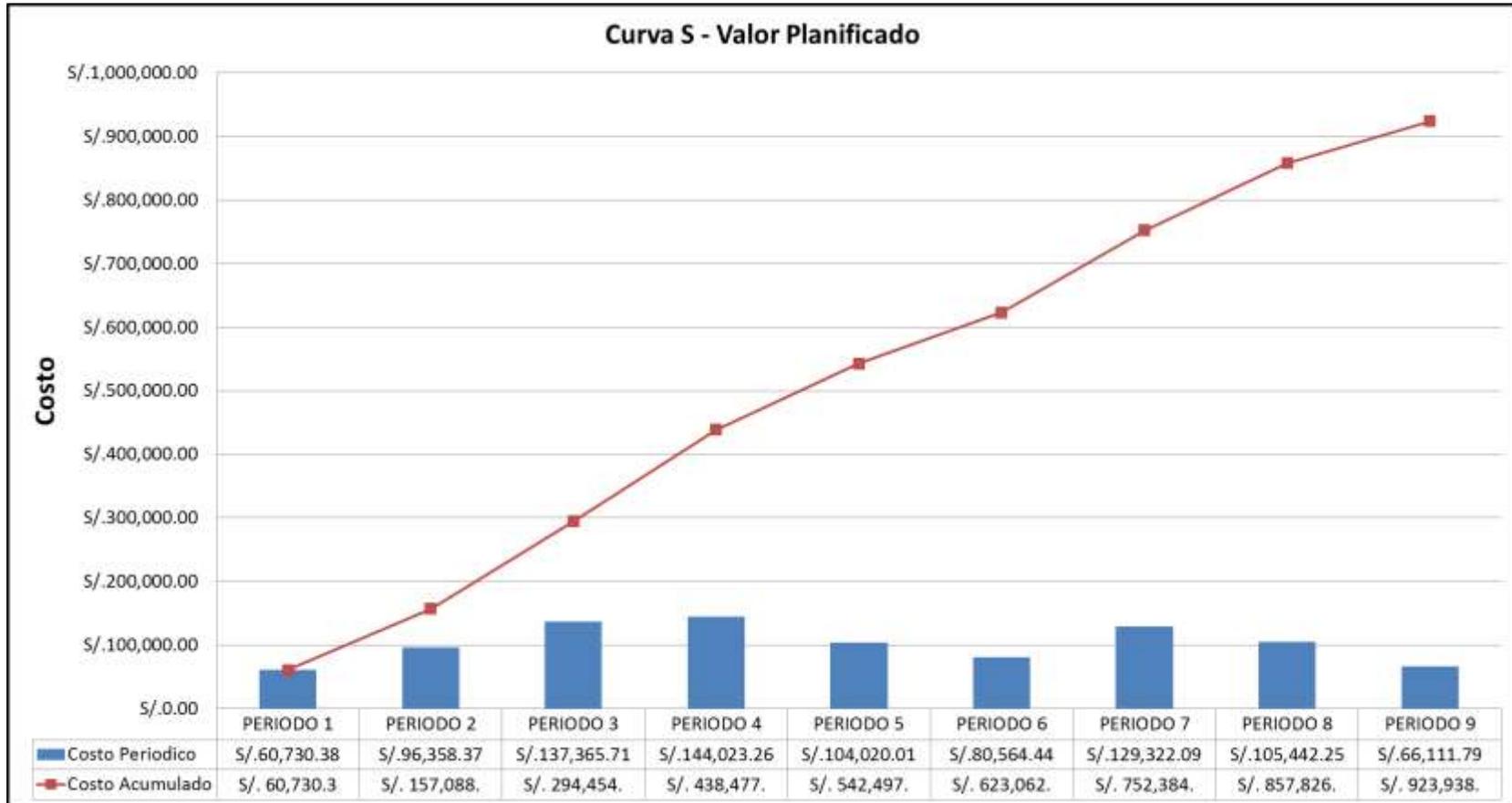
Luego de planificar la gestión de costos y tomando como base el presupuesto oficial (Anexo 7) tal como lo estimo el ingeniero proyectista podemos definir la Estructura de desglose de trabajo EDT o WBS, que es un esquema que representa todo el trabajo a realizar en la ejecución de la obra, dividiéndolo en paquetes de trabajos que contiene las actividades claves para culminar los objetivos planificados (Anexo 8). En el EDT se definieron cinco fases concernientes a la especialidad de estructuras siendo estas: Obras preliminares, Movimiento de Tierras, Concreto Simple, Concreto Armado y Albañilería.

Este EDT se llevó a Microsoft Project con la que se elabora el Diagrama de Gantt, herramienta que permite visualizar el cronograma de obra definiendo el tiempo de duración de las actividades para la planificación de ejecución de la obra obteniendo un tiempo estimado de duración de la obra (Anexo 9).

Con el presupuesto y el cronograma definidos, se pudo realizar el cronograma valorizado considerando periodos de corte quincenalmente para controlar y verificar el avance de obra periódicamente. A continuación se observa en la Figura 4 la Curva S que servirá como línea base de la ejecución de la obra en la especialidad de estructuras, el cual se tomara

como referencia para evaluar los avances de la obra al ser entendidos como valor parcial (por cada periodo) del valor planificado.

Figura 4: Curva S - Valor Planificado de la especialidad de Estructuras de la Obra: Proyecto Multifamiliar Los Fresnos.



Fuente propia.

Para realizar el control de costos se implementaron los formatos de recolección de datos descritos en el capítulo anterior, de esta manera se registraron los avances de obra tanto como los gastos incurridos en su ejecución por cada periodo. Con la información recolectada se determinó que los periodos de control serían la quincena 4 (inicio de la aplicación del EVM) y quincena 7.

- Evaluación en el primer periodo de control

Para obtener los valores del costo real se reunió la información recopilada por el área de contabilidad, dando como resultado la Tabla 1:

Tabla 1: Formato de Control de Costos Efectivos FCCE-PMLF-04-2015.

	FORMATO DE CONTROL DE COSTOS EFECTIVOS			
PROYECTO MULTIFAMILIAR LOS FRESNOS				
PERIODO	PERIODO N° 4		NUMERO FORMATO	FCCE-PMLF-04-2015
CONTRATISTA	ENTERPRISE		VERSION	01
DIRECTOR DE OBRA	ING. HILMER LINARES		RESPONSIBLE	
CUADRO RESUMEN				
DESCRIPCION	QUINCENA 1	QUINCENA 2	QUINCENA 3	QUINCENA 4
Materiales				
Tripley fénolico	S/. 688.80	S/. 688.80	S/. 688.80	S/. 688.80
Tablas, Soleras y listones		S/. 9,830.51	S/. 5,338.98	S/. 3,966.10
Puntales		S/. 4,280.85	S/. 4,280.85	S/. 4,280.85
Andamios			S/. 300.00	S/. 300.00
Clavo 4"	S/. 80.00	S/. 80.00	S/. 240.00	
Clavo3"	S/. 160.00	S/. 240.00		S/. 240.00
Clavo 2"	S/. 80.00	S/. 80.00	S/. 80.00	S/. 80.00
Alambre 16	S/. 339.00	S/. 678.00	S/. 678.00	S/. 1,017.00
Alambre 8	S/. 339.00	S/. 6,778.00	S/. 1,356.00	S/. 678.00
Varilla 1/4"			S/. 255.00	S/. 1,275.00
Varilla 3/8"	S/. 4,760.00	S/. 9,996.00	S/. 4,760.00	S/. 11,305.00
Varilla 1/2"	S/. 4,114.00	S/. 12,342.00	S/. 4,114.00	S/. 8,228.00
Varilla 5/8"	S/. 4,843.50	S/. 5,812.20	S/. 6,942.35	S/. 4,843.50
Varilla 3/4"		S/. 968.80	S/. 1,017.24	S/. 1,162.56
Varilla 1"				S/. 996.60
Tecnoport			S/. 277.20	S/. 46.20
Cemento	S/. 1,207.50	S/. 1,610.00	S/. 805.00	S/. 563.50
Hormigon	S/. 1,038.10	S/. 504.22	S/. 355.93	
Concreto		S/. 35,252.50	S/. 26,587.00	S/. 28,776.50
Ladrillo hueco				S/. 4,070.00
Ladrillo kk				S/. 2,650.00
Equipos / Herramientas				
Cortadora para fierro	S/. 104.53	S/. 104.53	S/. 104.53	S/. 104.53
Cortadora para madera	S/. 65.00	S/. 65.00	S/. 65.00	S/. 65.00
Taladro	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00
Rotomartillo	S/. 106.18	S/. 106.18	S/. 106.18	S/. 106.18
Vibradora de concreto		S/. 222.00	S/. 266.40	S/. 177.60
Casco	S/. 34.32	S/. 22.88		S/. 19.07
Botas	S/. 526.27	S/. 350.85		S/. 292.37
Lentes	S/. 22.12	S/. 14.75		S/. 12.29
Pantalon	S/. 297.46	S/. 198.31		S/. 165.25
Polos	S/. 75.51	S/. 50.34		S/. 41.95
Guantes	S/. 40.42	S/. 26.95		S/. 89.83
Arnecez			S/. 2,594.82	
Herramientas manuales	S/. 245.83	S/. 543.88	S/. 544.09	S/. 630.01
Personal / Terceros				
Mano de obra	S/. 8,194.38	S/. 18,129.20	S/. 18,136.23	S/. 21,000.45
CONSORCIO F&L S.A.C (Excav./ Elim.)	S/. 62,516.52		S/. 3,167.19	
Total	S/. 89,898.44	S/. 108,996.73	S/. 83,080.79	S/. 97,892.15
TOTAL ACUMULADO	S/. 89,898.44	S/. 198,895.18	S/. 281,975.97	S/. 379,868.11

Fuente Propia.

Este formato reporta los gastos incurridos por cada periodo y por tipo de recurso, la suma total de los costo efectivos obtenidos por periodo representan el valor real o AC del EVM.

Así mismo, con el reporte de avance de obra y los costos unitarios definidos y aprobados del presupuesto, obtenemos los costos parciales del valor ganado (EV) en función de los metrados reales que se efectuaron en el periodo de medición, dando como resultado la Tabla 2:

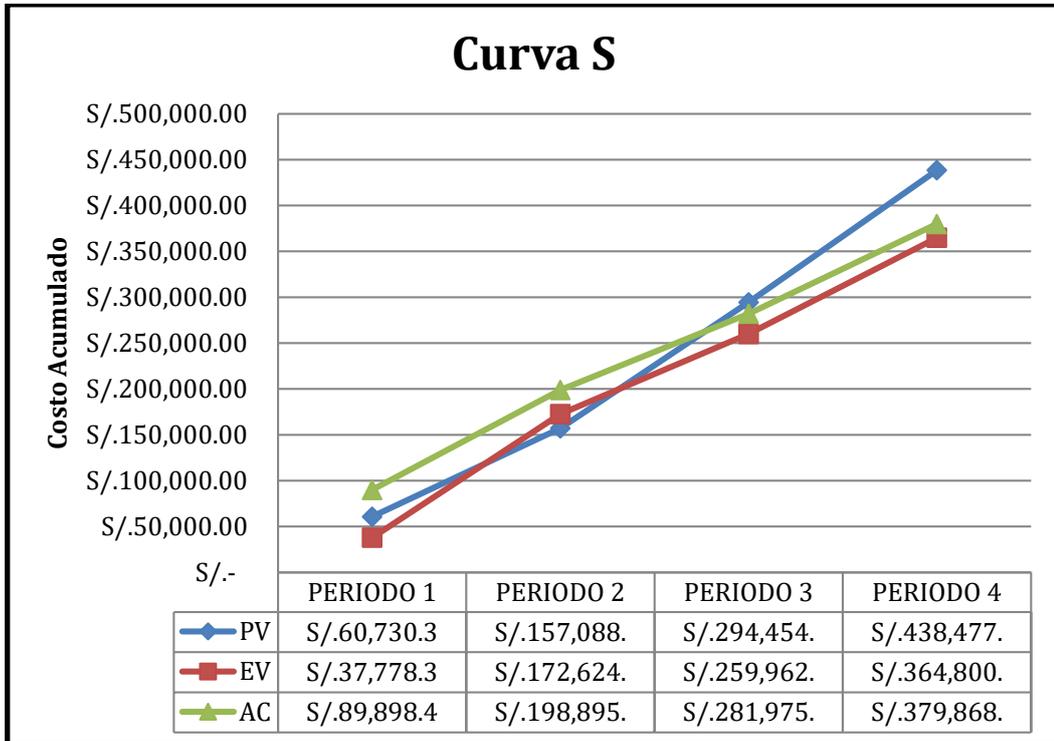
Tabla 2: Formato de Reporte de Valor Ganado FREV-PMLF-04-2015.

		FORMATO DE REPORTE DE VALOR GANADO							
		PROYECTO MULTIFAMILIAR LOS FRESNOS							
PERIODO	PERIODO N° 4	NUMERO FORMATO		FREV-PMLF-04-2015					
CONTRATISTA	ENTERPRISE	VERSION		01					
DIRECTOR DE OBRA	ING. HILMER LINARES	RESPONSIBLE							
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	QUINCENA 1 15.06.15 - 30.06.15		QUINCENA 2 01.07.15 - 15.7.15		QUINCENA 3 16.07.15 - 31.07.15		QUINCENA 4 01.08.15 - 15.08.15	
		AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL
ESTRUCTURAS									
OBRAS PRELIMINARES									
ALMACEN Y OFICINA	S/1,000.00	1.00	1000.00		0.00	1.00	1000.00		0.00
TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	S/3.60	536.00	1929.60		0.00		0.00	308.50	1110.60
MOVIMIENTO DE TIERRAS									
LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	S/1.06		0.00		0.00		0.00		0.00
EXCAVACION MASIVA CON ELIMINACION	S/22.00	1055.00	23210.00	57.00	1254.00		0.00		0.00
EXCAVACION PARA CIMENTOS HASTA 1.00 m TERRENO NORMAL	S/27.00	121.00	3267.00	100.00	2700.00	54.00	1458.00		0.00
NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	S/3.00		0.00		0.00		0.00		0.00
ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día	S/22.00		0.00		0.00		0.00		0.00
CONCRETO SIMPLE									
SOLADOS CONCRETO f _c =100 kg/cm ² h=2"	S/25.00	32.00	800.00	85.00	2125.00	78.00	1950.00	75.00	1875.00
CONCRETO CICLOPEO PARA CALZADURAS MEZCLA 1:12 + 30% P.G.	S/210.00	13.20	2772.00	6.60	1386.00		0.00		0.00
ENCOFRADO CALZADURAS	S/42.00	24.00	1008.00	12.00	504.00		0.00		0.00
CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	S/210.00		0.00		0.00		0.00	2.04	428.40
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO HASTA 0.30 m	S/42.00		0.00		0.00		0.00		0.00
CONCRETO 1:8+25% PM PARA SOBRECIMIENTOS	S/212.00		0.00		0.00		0.00		0.00
CONCRETO EN FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON E=4"	S/45.00		0.00		0.00		0.00		0.00
CONCRETO ARMADO									
ZAPATAS									
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA ZAPATAS	S/4.07	463.51	1886.49	1280.15	5210.21	2435.47	9912.36		0.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	S/45.00		0.00		0.00	15.30	688.50		0.00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	S/277.38		0.00	16.00	4438.08	76.50	21219.57		0.00
VIGAS DE CIMENTACION									
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS DE CIMENTACION	S/4.07		0.00	4284.71	17438.77	981.14	3993.24		0.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	S/45.00		0.00	11.40	513.00	20.72	932.40	11.08	498.60
CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS DE CIMENTACION f _c =210 kg/cm ²	S/263.07		0.00	62.00	16310.34	10.75	2826.69	4.35	1144.35
COLUMNAS									
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA COLUMNAS	S/4.07	170.34	693.28	2893.55	11776.75	787.28	3204.23	555.63	2261.41
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	S/45.00		0.00	13.80	621.00	112.38	5057.10	3.68	165.38
CONCRETO PREMEZCLADO PARA COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	S/314.33		0.00	3.10	974.42	7.88	2475.35	6.98	2194.02
PLACAS									
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA PLACAS	S/4.07		0.00	7159.16	29137.78	1290.61	5252.78	1000.72	4072.93
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	S/45.00		0.00	266.45	11990.21	158.88	7149.60	102.91	4630.95
CONCRETO PREMEZCLADO PARA PLACAS f _c =210 kg/cm ²	S/345.00		0.00	58.65	20234.25	26.98	9306.38	16.35	5640.75
VIGAS									
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS	S/4.07		0.00		0.00	1654.81	6735.08	2726.94	11098.65
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	S/49.00		0.00		0.00	59.91	2935.59	190.80	9349.20
CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS f _c =210 kg/cm ²	S/296.07		0.00		0.00		0.00	34.52	10218.86
LOSAS MACIZAS									
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA MACIZA	S/4.07		0.00		0.00		0.00	1292.31	5259.70
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	S/45.64		0.00		0.00		0.00	71.55	3265.54
CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA MACIZA f _c =210 kg/cm ²	S/296.07		0.00		0.00		0.00	14.00	4144.98
LOSAS ALIGERADAS									
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA ALIGERADA	S/4.07		0.00		0.00		0.00	1148.82	4675.70
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	S/37.80		0.00		0.00		0.00	261.17	9872.23
LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	S/2.38		0.00		0.00		0.00	2200.00	5236.00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA ALIGERADA f _c =210 kg/cm ²	S/296.07		0.00		0.00		0.00	26.62	7881.38
ESCALERAS									
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA ESCALERAS	S/4.07		0.00		0.00	90.48	368.25	493.92	2010.25
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	S/55.00		0.00		0.00	5.00	275.00	63.00	3465.00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA ESCALERAS f _c =210 kg/cm ²	S/314.33		0.00		0.00	1.90	597.23	9.00	2828.97
CISTERNA Y CUARTOS DE BOMBAS									
ACERO CORRUGADO F _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60	S/4.07	143	582.01	573.07	2332.39		0.00		0.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA Y CUARTO DE BOMBA	S/45.00	14	630.00	57.66	2594.70		0.00		0.00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA CISTERNA f _c =210 kg/cm ²	S/281.33		0.00	11.75	3305.63		0.00		0.00
MUROS Y TABIQUES									
MURO DE LADRILLO K.K.MACIZO 9x13x24 cm.	S/65.00		0.00		0.00		0.00	23.22	1509.30
MURO DE LADRILLO PANDERETA 10x12x23 cm.	S/65.00		0.00		0.00		0.00		0.00
TOTAL			S/37,778.38		S/134,846.53		S/87,337.34		S/1,104,838.15

Fuente Propia.

Con los valores de PV, EV y AC obtenidos para cada periodo desde la Quincena 1 hasta la Quincena 4, gráficamente podemos representar la siguiente Curva S como muestra la Figura 5:

Figura 5: Curvas S de Valor panificado, Valor ganado y Valor Real para la Quincena 4.



Fuente Propia.

La Figura 5 muestra las tres curvas S correspondientes al Valor Planificado (PV), Valor Ganado (EV) y el Costo Real (AC), en ellas se puede visualizar como ha sido el avance de costos de la obra hasta el primer periodo de control (4ta quincena) comparando lo que se debió ejecutar en ese tiempo con los costos realizados. Para entender las curvas es necesario saber lo siguiente:

- Si la curva de Valor Planificado está por encima de la curva de Valor Ganado la obra no ha ejecutado lo requerido en la programación y si sucede lo contrario significa que se ha ejecutado más trabajo de lo que indicaba el cronograma hasta la fecha de control.

- Del mismo modo se puede comparar la Curva de Valor Ganado con la curva de Costo Real, si la curva AC se encuentra por encima de la EV significa que el costo para realizar las tareas a la fecha de corte ha sido mayor que la proyectada y si la curva AC esta por debajo de curva EV podemos decir que hay un avance eficiente de los costos realizados.
- Evaluación en el segundo periodo de control

De la misma manera en como se generaron los formatos de control para el primer periodo, se recopiló la información correspondiente a las quincenas 5, 6 y 7 obteniendo como resultado la Tabla 3 para los costos reales:

Tabla 3: Formato de Control de Costos Efectivos FCCE-PMLF-07-2015.

	FORMATO DE CONTROL DE COSTOS EFECTIVOS						
PROYECTO MULTIFAMILIAR LOS FRESNOS							
PERIODO	PERIODO N° 7			NUMERO FORMATO		FCCE-PMLF-07-2015	
CONTRATISTA	ENTERPRISE			VERSION		01	
DIRECTOR DE OBRA	ING. HILMER LINARES			RESPONSABLE			
CUADRO RESUMEN							
DESCRIPCION	QUINCENA 1	QUINCENA 2	QUINCENA 3	QUINCENA 4	QUINCENA 5	QUINCENA 6	QUINCENA 7
Materiales							
Tripley fenólico	S/. 688.80	S/. 688.80	S/. 688.80	S/. 688.80	S/. 688.80	S/. 688.80	S/. 688.80
Tablas, Soleras y listones		S/. 9,830.51	S/. 5,338.98	S/. 3,966.10	S/. 4,711.86		
Puntales		S/. 4,280.85					
Andamios			S/. 300.00				
Clavo 4"	S/. 80.00	S/. 80.00	S/. 240.00		S/. 160.00	S/. 80.00	S/. 80.00
Clavo3"	S/. 160.00	S/. 240.00		S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 160.00	S/. 160.00
Clavo 2"	S/. 80.00	S/. 80.00	S/. 80.00	S/. 80.00		S/. 80.00	S/. 80.00
Alambre 16	S/. 339.00	S/. 678.00	S/. 678.00	S/. 1,017.00	S/. 1,356.00	S/. 678.00	S/. 678.00
Alambre 8	S/. 339.00	S/. 6,778.00	S/. 1,356.00	S/. 678.00	S/. 1,017.00	S/. 1,356.00	S/. 678.00
Varilla 1/4"			S/. 255.00	S/. 1,275.00	S/. 1,581.00	S/. 1,275.00	S/. 1,020.00
Varilla 3/8"	S/. 4,760.00	S/. 9,996.00	S/. 4,760.00	S/. 11,305.00	S/. 9,877.00	S/. 8,925.00	S/. 7,378.00
Varilla 1/2"	S/. 4,114.00	S/. 12,342.00	S/. 4,114.00	S/. 8,228.00	S/. 6,582.40	S/. 5,348.20	S/. 3,908.30
Varilla 5/8"	S/. 4,843.50	S/. 5,812.20	S/. 6,942.35	S/. 4,843.50	S/. 5,812.20	S/. 3,874.80	S/. 2,034.27
Varilla 3/4"		S/. 968.80	S/. 1,017.24	S/. 1,162.56	S/. 3,293.92	S/. 4,262.72	
Varilla 1"				S/. 996.60	S/. 249.15	S/. 664.40	
Tecnoport			S/. 277.20	S/. 46.20	S/. 46.20	S/. 46.20	S/. 46.20
Cemento	S/. 1,207.50	S/. 1,610.00	S/. 805.00	S/. 563.50	S/. 966.00	S/. 966.00	S/. 3,703.00
Hormigon	S/. 1,038.10	S/. 504.22	S/. 355.93				S/. 919.49
Concreto		S/. 35,252.50	S/. 26,587.00	S/. 28,776.50	S/. 32,106.50	S/. 25,399.00	S/. 24,264.00
Ladrillo hueco				S/. 4,070.00	S/. 4,070.00	S/. 4,070.00	S/. 3,700.00
Ladrillo kk				S/. 2,650.00	S/. 2,650.00		S/. 7,950.00
Ladrillo pandereta							S/. 4,000.00
Equipos / Herramientas							
Cortadora para fierro	S/. 104.53	S/. 104.53	S/. 104.53	S/. 104.53	S/. 104.53	S/. 104.53	S/. 104.53
Cortadora para madera	S/. 65.00	S/. 65.00	S/. 65.00	S/. 65.00	S/. 65.00	S/. 65.00	S/. 65.00
Taladro	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 40.00
Rotomartillo	S/. 106.18	S/. 106.18	S/. 106.18	S/. 106.18	S/. 106.18	S/. 106.18	S/. 106.18
Vibradora de concreto		S/. 222.00	S/. 266.40	S/. 177.60	S/. 177.60	S/. 177.60	S/. 177.60
Casco	S/. 34.32	S/. 22.88		S/. 19.07		S/. 19.07	S/. 19.07
Botas	S/. 526.27	S/. 350.85		S/. 292.37		S/. 292.37	S/. 292.37
Lentes	S/. 22.12	S/. 14.75		S/. 12.29		S/. 12.29	S/. 12.29
Pantalón	S/. 297.46	S/. 198.31		S/. 165.25		S/. 165.25	S/. 165.25
Polos	S/. 75.51	S/. 50.34		S/. 41.95		S/. 41.95	S/. 41.95
Guantes	S/. 40.42	S/. 26.95		S/. 89.83		S/. 22.46	S/. 22.46
Arnecez			S/. 2,594.82				
Herramientas manuales	S/. 245.83	S/. 543.88	S/. 544.09	S/. 630.01	S/. 630.01	S/. 805.96	S/. 963.25
Personal / Terceros							
Mano de obra	S/. 8,194.38	S/. 18,129.20	S/. 18,136.23	S/. 21,000.45	S/. 21,000.45	S/. 26,865.45	S/. 32,108.31
CONSORCIO F&L S.A.C (Excav./ E	S/. 62,516.52		S/. 3,167.19				
Total	S/. 89,898.44	S/. 108,996.73	S/. 83,080.79	S/. 97,892.15	S/. 102,092.66	S/. 91,153.08	S/. 99,987.17
TOTAL ACUMULADO	S/. 89,898.44	S/. 198,895.18	S/. 281,975.97	S/. 379,868.11	S/. 481,960.77	S/. 573,113.85	S/. 673,101.03

Fuente Propia.

Así mismo, con el reporte de avance de obra y los costos unitarios definidos y aprobados del presupuesto, obtenemos los costos parciales del valor ganado (EV) en función de los metrados reales que se efectuaron en el segundo periodo de control, dando como resultado la Tabla 4:

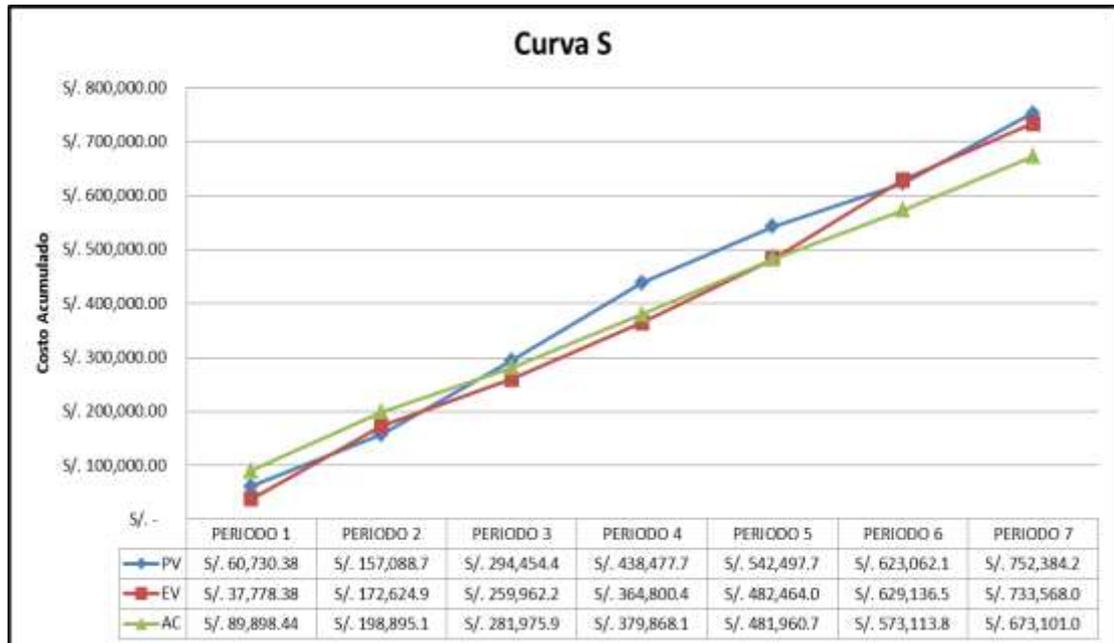
Tabla 4: Formato de Reporte de Valor Ganado FREV-PMLF-07-2015.

		FORMATO DE REPORTE DE VALOR GANADO													
		PROYECTO MULTIFAMILIAR LOS FRESNOS													
PERIODO	PERIODO N° 7	NUMERO FORMATO						FREV-PMLF-07-2015							
CONTRATISTA	ENTERPRISE	VERSION						01							
DIRECTOR DE OBRA	ING. HILMER LINARES	RESPONSIBLE													
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	QUINCENA 1 15.06.15 - 30.06.15		QUINCENA 2 01.07.15 - 15.7.15		QUINCENA 3 16.07.15 - 31.07.15		QUINCENA 4 01.08.15 - 15.08.15		QUINCENA 5 16.08.15 - 31.08.15		QUINCENA 6 01.09.15 - 15.09.16		QUINCENA 7 16.09.15 - 30.09.17	
		AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL	AVANCE PARCIAL	COSTO PACIAL
ESTRUCTURAS															
OBRAS PRELIMINARES															
ALMACEN Y OFICINA	S/1.000,00	1,00	1000,00		0,00	1,00	1000,00		0,00	1,00	1000,00		0,00	1,00	1000,00
TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	S/3,60	536,00	1929,60		0,00		0,00	308,50	1110,60	308,50	1110,60	311,50	1121,40	307,50	1107,00
MOVIMIENTO DE TIERRAS															
LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	S/1,06		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
EXCAVACION MASIVA CON ELIMINACION	S/22,00	1055,00	23210,00	57,00	1254,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA 1,00 m TERRENO NORMAL	S/27,00	121,00	3267,00	100,00	2700,00	54,00	1458,00		0,00		0,00		0,00		0,00
NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	S/3,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día	S/22,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
CONCRETO SIMPLE															
SOLADOS CONCRETO f _c =100 kg/cm ² h=2"	S/25,00	32,00	800,00	85,00	2125,00	78,00	1950,00	75,00	1875,00		0,00		0,00		0,00
CONCRETO CICLOPEO PARA CALZADURAS MEZCLA 1:12 + 30% P.G.	S/210,00	13,20	2772,00	6,60	1386,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
ENCOFRADO CALZADURAS	S/42,00	24,00	1008,00	12,00	504,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	S/210,00		0,00		0,00		0,00	2,04	428,40	4,50	945,00	0,50	105,00	2,00	420,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO HASTA 0,30 m	S/42,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
CONCRETO 1:8+25% PM PARA SOBRECIMIENTOS	S/212,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
CONCRETO EN FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON E=4"	S/45,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
CONCRETO ARMADO															
ZAPATAS															
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA ZAPATAS	S/4,07	463,51	1886,49	1280,15	5210,21	2435,47	9912,36		0,00		0,00		0,00		0,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	S/45,00		0,00		0,00	15,30	688,50		0,00		0,00		0,00		0,00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	S/277,38		0,00	16,00	4438,08	76,50	21219,57		0,00		0,00		0,00		0,00
VIGAS DE CIMENTACION															
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS DE CIMENTACION	S/4,07		0,00	4284,71	17438,77	981,14	3993,24		0,00		0,00		0,00		0,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	S/45,00		0,00	11,40	513,00	20,72	932,40	11,08	498,60		0,00		0,00		0,00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS DE CIMENTACION f _c =210 kg/cm ²	S/263,07		0,00	62,00	16310,34	10,75	2826,69	4,35	1144,35		0,00		0,00		0,00
COLUMNAS															
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA COLUMNAS	S/4,07	170,34	693,28	2893,55	11776,75	787,28	3204,23	555,63	2261,41	1736,16	7066,17	1198,31	4877,12	2319,80	9441,59
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	S/45,00		0,00	13,80	621,00	112,38	5057,10	3,68	165,38	75,98	3419,10	75,98	3419,10	123,97	5578,65
CONCRETO PREMEZCLADO PARA COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	S/314,33		0,00	3,10	974,42	7,88	2475,35	6,98	2194,02	13,90	4369,19	7,00	2200,31	10,50	3300,47
PLACAS															
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA PLACAS	S/4,07		0,00	7159,16	29137,78	1290,61	5252,78	1000,72	4072,93	2147,11	8738,74	1351,87	5502,11	458,33	1865,40
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	S/45,00		0,00	266,45	11990,21	158,88	7149,60	102,91	4630,95	203,47	9156,15	203,47	9156,15	19,82	891,90
CONCRETO PREMEZCLADO PARA PLACAS f _c =210 kg/cm ²	S/345,00		0,00	58,65	20234,25	26,98	9306,38	16,35	5640,75	42,10	14524,50	20,50	7072,50	3,50	1207,50
VIGAS															
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS	S/4,07		0,00		0,00	1654,81	6735,08	2726,94	11098,65	4783,96	19470,72	7200,93	29307,79	1076,17	4380,01
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	S/49,00		0,00		0,00	59,91	2935,59	190,80	9349,20	46,70	2288,30	370,43	18151,07		0,00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS f _c =210 kg/cm ²	S/296,07		0,00		0,00		0,00	34,52	10218,86	35,50	10510,49	36,00	10658,52	33,00	9770,31
LOSAS MACIZAS															
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA MACIZA	S/4,07		0,00		0,00		0,00	1292,31	5259,70	178,77	727,59	553,80	2253,97	1138,62	4634,18
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	S/45,64		0,00		0,00		0,00	71,55	3265,54	9,03	412,13	124,53	5683,55		0,00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA MACIZA f _c =210 kg/cm ²	S/296,07		0,00		0,00		0,00	14,00	4144,98	2,00	592,14	2,00	592,14	23,00	6809,61
LOSAS ALIGERADAS															
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA ALIGERADA	S/4,07		0,00		0,00		0,00	1148,82	4675,70	1016,00	4135,12	1166,95	4749,49	605,59	2464,75
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	S/37,80		0,00		0,00		0,00	261,17	9872,23	260,40	9843,12	379,55	14346,99		0,00
LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	S/2,38		0,00		0,00		0,00	2200,00	5236,00	2200,00	5236,00	3400,00	8092,00		0,00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA ALIGERADA f _c =210 kg/cm ²	S/296,07		0,00		0,00		0,00	26,62	7881,38	32,00	9474,24	31,50	9326,21	16,00	4737,12
ESCALERAS															
ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA ESCALERAS	S/4,07		0,00		0,00	90,48	368,25	493,92	2010,25	332,62	1353,76	896,30	3647,94		0,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	S/55,00		0,00		0,00	5,00	275,00	63,00	3465,00	18,10	995,50	74,80	4114,00	10,63	584,85
CONCRETO PREMEZCLADO PARA ESCALERAS f _c =210 kg/cm ²	S/314,33		0,00		0,00	1,90	597,23	9,00	2828,97	2,50	785,83	2,50	785,83	10,00	3143,30
CISTERNA Y CUARTOS DE BOMBAS															
ACERO CORRUGADO F _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60	S/4,07	143	582,01	573,07	2332,39		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA Y CUARTO DE BOMBA	S/45,00	14	630,00	57,66	2594,70		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA CISTERNA f _c =210 kg/cm ²	S/281,33		0,00	11,75	3305,63		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
MUROS Y TABIQUES															
MURO DE LADRILLO K.K.MACIZO 9x13x24 cm.	S/65,00		0,00		0,00		0,00	23,22	1509,30	23,22	1509,30	23,22	1509,30	385,00	25025,00
MURO DE LADRILLO PANDERETA 10x12x23 cm.	S/65,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	278,00	18070,00
TOTAL			S/37.778,38		S/134.846,53		S/87.337,34		S/104.838,15		S/117.663,68		S/146.672,47		S/104.431,44

Fuente Propia.

Con los valores de PV, EV y AC obtenidos para cada periodo desde la Quincena 1 hasta la Quincena 7, gráficamente podemos representar la siguiente Curva S en la Figura 6:

Figura 6: Curvas S de Valor panificado, Valor ganado y Valor Real para la Quincena 7.



Fuente Propia.

En el siguiente capítulo se analizará cada gráfico y se explicara el comportamiento de cada curva S de los valores obtenidos del valor ganado, así mismo se calcularan los índices de desempeño y se expondrá el estado del proyecto para cada periodo de control.

CAPITULO V: PRESENTACION DE RESULTADOS

5.1 ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1.1 Métricas del Valor Ganado

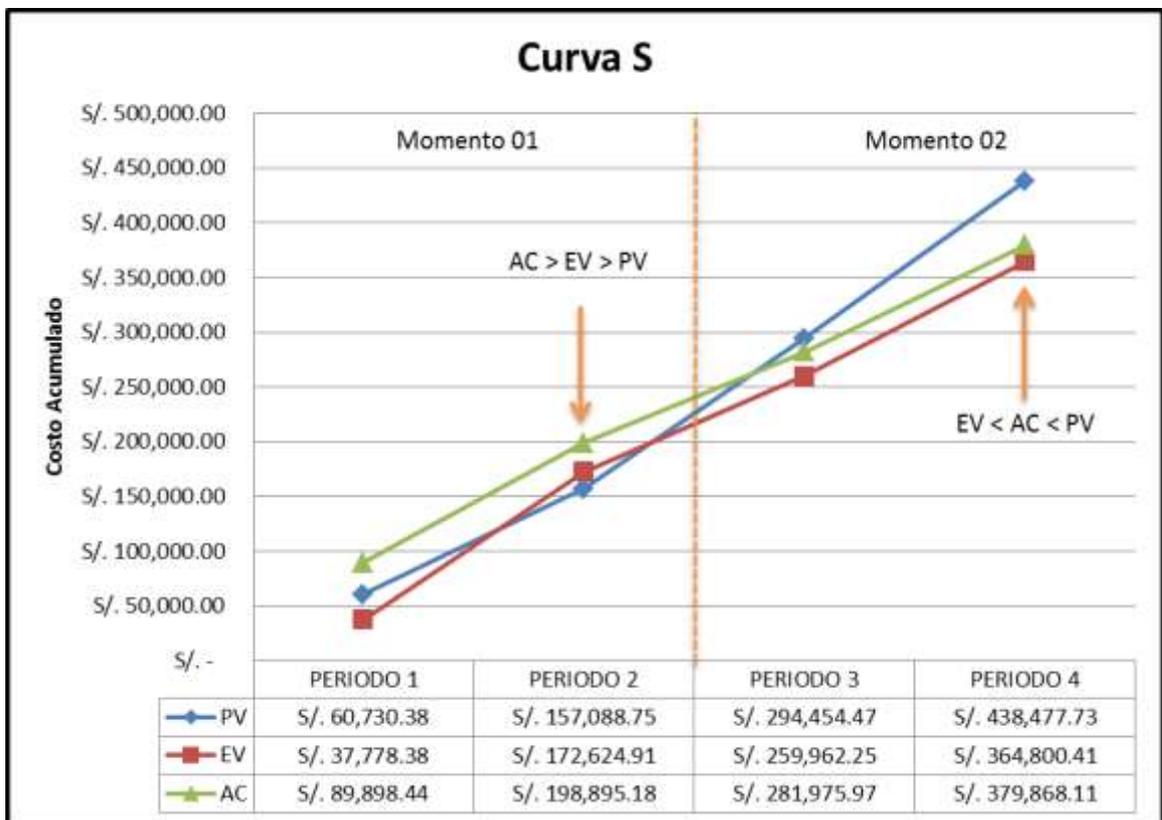
- Evaluación en el primer periodo de control

De la Figura 7 se observa el avance de obra en 4 periodos, dando lugar a 2 momentos para analizar:

- ✓ Del inicio de obra hasta el periodo 2 la curva de Valor Ganado y la curva de valor planificado se encuentran muy cerca el uno del otro cruzándose en dos oportunidades, primero se observa que el PV está por encima del EV (superándolo por una cifra baja), para luego cruzarse a inicios del segundo periodo invirtiendo la posición de las dos curvas (manteniendo una separación mínima) y a fines del segundo periodo vuelve a cruzarse para mantenerse en una tendencia donde el PV está por encima del EV; esto significa que en el primer periodo se ejecutó un poco menos del trabajo requerido en la programación para luego igualarlo en el segundo periodo hasta llegar a superarlo y a finales del segundo periodo volver a encontrarse en retraso. Además la curva de costo real siempre se mantuvo por encima del PV y el EV, demostrando que en los dos primeros periodos el costo para realizar la obra fue mayor al proyectado.
- ✓ El segundo momento a analizar es del tercer periodo al cuarto, en donde la curva PV continúa por encima de la curva EV (superándolo por una cifra constantemente en aumento), quedando claro que **en la obra no se ha ejecutado lo requerido por el cronograma**

planificado. Por último se ve como la curva de AC se cruza con la curva PV (a inicios del periodo 3) quedando en una tendencia constante por debajo de PV, pero aun así manteniéndose por encima de la curva EV, lo que significa que para la ejecución de la obra en el periodo 3 y 4 se está gastando menos de lo proyectado, pero como la obra está en retraso tendrá que realizar mayores gastos para llegar a la meta planificada y hasta el cierre de la fecha control se mantiene sin obtener ganancias.

Figura 7: Curva S evidenciando situaciones particulares para el Primer Control.

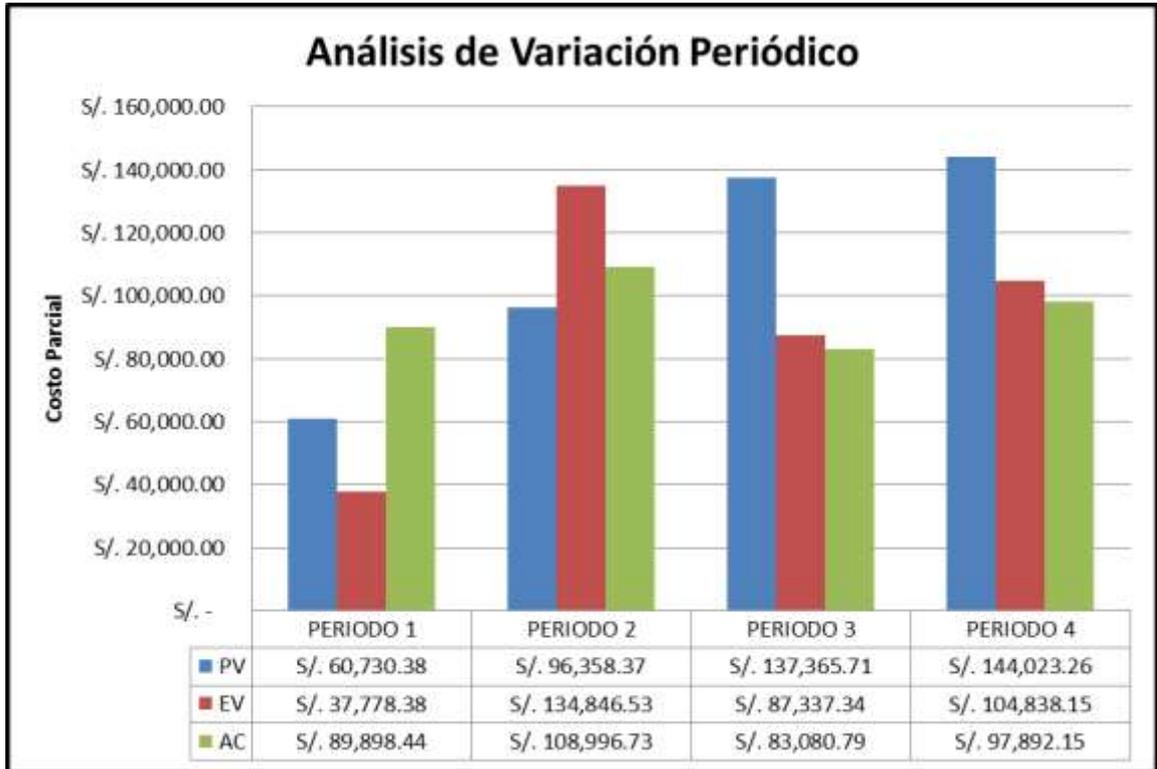


Fuente propia.

La Figura 8 muestra de forma gráfica los costos de cada periodo, permitiendo comparar la inversión programada por cada quincena respecto a lo ejecutado y al costo real, de esta manera se puede analizar el avance gradual de la obra y calcular las variaciones que presenta por cada periodo.

Para interpretar la Figura 8 se utilizará la Tabla 5 que es el resultado de una hoja de cálculo de Excel que tabula los indicadores del Valor Ganado para el primer periodo de control.

Figura 8: Análisis de Variación Periódico para el Primer Control.



Fuente Propia.

Tabla 5: Métricas del EVM para el Primer Control.

INDICADOR	FORMULA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4
CV	CV = EV - AC	-S/.52,120.07	-S/.26,270.27	-S/.22,013.71	-S/.15,067.71
SV	SV = EV - PV	-S/.22,952.00	S/.15,536.16	-S/.34,492.21	-S/.73,677.32
CPI	CPI = EV / AC	0.42	0.87	0.92	0.96
SPI	SPI = EV / PV	0.62	1.10	0.88	0.83

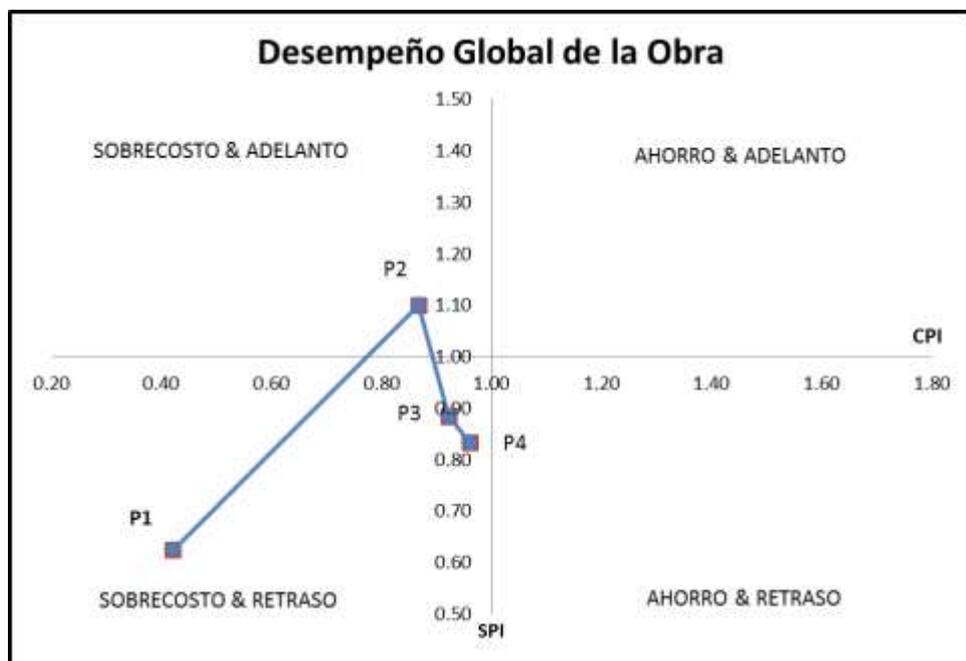
Fuente propia.

Los indicadores de variación del costo (CV) y cronograma (SV) del EVM en todos los periodos están por debajo de cero, a excepción del SV del periodo 2 (donde es el único momento en donde lo ejecutado en obra supera el trabajo proyectado), lo que indica que la obra se encuentra con

retraso y sobrecosto. Sin embargo se observa que del primer periodo al cuarto periodo ha habido una recuperación de la inversión inicial, aunque no se haya logrado alcanzar su totalidad. Esto también nos alerta que de continuar con las mismas prácticas de ejecución de obra no se podrá alcanzar ni el cronograma ni el presupuesto previsto pudiendo culminar la obra con sobrecostos.

Con los indicadores de rendimiento de costo (CPI) y cronograma (SPI) se puede hacer el seguimiento de la obra con ayuda del gráfico de la Figura 9, donde se visualiza e identifica de manera eficiente y en cualquier periodo de análisis, el estado en el que se encuentre la obra, ubicando la coordenada resultante entre el CPI eje de abscisas y el SPI como eje de ordenadas y según el cuadrante donde se ubique el punto del periodo se puede establecer si la obra presenta adelanto o atraso según el cronograma y a la vez si esta por encima o por debajo del presupuesto, tal como indica la imagen.

Figura 9: Desempeño Global del Proyecto para el Primer Control.



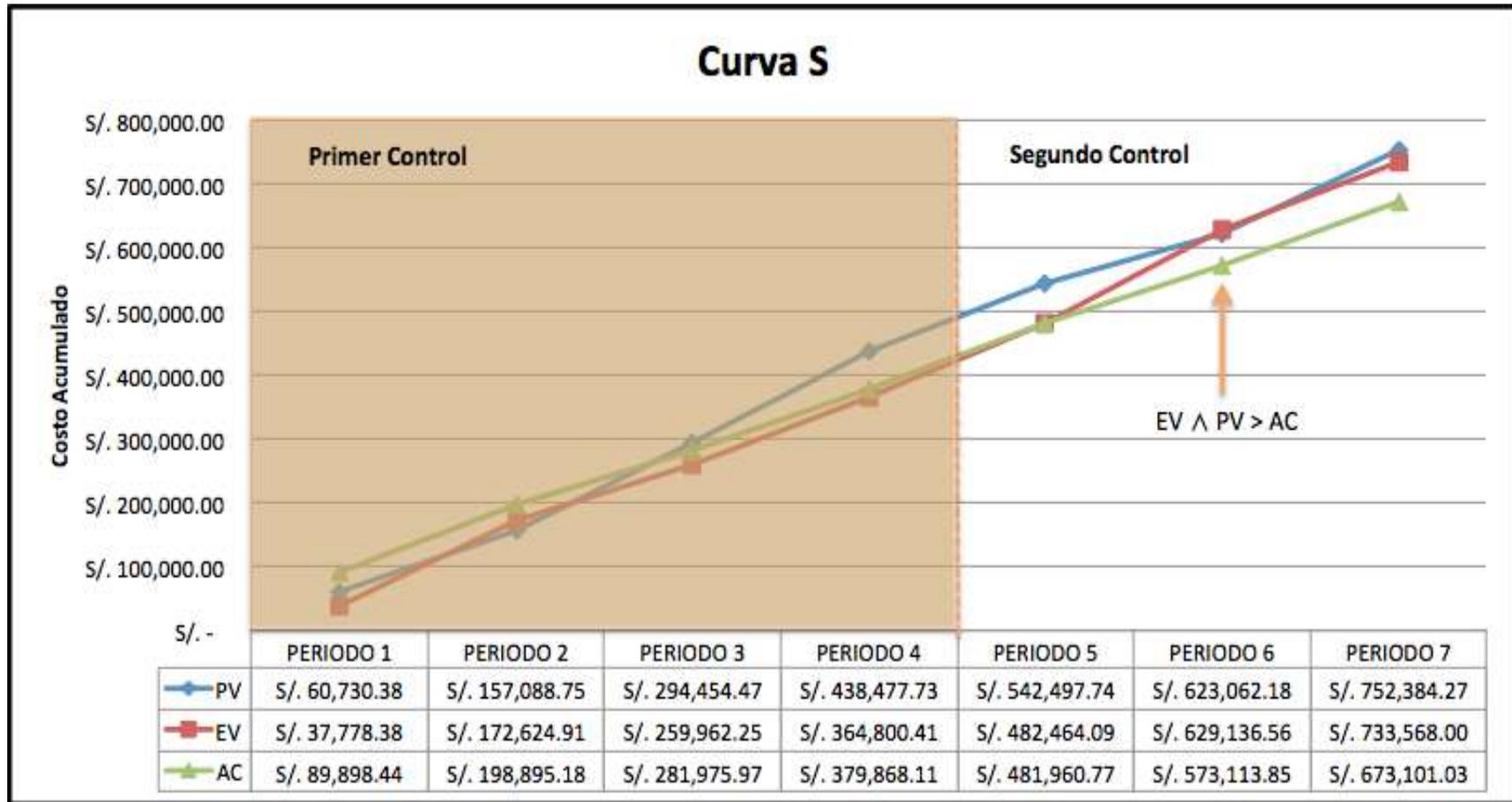
Fuente Propia.

Al igual que en la Tabla 5, se observa que la tendencia de la ejecución de la obra denota retraso y sobrecostos para el cierre del primer control.

- Evaluación en el segundo periodo de control

De la Figura 6 se observa el avance de obra en 3 periodos posterior al primer control, donde ocurre un cambio importante específicamente en la curva S del Valor Ganado ya que a partir del quinto periodo tiene una tendencia ascendente llegando alcanzar la curva S del Costo Real hasta superarla en los periodos posteriores, además de alcanzar la curva S del Valor Planificado a partir del sexto periodo para mantenerse casi constante como se puede observar en la Figura 10. Esto significa que desde el quinto periodo se empieza a obtener ganancias debido a que la curva S del EV esta por encima de la curva S del AC y a partir del sexto periodo el trabajo ejecutado en obra responde al trabajo solicitado por el cronograma.

Figura 10: Curva S evidenciando situaciones particulares para el Segundo Control.

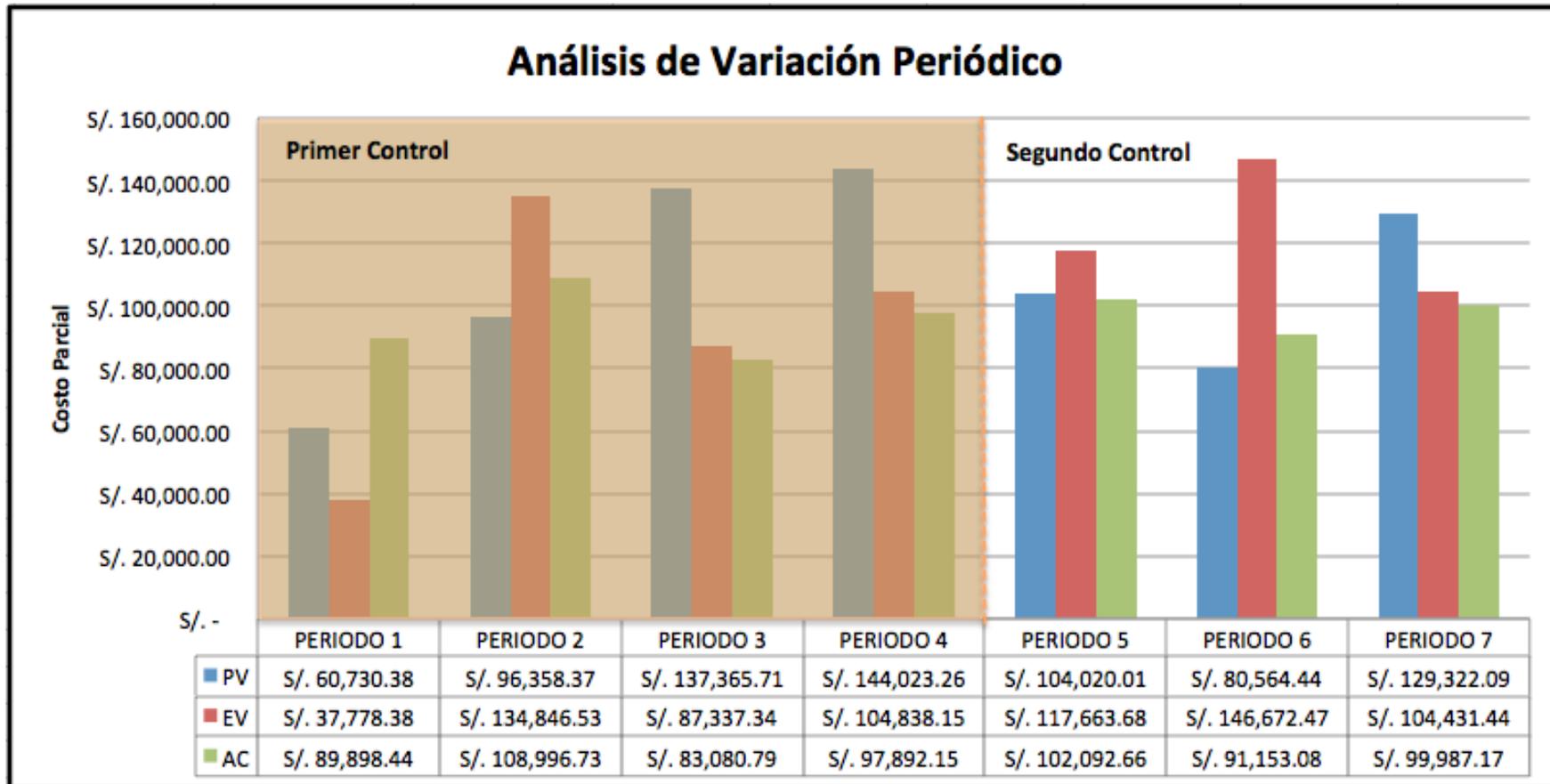


Fuente propia.

La Figura 11 muestra de forma gráfica los costos de cada periodo, permitiendo comparar la inversión programada por las ultimas quincenas, de esta investigación, respecto a lo ejecutado y al costo real, de esta manera se puede analizar el avance gradual de la obra y calcular las variaciones que presenta por cada periodo.

Para interpretar la Figura 11 se utilizará la Tabla 6 que es el resultado de una hoja de cálculo de Excel que tabula los indicadores del Valor Ganado para el segundo periodo de control.

Figura 11: Análisis de Variación Periódico para el Segundo Control.



Fuente Propia.

Tabla 6: Métricas del EVM para el Segundo Control.

INDICADOR	FORMULA	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7
CV	$CV = EV - AC$	S/.503.32	S/.56,022.70	S/.60,466.97
SV	$SV = EV - PV$	-S/.60,033.65	S/.6,074.38	-S/.18,816.27
CPI	$CPI = EV / AC$	1.00	1.10	1.09
SPI	$SPI = EV / PV$	0.89	1.01	0.97

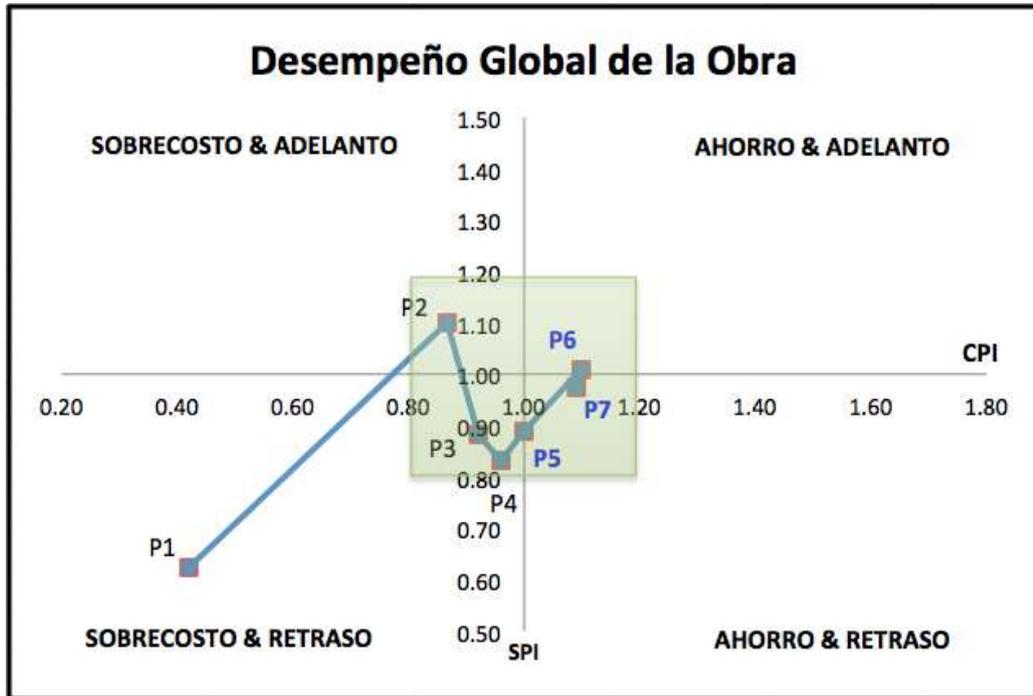
Fuente propia.

Los indicadores de variación del costo (CV) de los últimos tres periodos evaluados se encuentran por encima de cero con una tendencia creciente para cada periodo, lo que indica que existe un ahorro en los costos respecto a lo programado.

Los indicadores de la variación de cronograma (SV) muestran una situación diferente, ya que en el quinto periodo nos encontramos con un numero negativo demostrando un retraso de obra con respecto al cronograma, para luego en el sexto periodo estar por encima de cero por unas cuantas cifras superando por un momento al cronograma planificado y por ultimo en el séptimo periodo el indicador SV vuelve a estar por debajo de cero por una cantidad aceptable indicando que la ejecución de obra esta en retraso por una pequeña variación.

Con los indicadores de rendimiento de costo (CPI) y cronograma (SPI) del segundo control se puede hacer el seguimiento de la obra con ayuda del gráfico de la Figura 12, donde se visualiza e identifica de manera eficiente y en cualquier periodo de análisis, el estado en el que se encuentre la obra.

Figura 12: Desempeño Global del Proyecto para el Segundo Control.



Fuente Propia.

En el segundo control de obra se observa que hemos pasado del cuadrante de sobrecosto (primer control) al cuadrante del ahorro, esto responde a las acciones que se tomaron después de la primera evaluación. Por otro lado a pesar de que se hicieron cambios en las técnicas de ejecución de la obra no se logro adelantar el trabajo ejecutado con respecto al cronograma planificado.

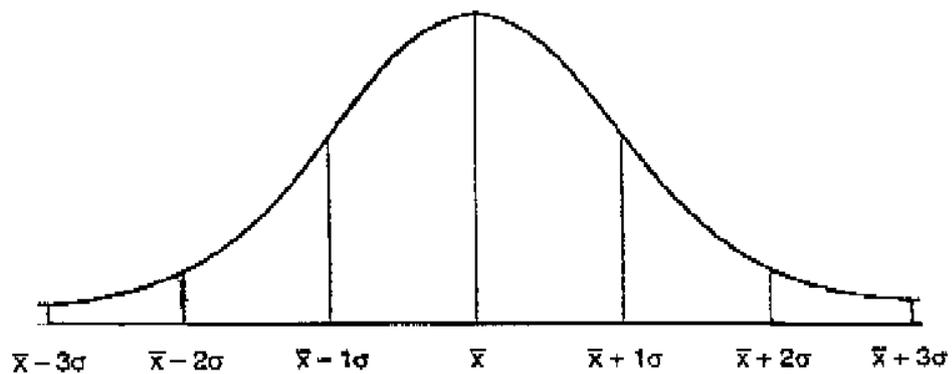
Las coordenadas de los tres últimos periodos se ubican dentro del cuadro verde lo que indica que aunque este en retraso esta dentro del margen aceptable de variación del cronograma.

5.1.2 Pronostico de completación de obra

✓ Evaluación en el primer periodo de control

Para la proyección a la conclusión de la obra del primer periodo de control se tomaron los valores efectivos del EAC de la quincena 4 según las ecuaciones 6 ($EAC_{\text{optimista}}$), 7 ($EAC_{\text{más probable}}$) y 8 ($EAC_{\text{pesimista}}$) desarrolladas en el marco teórico; y como herramienta de análisis, la Estimación por 3 Valores, que asume una distribución del costo de la obra como una distribución normal típica (Figura 13) para determinar los rangos del costo a la conclusión (EAC_{esperado}) según su grado de confiabilidad.

Figura 13: Distribución estándar o normal.



La Estimación por 3 Valores para el primer periodo de control se realizó en una hoja de cálculo de Excel dando como resultados los valores obtenidos en las Tablas 7 y 8.

Tabla 7: Métricas del EVM y Estimación por 3 Valores para el primer periodo de control.

INDICADOR	FORMULA	PERIODO 4
EAC	$EAC_o = AC + (BAC - EV)$	S/. 939,008.70
	$EAC_m = BAC / CPI$	S/. 962,103.43
	$EAC_p = AC + \{(BAC - EV) / (CPI \times SPI)\}$	S/. 1,079,695.23
EAC ESPERADO	$(EAC_o + 4EAC_m + EAC_p) / 6$	S/. 977,852.94
DESVIACION ESTANDAR	$(EAC_p - EAC_o) / 6$	S/. 23,447.76

Fuente Propia.

Tabla 8: Rangos de estimación del costo de la obra a la conclusión para el primer periodo de control.

ESTIMACION POR TRES VALORES PARA EL PRIMER CONTROL		
CONFIABILIDAD DE 68%	S/. 954,405.18	a S/. 1,001,300.69
CONFIABILIDAD DE 95%	S/. 930,957.43	a S/. 1,024,748.45
CONFIABILIDAD DE 99%	S/. 907,509.67	a S/. 1,048,196.21

Fuente Propia.

La Tabla 7 nos indica que el $EAC_{esperado}$ es de S/. 977,852.94, valor que está por encima del presupuesto hasta la conclusión (BAC) siendo S/.923,940.99. Es por ello que al realizar el análisis de Estimación por 3 Valores los rangos obtenidos (Tabla 8) pronostican que para culminar la obra, sin importar el grado de confiabilidad, están por encima del BAC, lo que significa que en todos los pronósticos la obra culmina con un déficit financiero.

✓ Evaluación en el segundo periodo de control

Para la proyección a la conclusión de la obra del segundo periodo de control se realizó el mismo procedimiento de análisis que en el primer periodo de control con los valores efectivos del EAC de la quincena 7, dando como resultado las Tablas 9 y 10.

Tabla 9: Métricas del EVM y Estimación por 3 Valores para el segundo periodo de control.

INDICADOR	FORMULA	PERIODO 7
EAC	$EAC_o = AC + (BAC - EV)$	S/. 863,474.02
	$EAC_m = BAC / CPI$	S/. 847,781.84
	$EAC_p = AC + \{(BAC - EV) / (CPI \times SPI)\}$	S/. 868,357.15
EAC ESPERADO	$(EAC_o + 4EAC_m + EAC_p)/6$	S/. 853,826.42
DESVIACION ESTANDAR	$(EAC_p - EAC_o)/6$	S/. 813.86

Fuente Propia.

Tabla 10: Rangos de estimación del costo de la obra a la conclusión para el segundo periodo de control.

ESTIMACION POR TRES VALORES PARA EL SEGUNDO CONTROL				
CONFIABILIDAD DE 68%	S/.	853,012.57	a S/.	854,640.28
CONFIABILIDAD DE 95%	S/.	852,198.71	a S/.	855,454.13
CONFIABILIDAD DE 99%	S/.	851,384.86	a S/.	856,267.99

Fuente Propia.

En la Tabla 9 se observa que el EAC_o (S/. 863,474.02) es mayor que el EAC_m (S/. 847,781.84), esto se debe a que el índice de rendimiento del costo ($CPI = 1.09$) es óptimo ya que por cada S/. 1 que se invierte se gana S/. 1.09. Es por ello que aunque se considere que la estimación hasta la conclusión (ETC) responda a lo planificado resulte mayor al EAC_m .

Así mismo la Tabla 9 nos indica que el $EAC_{esperado}$ es de S/. 853,826.42 valor que está por debajo del presupuesto hasta la conclusión (BAC) siendo S/.923,940.99. Además se obtiene una desviación estándar muy pequeña (S/. 813.86), dando lugar a rangos de $EAC_{esperado}$, para cualquier grado de confiabilidad, por debajo del BAC tal como lo muestra la Tabla 10.

El pronóstico de la estimación a la conclusión de la quincena 7 es bastante optimista pues supone no solo la recuperación de los sobrecostos incurridos en el primer periodo de control, sino que hasta se puede

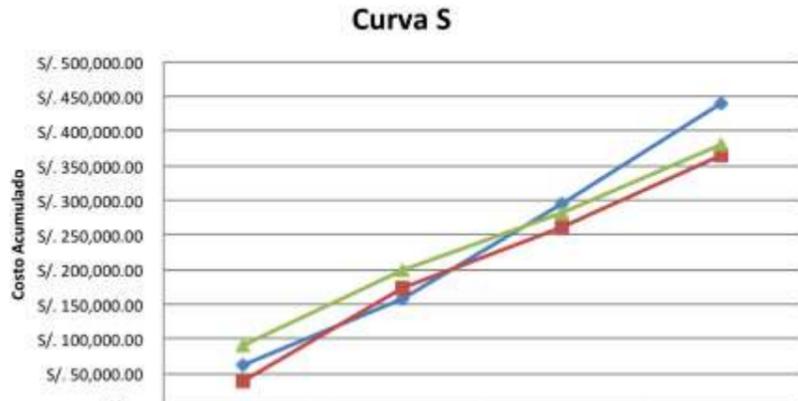
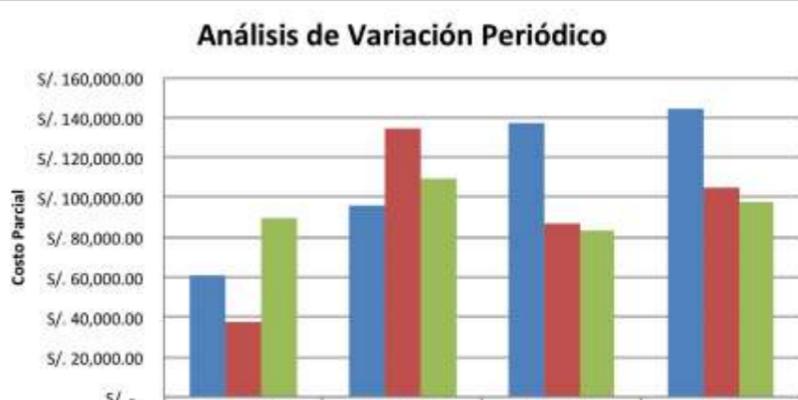
asegurar un ahorro al culminar la ejecución de la especialidad de estructuras de la obra.

5.1.3 Reporte del rendimiento de obra

✓ Evaluación en el primer periodo de control

Con el análisis realizado en el numeral anterior se formuló un formato de reporte de rendimiento que reúne el compendio de los indicadores obtenidos en el primer periodo, el cual se presenta en la Tabla 11:

Tabla 11: Reporte de Performance de Obra N° 4.

		REPORTE DE PERFORMANCE DE OBRA N° 4																																																										
		EDIFICIO MULTIFAMILIAR LOS FRESNOS																																																										
PERIODO	PERIODO N° 4		CONTRATISTA		ENTERPRISE																																																							
CONTRATANTE			DIRECTOR DE OBRA																																																									
GERENTE DE PROYECTOS			RESIDENTE DE OBRA																																																									
PRESUPUESTO HASTA LA CONCLUSION (BAC)	S/.	923,940.99	RESIDENTE SUPERVISOR																																																									
CUADRO RESUMEN																																																												
DATOS DE ENTRADA																																																												
QUINCENA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4																																																								
Valor Planificado	S/.	60,730.38	S/.	96,358.37	S/.																																																							
Valor Ganado	S/.	37,778.38	S/.	134,846.53	S/.																																																							
Valor Real	S/.	89,898.44	S/.	108,996.73	S/.																																																							
CUADRO DE FORMULAS																																																												
Valor Planificado (Presupuestado)	PV	S/.	60,730.38	S/.	157,088.75	S/.	294,454.47	S/.	438,477.73																																																			
Valor Ganado	EV	S/.	37,778.38	S/.	172,624.91	S/.	259,962.25	S/.	364,800.41																																																			
Valor Real	AC	S/.	89,898.44	S/.	198,895.18	S/.	281,975.97	S/.	379,868.11																																																			
Varianza de Costo	CV	CV = EV - AC	S/.	-52,120.07	S/.	-26,270.27	S/.	-22,013.71	S/.	-15,067.71																																																		
Varianza de Cronograma	SV	SV = EV - PV	S/.	-22,952.00	S/.	15,536.16	S/.	-34,492.21	S/.	-73,677.32																																																		
Indice de desempeño del Costo	CPI	CPI = EV / AC		0.42		0.87		0.92		0.96																																																		
Indice de desempeño del Cronograma	SPI	SPI = EV / PV		0.62		1.10		0.88		0.83																																																		
Costo estimado para completar el trabajo	ETC	ETC = (BAC - EV) / CPI	S/.	2,108,736.31	S/.	865,652.27	S/.	720,204.74	S/.	582,235.31																																																		
Indice de desempeño del trabajo por completar	TCPI	TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)		1.06		1.04		1.03		1.03																																																		
Porcentaje de terminación de Obra - Estructura	PCIB	PCIB = EV / BAC		4.09%		18.68%		28.14%		39.48%																																																		
Proyeccion de la estimacion a la conclusión	EAC	EAC ₁ = AC + (BAC - EV)	S/.	976,061.06	S/.	950,211.26	S/.	945,954.70	S/.	939,008.70																																																		
		EAC ₂ = BAC / CPI	S/.	2,198,634.76	S/.	1,064,547.45	S/.	1,002,180.70	S/.	962,103.43																																																		
		EAC ₃ = AC + ((BAC - EV) / (CPI x SPI))	S/.	3,479,783.36	S/.	986,639.17	S/.	1,097,738.63	S/.	1,079,695.23																																																		
		EAC _{esp} = (EAC _o + 4EAC _m + EAC _p) / 6	S/.	2,208,397.24	S/.	1,032,506.70	S/.	1,008,736.02	S/.	977,852.94																																																		
Variacion de Costo a la terminación	VAC	VAC = BAC - EAC	S/.	-1,284,456.25	S/.	-108,565.71	S/.	-84,795.03	S/.	-53,911.95																																																		
ANALISIS GRAFICO																																																												
<h3>Curva S</h3>  <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>PERIODO 1</th> <th>PERIODO 2</th> <th>PERIODO 3</th> <th>PERIODO 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PV</td> <td>S/.</td> <td>60,730.38</td> <td>S/.</td> <td>157,088.75</td> <td>S/.</td> <td>294,454.47</td> <td>S/.</td> <td>438,477.73</td> </tr> <tr> <td>EV</td> <td>S/.</td> <td>37,778.38</td> <td>S/.</td> <td>172,624.91</td> <td>S/.</td> <td>259,962.25</td> <td>S/.</td> <td>364,800.41</td> </tr> <tr> <td>AC</td> <td>S/.</td> <td>89,898.44</td> <td>S/.</td> <td>198,895.18</td> <td>S/.</td> <td>281,975.97</td> <td>S/.</td> <td>379,868.11</td> </tr> </tbody> </table>				PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PV	S/.	60,730.38	S/.	157,088.75	S/.	294,454.47	S/.	438,477.73	EV	S/.	37,778.38	S/.	172,624.91	S/.	259,962.25	S/.	364,800.41	AC	S/.	89,898.44	S/.	198,895.18	S/.	281,975.97	S/.	379,868.11	<h3>Valor Planificado</h3>  <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>PERIODO 1</th> <th>PERIODO 2</th> <th>PERIODO 3</th> <th>PERIODO 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo Periodico</td> <td>S/.</td> <td>60,730.38</td> <td>S/.</td> <td>96,358.37</td> <td>S/.</td> <td>137,365.71</td> <td>S/.</td> <td>144,023.26</td> </tr> <tr> <td>Costo Acumulado</td> <td>S/.</td> <td>60,730.38</td> <td>S/.</td> <td>157,088.75</td> <td>S/.</td> <td>294,454.47</td> <td>S/.</td> <td>438,477.73</td> </tr> </tbody> </table>				PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	Costo Periodico	S/.	60,730.38	S/.	96,358.37	S/.	137,365.71	S/.	144,023.26	Costo Acumulado	S/.	60,730.38	S/.	157,088.75	S/.	294,454.47	S/.	438,477.73
	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4																																																								
PV	S/.	60,730.38	S/.	157,088.75	S/.	294,454.47	S/.	438,477.73																																																				
EV	S/.	37,778.38	S/.	172,624.91	S/.	259,962.25	S/.	364,800.41																																																				
AC	S/.	89,898.44	S/.	198,895.18	S/.	281,975.97	S/.	379,868.11																																																				
	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4																																																								
Costo Periodico	S/.	60,730.38	S/.	96,358.37	S/.	137,365.71	S/.	144,023.26																																																				
Costo Acumulado	S/.	60,730.38	S/.	157,088.75	S/.	294,454.47	S/.	438,477.73																																																				
<h3>Análisis de Variación Periódico</h3>  <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>PERIODO 1</th> <th>PERIODO 2</th> <th>PERIODO 3</th> <th>PERIODO 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PV</td> <td>S/.</td> <td>60,730.38</td> <td>S/.</td> <td>96,358.37</td> <td>S/.</td> <td>137,365.71</td> <td>S/.</td> <td>144,023.26</td> </tr> <tr> <td>EV</td> <td>S/.</td> <td>37,778.38</td> <td>S/.</td> <td>134,846.53</td> <td>S/.</td> <td>87,337.34</td> <td>S/.</td> <td>104,838.15</td> </tr> <tr> <td>AC</td> <td>S/.</td> <td>89,898.44</td> <td>S/.</td> <td>108,996.73</td> <td>S/.</td> <td>83,080.79</td> <td>S/.</td> <td>97,892.15</td> </tr> </tbody> </table>				PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PV	S/.	60,730.38	S/.	96,358.37	S/.	137,365.71	S/.	144,023.26	EV	S/.	37,778.38	S/.	134,846.53	S/.	87,337.34	S/.	104,838.15	AC	S/.	89,898.44	S/.	108,996.73	S/.	83,080.79	S/.	97,892.15	<h3>Desempeño Global de la Obra</h3> 																									
	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4																																																								
PV	S/.	60,730.38	S/.	96,358.37	S/.	137,365.71	S/.	144,023.26																																																				
EV	S/.	37,778.38	S/.	134,846.53	S/.	87,337.34	S/.	104,838.15																																																				
AC	S/.	89,898.44	S/.	108,996.73	S/.	83,080.79	S/.	97,892.15																																																				

Fuente Propia

Este formato permite la identificación del estado situacional de la ejecución de la obra en la especialidad de estructuras en la 4^{ta} quincena, reportando un estado de sobrecosto y retraso ya que por cada S/. 1 nuevo sol gastado se ha trabajado S/. 0.96 centavos. De mantenerse las condiciones actuales para terminar la especialidad de estructuras de la obra, terminará costando S/. 53,911.95 nuevos soles (VAC) más de lo planificado considerando que el costo estimado para completar el trabajo (ETC) pendiente será de S/.582,235.731 nuevos soles siempre y cuando no se presente nuevas situaciones que puedan alterar el curso de la ejecución.

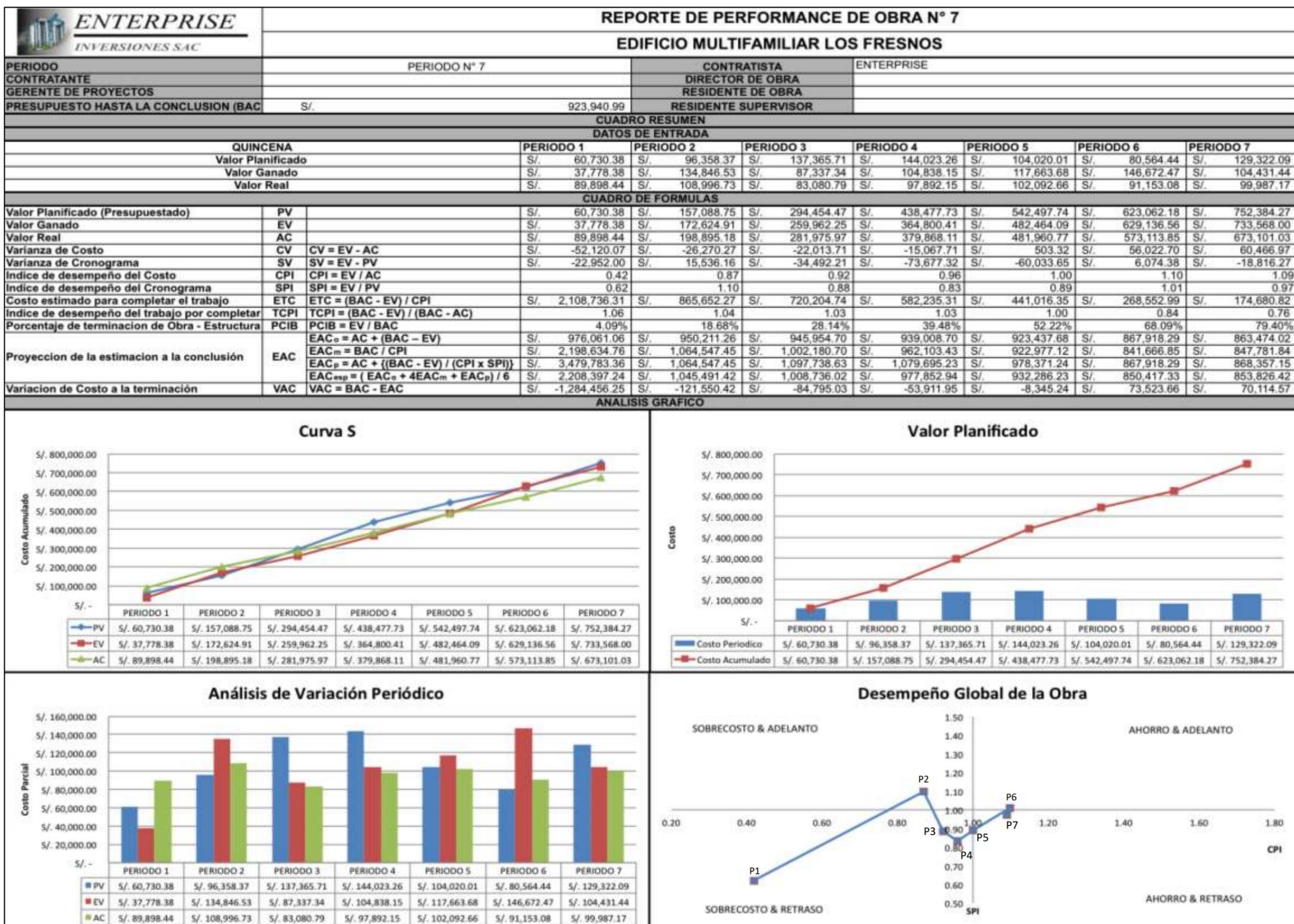
En cuanto el tiempo se ha avanzado solo el 83% de lo planificado, lo que significa que tampoco terminará en el tiempo previsto lo que significaría reajustar el cronograma con una fecha posterior al cierre.

Por lo tanto, es necesario hacer un proceso de recuperación para determinar los valores más idóneos de los indicadores que permitan terminar la obra en los costos y tiempos originales.

✓ Evaluación en el segundo periodo de control

Con el análisis realizado en el numeral anterior se completó el formato de reporte de rendimiento que reúne el compendio de los indicadores obtenidos en el segundo periodo, el cual se presenta la Tabla 12:

Tabla 12: Reporte de Performance de Obra N° 7.



Fuente Propia

El estado situacional de la ejecución de la obra en la especialidad de estructuras en la 7^{ma} quincena, reporta un estado de ahorro y retraso ya que por cada S/. 1 nuevo sol gastado se ha trabajado S/. 1.09 nuevos soles. De mantenerse las condiciones actuales para terminar la especialidad de estructuras de la obra, terminará costando S/. 70,114.57 nuevos soles (VAC) por debajo de lo planificado considerando que el costo estimado para completar el trabajo (ETC) pendiente será de S/.174,680.82 nuevos soles siempre y cuando no se presente nuevas situaciones que puedan alterar el curso de la ejecución.

En cuanto el tiempo se ha avanzado a 97% de lo planificado, lo que significa que está muy cerca de lo previsto, que el proceso de recuperación de desviaciones fue exitoso no solo porque se alcanzó la planificación sino que también permitió un ahorro que justifica los cambios implementados.

5.1.4 Recuperación de las desviaciones

Al recibir los resultados del reporte de rendimiento del primer control se decidió intervenir dentro del desempeño de la obra como medida correctiva para salir del estado negativo en el que se encontraba, puesto que como se observa en los ítems anteriores la proyección para el cierre de obra era de pérdida y en vista de que se encontraba con un porcentaje de terminación del proyecto (PCIB) de 39.48% en obra, se tomaron acciones en la ejecución para optimizar los rendimientos y recuperar los índices de desempeño en el 60.52% restante de la obra en la especialidad de estructuras.

Las medidas a tomar fueron consultadas entre el director del proyecto y el residente de obra luego de analizar en conjunto el avance de obra y los resultados de la aplicación del EVM hasta la fecha del primer cierre de control, donde identificaron las debilidades de la ejecución que llevaron a la obra a un estado de retraso y sobrecosto.

✓ Evaluación del cronograma:

Al contar con información por partidas del EV y del PV se pudo aplicar los índices del EVM por paquete de trabajo y así identificar cuál llevaba a la obra a un estado de retraso.

La Tabla 13 muestra el desagregado de variación del cronograma por paquete de trabajos, donde se observa que el paquete de trabajo de indicador más crítico es el de Concreto Simple con un SPI igual al 0.27 lo que nos indica que solo se ha trabajado el 27% de lo planificado esto responde a que aún no se han empezado las actividades que corresponden a los sobrecimientos de los muros del semisótano, el falso piso del semisótano y también debido a que sólo se ha ejecutado el 50% de las calzaduras de la edificación ya que la calidad del suelo de fundación y la distancia hasta el nivel de fondo de cimentación de -1.00 del fondo de cimentación del colindante permitieron realizar las calzaduras de forma intercalada con el suelo.

Debido a que la realización de las actividades de este paquete de trabajo no forma parte de la ruta crítica de la especialidad de estructuras de la obra, no requiere mayor intervención en el desempeño de estas tareas. De igual modo las actividades pendientes en el paquete de trabajo de Movimiento de Tierras, responde a trabajos que no afectan a la ruta crítica de la especialidad de estructuras de la obra, por lo que tampoco hace necesaria su intervención.

Sin embargo, aunque el índice de SPI de Concreto Armado está dentro de los límites permisibles de desfase con 0.93, existen dos sub paquetes de trabajo que denotan retraso: las partidas de Columnas y Losas Macizas.

Tabla 13: Variación del Cronograma desagregado para el primer periodo de control.

DESCRIPCION	PV acum 1er CONTROL	EV acum 1er CONTROL	CV = PV - EV 1er CONTROL	SPI = PV / EV 1er CONTROL
ESTRUCTURAS				
OBRAS PRELIMINARES	S/. 8,379.20	S/. 5,040.20	-S/. 3,339.00	0.60
ALMACEN Y OFICINA	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 0.00	1.00
TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	S/. 6,379.20	S/. 3,040.20	-S/. 3,339.00	0.48
MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/. 42,838.40	S/. 31,889.00	-S/. 10,949.40	0.74
LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	S/. 683.70	S/. 0.00	-S/. 683.70	0.00
EXCAVACION MASIVA CON ELIMINACION	S/. 24,464.00	S/. 24,464.00	S/. 0.00	1.00
EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA 1.00 m TERRENO NORMAL	S/. 9,155.70	S/. 7,425.00	-S/. 1,730.70	0.81
NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	S/. 1,935.00	S/. 0.00	-S/. 1,935.00	0.00
ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO)	S/. 6,600.00	S/. 0.00	-S/. 6,600.00	0.00
CONCRETO SIMPLE	S/. 47,202.82	S/. 12,848.40	-S/. 34,354.42	0.27
SOLADOS CONCRETO $f_c=100$ kg/cm ² h=2"	S/. 6,750.00	S/. 6,750.00	S/. 0.00	1.00
CONCRETO CICLOPEO PARA CALZADURAS MEZCLA 1:12 + 30% P.G.	S/. 8,400.00	S/. 4,158.00	-S/. 4,242.00	0.50
ENCOFRADO CALZADURAS	S/. 3,150.00	S/. 1,512.00	-S/. 1,638.00	0.48
CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	S/. 3,675.00	S/. 428.40	-S/. 3,246.60	0.12
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO HASTA 0.30 m	S/. 2,695.98	S/. 0.00	-S/. 2,695.98	0.00
CONCRETO 1:8+25% PM PARA SOBRECIMIENTOS	S/. 1,021.84	S/. 0.00	-S/. 1,021.84	0.00
CONCRETO EN FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON E=4"	S/. 21,510.00	S/. 0.00	-S/. 21,510.00	0.00
CONCRETO ARMADO	S/. 340,057.31	S/. 315,022.81	-S/. 25,034.50	0.93
ZAPATAS	S/. 43,355.19	S/. 43,355.21	S/. 0.02	1.00
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 PARA ZAPATAS	S/. 17,009.04	S/. 17,009.06	S/. 0.02	1.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	S/. 688.50	S/. 688.50	S/. 0.00	1.00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA ZAPATAS $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 25,657.65	S/. 25,657.65	S/. 0.00	1.00
VIGAS DE CIMENTACION	S/. 43,658.71	S/. 43,657.39	-S/. 1.32	1.00
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS DE CIMENTACION	S/. 21,432.01	S/. 21,432.01	S/. 0.00	1.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	S/. 1,944.00	S/. 1,944.00	S/. 0.00	1.00
CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 20,282.70	S/. 20,281.38	-S/. 1.32	1.00
COLUMNAS	S/. 46,870.14	S/. 29,422.95	-S/. 17,447.19	0.63
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 PARA COLUMNAS	S/. 22,535.09	S/. 17,935.68	-S/. 4,599.41	0.80
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	S/. 14,113.04	S/. 5,843.48	-S/. 8,269.56	0.41
CONCRETO PREMEZCLADO PARA COLUMNAS $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 10,222.01	S/. 5,643.80	-S/. 4,578.22	0.55
PLACAS	S/. 97,567.77	S/. 97,415.62	-S/. 152.15	1.00
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 PARA PLACAS	S/. 30,559.06	S/. 38,463.49	S/. 7,904.44	1.26
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	S/. 25,546.61	S/. 23,770.76	-S/. 1,775.86	0.93
CONCRETO PREMEZCLADO PARA PLACAS $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 41,462.10	S/. 35,181.38	-S/. 6,280.73	0.85
VIGAS	S/. 32,757.45	S/. 34,070.89	S/. 1,313.44	1.04
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS	S/. 15,721.27	S/. 16,733.72	S/. 1,012.45	1.06
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	S/. 8,635.76	S/. 8,884.79	S/. 249.03	1.03
CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 8,400.42	S/. 8,452.38	S/. 51.96	1.01
LOSAS MACIZAS	S/. 14,769.70	S/. 12,670.22	-S/. 2,099.48	0.86
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA MACIZA	S/. 5,259.74	S/. 5,259.70	-S/. 0.04	1.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	S/. 3,760.28	S/. 3,265.54	-S/. 494.74	0.87
CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA MACIZA $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 5,749.68	S/. 4,144.98	-S/. 1,604.70	0.72
LOSAS ALIGERADAS	S/. 29,066.22	S/. 27,665.31	-S/. 1,400.92	0.95
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA ALIGERADA	S/. 4,909.44	S/. 4,675.70	-S/. 233.74	0.95
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	S/. 9,872.23	S/. 9,872.23	S/. 0.00	1.00
LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	S/. 5,188.40	S/. 5,236.00	S/. 47.60	1.01
CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA ALIGERADA $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 9,096.16	S/. 7,881.38	-S/. 1,214.78	0.87
ESCALERAS	S/. 8,905.76	S/. 9,004.71	S/. 98.95	1.01
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 PARA ESCALERAS	S/. 2,134.35	S/. 2,178.51	S/. 44.16	1.02
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	S/. 3,678.40	S/. 3,700.00	S/. 21.60	1.01
CONCRETO PREMEZCLADO PARA ESCALERAS $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 3,093.01	S/. 3,126.20	S/. 33.19	1.01
CISTERNA Y CUARTOS DE BOMBAS	S/. 10,578.27	S/. 9,444.73	-S/. 1,133.54	0.89
ACERO CORRUGADO $FY=4200$ kg/cm ² GRADO 60	S/. 3,325.30	S/. 2,914.40	-S/. 410.89	0.88
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA Y CUARTO DE BOMBA	S/. 3,539.70	S/. 3,224.70	-S/. 315.00	0.91
CONCRETO PREMEZCLADO PARA CISTERNA $f_c=210$ kg/cm ²	S/. 3,713.27	S/. 3,305.63	-S/. 407.65	0.89
MUROS Y TABIQUES	S/. 12,528.10	S/. 1,509.30	-S/. 11,018.80	0.12
MURO DE LADRILLO K.K.MACIZO 9x13x24 cm.	S/. 12,528.10	S/. 1,509.30	-S/. 11,018.80	0.12
MURO DE LADRILLO PANDERETA 10x12x23 cm.	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	0.00

Fuente Propia.

El desempeño de la partida de Columnas muestra un déficit alarmante en la actividad de encofrado con un SPI igual a 0.41 indicando que solo se está trabajando el 41% de lo planificado, mientras que el acero está con mucha dificultad alcanzando el desempeño deseado con un SPI de 0.80 es

decir un 80% de lo planificado, esto retrasa los trabajos posteriores tales como el vaciado de concreto y actividades de otras partidas tal como las de la Losa Maciza y otros elementos estructurales generando mayor retraso. Esto nos lleva a la conclusión de que se podría mejorar el ritmo de trabajo implementando más trabajadores para optimizar su avance, además que contribuiría en el desarrollo de las demás actividades.

El paquete de trabajo de Concreto Armado depende de tres actividades a realizarse en todos los sub paquetes de trabajos: habilitación y colocación de fierro, encofrado y desencofrado de madera y vaciado de concreto premezclado. En vista de que la cantidad de fierro y encofrado a colocar en obra era de grandes cantidades por el área techada se optó por tomar las siguientes decisiones:

- Aumentar el número de operarios en carpintería, con su ayudante.
- Aumentar el número de operarios en fierrería, con su ayudante.

Esto conllevó a resultados positivos ya que el gasto incurrido al incluir mayor personal de lo planificado no presentó mayores alteraciones al presupuesto oficial de la obra y aceleró el tiempo de ejecución para realizar el vaciado de losa al reducir el tiempo que tomaba completar las columnas y el resto de partidas, pasando de tomar dos semanas completas para realizar cada vaciado de losa a solo necesitar 9 días aproximadamente.

✓ Evaluación de los costos:

Realizar un análisis desagregado de variación de costo, similar al que se hizo en el cronograma es inviable. Esto responde a que los gastos reales ejecutados en obra no se han medido por paquetes de trabajo sino que corresponde al tipo de insumo y al alquiler de equipos y herramientas que se emplearon en obra, imposibilitando calcular el gasto incurrido para cada partida.

Sin embargo, se puede realizar un análisis empírico para identificar qué tareas durante la ejecución de la obra pudiera contribuir a un sobrecosto. La Figura 14 muestra cómo los elementos estructurales de placas y columnas tienen el acero sobresaliendo del vaciado de concreto que corresponde al nivel de semisótano, llegando a alcanzar el nivel de un piso más.

Figura 14: Fotografía de obra Quincena 3.



Este proceso constructivo se decidió para agilizar el trabajo de corte del acero longitudinal sin alterar la resistencia de los elementos estructurales. Según el plan de gestión de costos, en el cronograma valorizado se había decidido implementar el acero por nivel, trayendo incongruencias al momento de comparar lo planificado con lo ejecutado en campo para los primeros periodos, toda vez que se terminaron los trabajos correspondientes al nivel de semisótano y el primer piso se retomaría el proceso constructivo de habilitar el acero longitudinal de columnas y placas por nivel.

Es así como se pudiera sustentar que la obra estuvo en un estado de sobrecosto por las grandes cantidades de acero que se colocaron hasta la fecha del primer cierre de control. Probablemente existan otros factores directos que llevaron a la obra a un estado de sobrecosto pero la falta de información no permite hacer un análisis numérico a través del EVM que identifique qué partidas son responsables de ello, pero gracias a los datos de la aplicación del valor ganado se pudo estar en alerta para identificar debilidades del manejo de obra para la empresa.

5.2 CONTRASTACION DE HIPOTESIS

Luego de aplicar la metodología de Valor Ganado en el proyecto piloto en la ejecución de la especialidad de estructuras de la obra Multifamiliar Los Fresnos, se obtuvieron los valores de los indicadores estipulados para cada variable de cada hipótesis secundaria propuesta, dando a lugar la facilidad de medir, comparar y analizar los resultados. A continuación se realizará la contratación de los resultados analizados en los ítems anteriores con las hipótesis propuestas:

Hipótesis secundaria 1: El *desempeño* de ejecución de obra, determina el *estado del proyecto*.

Según los resultados del SPI y el CPI del ítem 5.1 se demuestra que:

- Para el cierre del primer periodo de control la obra se encuentra en retraso ya que el SPI es menor a 1 con un valor de 0.83 y en sobrecosto ya que el CPI es menor a 1 con un valor de 0.96.
- Para el cierre del segundo periodo de control la obra se encuentra en algo de retraso, puesto que el SPI está por debajo de 1 con un valor de 0.97 y en ahorro con un CPI mayor a 1 con un valor de 1.09.

Esto significa que hasta el cierre del primer periodo de control según el desempeño de avance de la obra en la especialidad de estructuras, la obra estuvo en pérdida, ya que para la cuarta quincena avanzó a un ritmo de 83% con respecto a lo planificado lo que quiere decir que si se siguiera igual no se terminaría a tiempo la obra y según el desempeño del costo, por cada nuevo sol invertido se recibió 0.96, en otras palabras para ejecutar un monto de S/. 364,800.41 se gastó S/. 438,477.73 dando una pérdida de más de s/. 15,000.00, por lo que el estado del proyecto multifamiliar en general era negativo.

Para el cierre del segundo periodo de control, luego de tomar decisiones para un cambio en el desempeño en el avance de la obra en la especialidad de estructuras, se alcanzó un estado de ahorro, ya que por cada nuevo sol invertido se recibió 1.09, demostrando una ganancia de más de S/. 60,000.00 en la séptima quincena y se mantuvo cerca del cronograma estipulado ya que trabajaban a un ritmo de 97% de lo necesario, por lo que en general para el proyecto multifamiliar en la especialidad de estructuras paso a un estado positivo.

Hipótesis secundaria 2: *El rendimiento y la variación de costo y tiempo de la ejecución de obra determina la proyección al cierre de la obra.*

Si se quiere hacer una proyección de cómo va finiquitar la obra, es necesario contar con datos de rendimiento, costos y tiempo de un momento determinado, puesto que estos datos nos permiten visualizar el estado de la obra desde lo particular hasta lo general, y por un análisis lógico (de seguir con las mismas prácticas) matemáticamente se puede estimar el estado futuro de la obra.

El EVM nos brinda una serie de fórmulas matemáticas que nos permiten combinar todos los datos de rendimiento (CPI, SPI) y variación de costos (CV) y tiempo (SV) de un determinado momento de la obra para generar

diferentes proyecciones de la estimación a su conclusión EAC_o , EAC_m , EAC_p , que al ponderarlo se obtiene el $EAC_{esperado}$ (estimación a la conclusión esperada), es decir se obtiene un pronóstico del costo a concluir la obra.

Como se indica en el Capítulo 2 Marco Teórico, si el $EAC_{esperado}$ es mayor al presupuesto de la obra (BAC) se puede hablar de un pronóstico de pérdida a la conclusión, si es menor hablamos de un pronóstico positivo.

Según los datos del ítem 5.1 los resultados al primer cierre de control de la obra en rendimiento fueron:

- Índice de desempeño en costo CPI = 0.96 (significa un estado de pérdida)
- Índice de desempeño en cronograma SPI = 0.83 (se trabajó el 83% de lo planificado)

Los resultados de variaciones fueron:

- Varianza de costo CV = S/. -15,067.71 (monto de sobrecosto a la fecha)
- Varianza de cronograma SV = S/. -73,667.32 (se debería haber ejecutado este monto según el cronograma valorizado, lo que resulta en un retraso)

Teniendo en cuenta estos valores se puede concluir empíricamente que el resultado al final de la obra si se sigue con las mismas prácticas va ser negativo, pero basándonos en datos calculados el resultado es el siguiente:

Para el cierre del primer periodo de control el valor del $EAC_{esperado}$ fue mayor al BAC con un valor de S/. 177,852.94, demostrando que el costo al cierre de obra seria mayor al presupuestado si no se hace alguna modificación en la forma como se ejecuta la obra.

A partir de este resultado se decide implementar acciones correctivas con la intención de que al segundo control se recuperen los índices de rendimiento.

Para el segundo cierre de control de la obra los resultados del rendimiento fueron:

- Índice de desempeño en costo CPI = 1.09 (significa un estado de ahorro)
- Índice de desempeño en cronograma SPI = 0.97 (se avanza a un ritmo de 97% de lo esperado)

Los resultados de variaciones fueron:

- Varianza de costo CV = S/. 60,466.97 (monto de ahorro a la fecha)
- Varianza de cronograma SV = S/. -18,816.27 (se debería haber ejecutado este monto según el cronograma valorizado lo que indica un retraso dentro de los límites admisibles)

Teniendo en cuenta estos valores se puede concluir empíricamente que el resultado al final de la obra si se sigue con las mismas prácticas va ser positivo, pero basándonos en datos calculados el resultado es el siguiente:

Para el cierre del segundo periodo de control el valor del EAC_{esperado} de S/.853,826.42 es menor al BAC con un valor de S/. 923,940.99, demostrando que el costo al cierre de obra sería menor al presupuestado con una diferencia de S/. 70,114.57 como ahorro.

Esto demuestra como el rendimiento y variación de costo y tiempo pueden ayudar a calcular la proyección de cierre de obra.

Hipótesis secundaria 3: La toma oportuna de *acciones* influye en la optimización de la *gestión de costos*.

En el ítem 5.1.4 se explicó como se logró recuperar las desviaciones interviniendo en la obra, para ello se realizó una solicitud de cambio (Anexo 10), tal como lo indica el Plan de Gestión de Costos, detallando el problema, la solución planteada, la razón por la que se solicita el cambio y las consecuencias de realizar el cambio. Para poder aprobar la solicitud de cambio fue necesario someterlo a discusión en la reunión de seguimiento de la obra, por lo que se debatieron otras actuaciones antes de aprobar el cambio; en la reunión sostenida se dejó claro que el problema corresponde a la especialidad de estructuras, que presenta un retraso en una de sus partidas en dos de sus actividades: la colocación de encofrado de columnas y colocación de acero de columnas.

Se evaluó si el atraso fue ocasionado por falta de material, lo cual se dio por descartado ya que existía el material en obra; se revisó el rendimiento de la cuadrilla y se identificó que su avance era lento para los plazos definidos, el incrementar la cuadrilla adelantaría en trabajo asignado para esta partida por lo que se planteó el incremento de la cuadrilla de acero para poder tener un ritmo de trabajo más acorde a las fechas establecidas. Para contra restar el gasto del incremento de la cuadrilla de los trabajos mencionados se evaluó una acción paralela tal como buscar proveedores que brindaran los insumos de la obra a menor costo con la misma calidad de lo requerido por el expediente, sin embargo esta alternativa no fue admitida pues ya se contaba con convenios con las empresas proveedoras que si se incumplían repercutirían en una penalidad nada beneficiosa para la constructora. Con la limitante de conseguir insumos a menor costos y la imposibilidad de reducir cantidades, por se definidos en el expediente técnico, se tuvo que aprobar el cambio sin alguna acción que mitigue el impacto del incremento de gasto en mano de obra. Este documento fue aprobado en la reunión de seguimiento de la obra e implementada al día siguiente de su aprobación de su aprobación.

Después de aprobar el cambio se revisó si la implementación de éste afectaba el Plan de Gestión de Costos (plan), el cual no altera en ningún ítem el plan, pues la medida implementada responde a un aspecto técnico que no supera el margen de variación establecido en el plan y que tampoco representa mayores riesgos. Sin embargo, queda como una lección aprendida para tomarla como referencia toda vez se encuentre en algún proyecto similar, las mismas circunstancias que describe la solicitud de cambio y todas aquellas que sean afines al trabajo descrito.

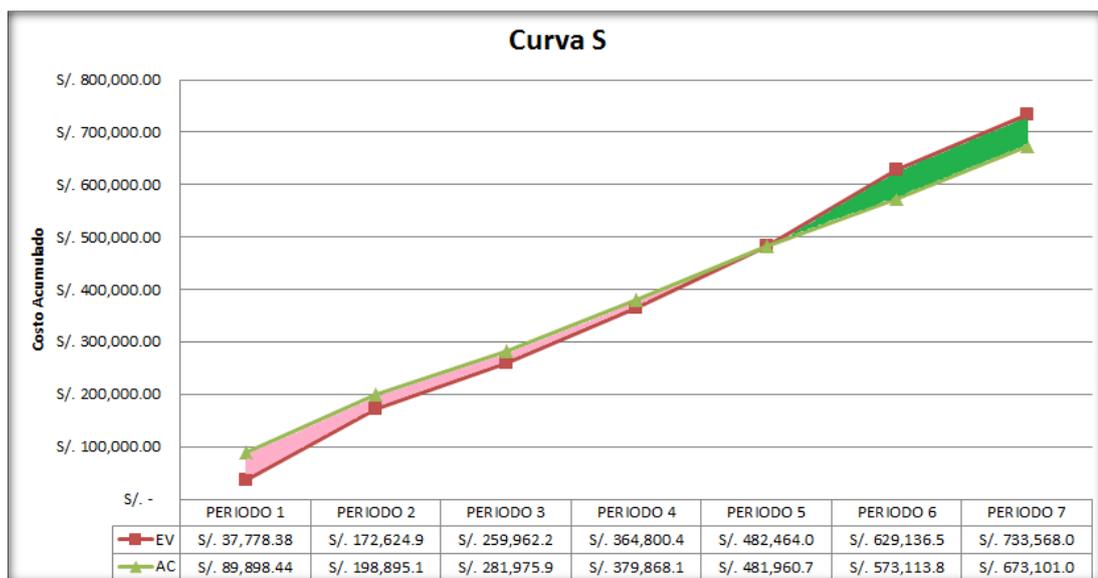
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

✓ Obra

1. El usar la metodología del EVM como herramienta para controlar costos permitió hacerle un seguimiento al progreso de los costos de la especialidad de estructuras para la obra multifamiliar Los Fresnos, identificando a fines de la 4ta quincena un periodo de pérdida, para luego de tomar acciones correctivas dentro de obra, pasar a un periodo de ahorro, como muestra la Figura 15. Donde se observa un área color rosa indicando un margen de sobrecosto de S/. 15 mil hasta la cuarta quincena, dinero que se dejó de ganar al no contar con un control cuantitativo desde el inicio de obra; y un área verde indicando un ahorro de alrededor de los S/. 60 mil hasta la séptima quincena. Se puede decir que de haber realizado el control de costo a través del EVM desde el inicio de obra se podría haber conseguido un ahorro de casi S/. 75 mil para el segundo periodo de control.

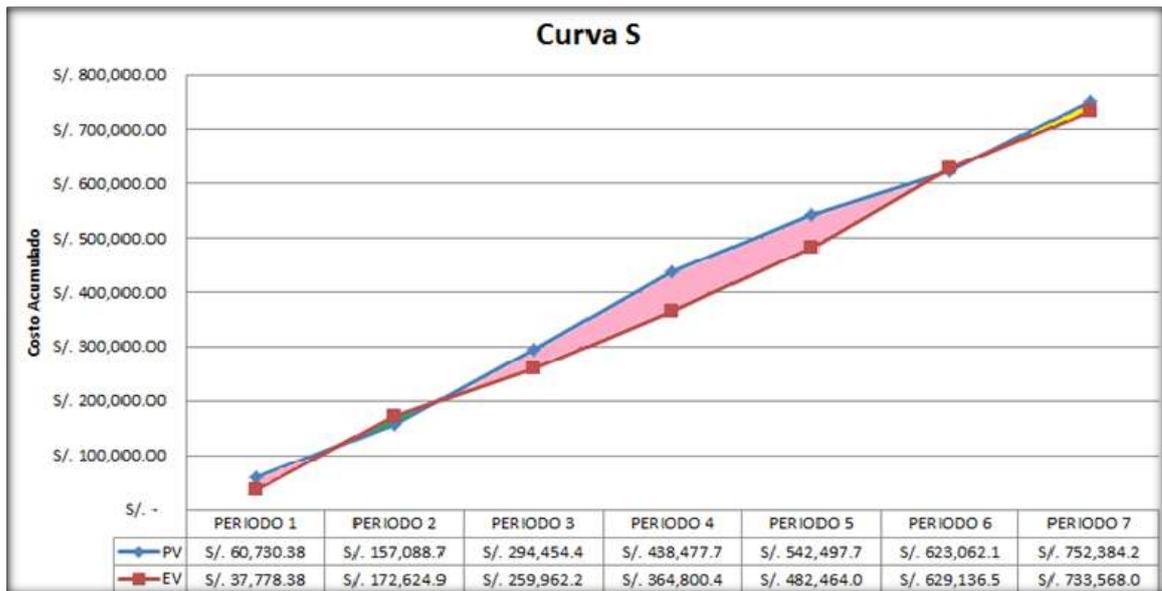
Figura 15: Curva S EV y AC.



Fuente Propia.

2. Para el control de costos en base al cronograma se puede apreciar en la Figura 16 que la obra en la especialidad de estructuras inició con un retraso (zona rosa) hasta llegar a adelantarse para la segunda quincena (zona verde), pero entre la tercera quincena y la cuarta quincena hay un notorio retraso (zona rosa), que luego de identificar por medio de los indicadores del EVM los puntos críticos en obra que necesitaban ser reforzados, el avance de la obra empezó a ajustarse al cronograma planificado hasta llegar a igualarse y terminar en un margen aceptable de desfase (Zona amarilla) como se aprecia en las curvas S del cronograma planificado y el valor ganado.

Figura 16: Curva S PV y EV.



Fuente Propia.

3. El residente de obra es el único responsable directo del equipo del proyecto que trabaja en campo, sus responsabilidades van desde la verificación del proceso constructivo, el control de materiales, mano de obra, estimaciones de obra, entre otros, funciones que no le permiten dedicarse a una recopilación detallada de insumos por

tareas. Con lo que se puede decir que es necesario la implementación de un personal encargado únicamente de recopilar información de costos reales en obra.

4. Aunque se realizó un cambio en la planificación prevista, aquella no alteró el plan de gestión de costos pero si conforma parte de las lecciones aprendidas a la hora de realizar la planificación de cualquier obra para su ejecución, ya que las acciones tomadas para recuperarse de las desviaciones sirven de opción correctiva para futuros proyectos.

✓ Empresa

5. Luego de aplicar la metodología de Valor Ganado en la obra de construcción del multifamiliar Los Fresnos para la especialidad de estructuras, la investigación sirve de modelo para gestionar el control de costos de cualquier especialidad de un proyecto de construcción, ya que se demuestra su eficacia al cumplir con todos los objetivos planteados.
6. El componente clave para lograr el uso adecuado del valor ganado radica en la participación del equipo del proyecto y la disponibilidad de compartir con las funciones propias de sus cargos funcionales dentro de la organización. Si no se utiliza un adecuado esquema de monitoreo y control, estos factores vuelven vulnerable el éxito del proyecto. Por tanto la aplicación del análisis de valor ganado se puede volver una herramienta de apoyo principal para el gerenciamiento del proyecto y de la obra misma.
7. Es importante la comunicación continua entre el responsable de obra y el director del proyecto para generar una retroalimentación en la gestión de costos de la obra, el reporte de performance permitió

mejorar la comunicación administrativa interna de la obra y la actuación oportuna para controlar desfases.

✓ Herramienta EVM

8. La generación de la línea base del cronograma debe guardar coherencia con la forma de obtener la línea base de costo. Los periodos de registro de actividad se relacionan directamente con el valor planeado acumulado. Por esta razón se concluye que, para tener un buen esquema de medición del progreso (indicadores EVM), es importante establecer apropiadamente el cronograma del proyecto.
9. Como se pudo apreciar en la aplicación del análisis del valor ganado en la obra de un multifamiliar para el especialidad de estructuras, el uso e interpretación de los indicadores de gestión del EVM son fundamentales para controlar el progreso del proyecto, minimizar las variaciones, generar tendencias y pronósticos; con el fin de tomar decisiones oportunas y aplicar acciones correctivas y/o preventivas que permitan obtener resultados efectivos.
10. Se demuestra que la aplicación del EVM se puede realizar en cualquier momento de la ejecución de un proyecto u obra, de su totalidad o de una especialidad (como la de estructuras), recopilando la información del proyecto y creando formatos para su aplicación.
11. La recolección de datos por parte del responsable de obra es de suma importancia ya que su información permitirá obtener los valores del valor ganado, ya que de no registrar adecuadamente el avance periódico de la obra, siguiendo el formato que solicite el plan de gestión, no se podría aplicar la metodología del EVM. De la misma manera aplica al responsable de registrar los gastos efectivos de la

obra en el área contable, pues de coincidir en la forma de presentar la información, no sería viable la aplicación del EVM.

12. El EVM permite crear formatos gráficos con la información obtenida dando a los responsables de gestionar los costos la opción de visualizar el estado de la obra de una manera más didáctica, estar alerta a las desviaciones que se puedan presentar y tomar decisiones oportunamente, agilizando y unificando el contenido de la comunicación interna del proyecto.
13. Los indicadores del EVM deben ser interpretados con el suficiente criterio y experiencia para poder identificar donde se generan los problemas, de lo contrario el método será poco productivo.
14. Una limitante de la aplicación del EVM es que no permite un análisis desagregado en los costos reales si es que no se implementó este control desde el inicio de obra para cada tarea asignada, dejando como única opción un análisis general de costos de la obra y la necesidad de buscar otras opciones para la identificación de los causales que puedan generar sobrecostos.

6.2 RECOMENDACIONES

1. El director del proyecto no solo debería manejar los conceptos del Valor Ganado en un carácter casi obligatorio sino que también debería tener un marco claro de referencia de lo que significa la dirección de proyectos para incrementar las oportunidades de éxito, ya que lo importante de esta herramienta es cómo interpretar los datos que arroja su implementación.
2. El Director del proyecto también debe trabajar en comunión con el residente de obra para que asegure la emisión de reportes de rendimiento óptimos y en sintonía con los objetivos de la empresa, con el fin de evitar errores en la generación de los indicadores de la obra.
3. El haber demostrado a empresa la utilidad del EVM como herramienta para controlar costos puede marcar una nueva etapa dentro de la organización si la incluyen dentro de su plan de gestión de costos, así que se recomendaría la capacitación en esta metodología, por parte del personal involucrado en el control de costos de las obras que se pudieran realizar, para afianzar su uso y aprovechar al máximo las ventajas que otorga.
4. Debido a la efectividad del uso del EVM para controlar costos de proyectos de construcción, y al número de obras en paralelo que realiza la empresa a lo largo del año, se recomienda sugerimos implementar un panel de control integrado en lo cual se deba llevar todas las obras y tener un control más exacto, así como las proyecciones a fin de que se pueda anticipar a los acontecimientos y tomar conjuntamente con la obra acciones correctivas que permitan mejorar la gestión de la misma, con el fin de optimizar la rentabilidad de la misma empresa y volverla una compañía que este a la altura de las constructoras más reconocidas del país.

5. Se recomienda implementar un encargado de almacén en obra capacitado en técnicas de recolección y organización de datos para complementar la información que pueda registrar el residente de obra, puesto que esto ayudaría a obtener data por paquetes de trabajo o partidas que ayudarían a la obtención de indicadores de costos para hacer un análisis particular y no solo general; además no se alterarían las responsabilidades de mantener la calidad que solicitan las especificaciones técnicas del proyecto.

6. Se recomienda la creación de formatos que se adapten a la aplicación del valor ganado, para la recolección de la información de obra y su posterior aplicación para obtener la curva S y los indicadores del EVM, por parte del mismo residente de obra es completamente necesario, si se quiere un efectivo uso de esta herramienta como apoyo para la gestión de costos.

7. La opción de implementar más personal dentro de obra, para reajustar el avance de obra con el cronograma planificado es una buena decisión, siempre y cuando se haya comparado con otras opciones y analizado cuanto repercutiría en el alza de los costos, sin embargo según la experiencia obtenida no existe mayor diferencia.

6.3 PROPUESTA DE MEJORAS

1. Para la obra y proyectos futuros proponemos la implementación de procedimientos de registro de costos reales, donde se pueda facilitar la recolección de datos para tal fin. Ver anexo 4.
2. Reporte de Performance de Obra, donde se muestren las variaciones, indicadores y estimaciones del proyecto. Ver anexo 5.
3. Solicitud de cambio, un formato para registrar los cambios de forma entendible y justificando la importancia de actuar a tiempo. Ver anexo 10.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **ALSINA J. (2013).** Gestión de Valor Ganado EVM para Control de Proyectos ver. 2.0. PMI
- **LLEDÓ P. (2013).** Director de proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento. 2da ed. – Victoria, BC, Canadá.
- **MULCAHY R. (2013).** Preparación para el Examen PMP Aprendizaje acelerado para aprobar el Examen PMP del PMI. 8va ed. – EEUU.
- **OLEARTE K. – SOTOMAYOR H. – VALDIVIA C. (2013).** Propuesta de mejora del Control de Costos aplicando el Método de Valor Ganado en un Proyecto de Infraestructura. Tesis de Post-grado para Magister, UPC – Perú.
- **PADILLA W. (2012).** Aplicación del análisis del Valor Ganado para el Gerenciamiento de Proyectos. Tesis de Post-grado para Magister, UCI – Costa Rica.
- **RIVERA P. (2012).** Guía de aplicación del Método del Valor Ganado como sistema integral de control, seguimiento y supervisión de obras. Monografía de Especialidad en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles, UPB – Colombia.
- **VILACHÁ M. (2004).** Aplicación del método de Valor Ganado como una alternativa en el control de costos de un proyecto de Construcción Civil. Tesis de Grado – Caracas, Venezuela.
- **HAUGHEY D. (2012).**
http://www.liderdeproyecto.com/manual/breve_historia_sobre_la_administracion_de_proyectos.html. PMI.

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología	Tipo y Diseño
Problema general Se cree que la metodología del valor ganado para controlar los costos en una obra influye en la optimización de la rentabilidad del proyecto.	Objetivo general Aplicar la metodología del valor ganado del PMBOK en el control de costos en una obra, con la finalidad de optimizar la rentabilidad del proyecto.	La metodología del valor ganado del PMBOK optimiza la rentabilidad del proyecto.	VI. Metodología del valor ganado	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de información. • Estudiar los costos reales ejecutados • Analizar el cronograma y presupuesto de obra. • Obtener los índices de valor ganado. • Establecer estimaciones a la conclusión del proyecto. 	La investigación es de enfoque cuantitativo, de diseño transversal El tipo de investigación de alcance descriptivo, correlacional y explicativo
			VD. Optimización de la rentabilidad		
Problema sec. 1 Se piensa que el desempeño de la ejecución de una obra demuestra el estado del proyecto .	Objetivo específico 1 Determinar el desempeño de la obra mediante los índices de la metodología del valor ganado, para conocer el estado del proyecto .	El desempeño de ejecución de obra, determina el estado del proyecto .	VI. Desempeño		
			VD. Estado del proyecto .		

<p>Problema sec. 2 En qué medida el rendimiento y las variaciones de costo y tiempo de la ejecución de obra influye en la proyección al cierre de la obra.</p>	<p>Objetivo específico 2 Calcular el rendimiento y las variaciones de costo y tiempo de la ejecución de obra para estimar el rendimiento al cierre de la obra.</p>	<p>El rendimiento y la variación de costo y tiempo de la ejecución de obra determinan la proyección al cierre de la obra.</p>	<p>VI. Rendimiento y variación de costo y tiempo</p>		
<p>Problema sec. 3 Que acciones se pueden tomar para optimizar la gestión de costos.</p>	<p>Objetivo específico 3 De que manera la toma oportuna de acciones influye en la optimización de la gestion de costos.</p>	<p>La toma oportuna de acciones influye en la optimización de la gestión de costos.</p>	<p>VI. Acciones</p>		
			<p>VD. Gestión de costos</p>		

Fuente Propia

Anexo 2: Cuadro de Operacionalidad

HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADOR	MEDICION
La metodología del valor ganado del PMBOK optimiza la rentabilidad del proyecto.	Metodología del valor ganado	Valor Planeado (PV) Valor Real (AC) Valor Ganado (EV)	S/.
	Optimización de la rentabilidad	Valor planeado (PV) / Valor real (AC)	$AC \leq PV \rightarrow$ BIEN $AC > PV \rightarrow$ MAL
El desempeño de ejecución de obra, determina el estado del proyecto .	Desempeño	Índice de Rendimiento de Cronograma (SPI) / Índice de Rendimiento del Costo (CPI)	$SPI > 1 \wedge CPI > 1$ $SPI = 1 \wedge CPI = 1$ $SPI < 1 \wedge CPI < 1$
	Estado del proyecto .	$SPI > 1 \wedge CPI > 1$ $SPI = 1 \wedge CPI = 1$ $SPI < 1 \wedge CPI < 1$	Adelantado \wedge Debajo del presupuesto Dentro del cronograma \wedge Dentro del presupuesto Atrasado \wedge Sobre el presupuesto
El rendimiento y la variación de costo y tiempo de la ejecución de obra determinan la proyección al cierre de la obra.	Rendimiento y variación de costo y tiempo	Índices de Rendimiento y Variación del EVM	S/. y #
	Proyección al cierre	Costo Estimado para terminar el trabajo ($EAC_{esperado}$)	$(EAC_{esperado}) \leq$ Presupuesto Total \rightarrow BIEN $(EAC_{esperado}) >$ Presupuesto Total \rightarrow MAL
La toma oportuna de acciones influye en la optimización de la gestión de costos .	Acciones	Registro de solicitud de control de cambios	Código(s) de registro(s)
	Gestión de costos	Plan de gestión de costos	Código(s) de registro(s)

Fuente Propia.

Anexo 3: Formato de Reporte de Valor Ganado

		FORMATO DE REPORTE DE VALOR GANADO							
		PROYECTO MULTIFAMILIAR LOS FRESNOS							
PERIODO		QUINCENA 1		QUINCENA 2		QUINCENA 3		QUINCENA 4	
CONTRATISTA		15.06.15 - 30.06.15		01.07.15 - 15.7.15		16.07.15 - 31.07.15		01.08.15 - 15.08.15	
DIRECTOR DE OBRA		PARCIAL ACUMULADO		PARCIAL ACUMULADO		PARCIAL ACUMULADO		PARCIAL ACUMULADO	
DESCRIPCION									
ESTRUCTURAS									
OBRAS PRELIMINARES									
ALMACEN Y OFICINA	S/ 1,000.00								
TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	S/ 3.60								
MOVIMIENTO DE TIERRAS									
LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	S/ 1.06								
EXCAVACION MASIVA CON ELIMINACION	S/ 22.00								
EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA 1.00 m TERRENO NORMAL	S/ 27.00								
NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	S/ 3.00								
ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/dia	S/ 22.00								
CONCRETO SIMPLE									
SOLADOS CONCRETO f _c =100 kg/cm ² h=2"	S/ 25.00								
CONCRETO CICLOPEO PARA CALZADURAS MEZCLA 1:12 + 30% P.G.	S/ 210.00								
ENCOFRADO CALZADURAS	S/ 42.00								
CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	S/ 210.00								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO HASTA 0	S/ 42.00								
CONCRETO 1:8+25% PM PARA SOBRECIMIENTOS	S/ 212.00								
CONCRETO EN FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON E=4"	S/ 45.00								
CONCRETO ARMADO									
ZAPATAS									
ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA ZAPATAS	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	S/ 45.00								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	S/ 277.38								
VIGAS DE CIMENTACION									
ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS DE CIMENTACION	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	S/ 45.00								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS DE CIMENTACION f _c =210 kg/cm ²	S/ 263.07								
COLUMNAS									
ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA COLUMNAS	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	S/ 45.00								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	S/ 314.33								
PLACAS									
ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA PLACAS	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	S/ 45.00								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA PLACAS f _c =210 kg/cm ²	S/ 345.00								
VIGAS									
ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	S/ 49.00								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS f _c =210 kg/cm ²	S/ 296.07								
LOSAS MACIZAS									
ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA MACIZA	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	S/ 45.64								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA MACIZA f _c =210 kg/cm ²	S/ 296.07								
LOSAS ALIGERADAS									
ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA ALIGERADA	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	S/ 37.80								
LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	S/ 2.38								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA ALIGERADA f _c =210 kg/cm ²	S/ 296.07								
ESCALERAS									
ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA ESCALERAS	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	S/ 55.00								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA ESCALERAS f _c =210 kg/cm ²	S/ 314.33								
CISTERNA Y CUARTOS DE BOMBAS									
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	S/ 4.07								
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA Y CUARTO DE BOMBA	S/ 45.00								
CONCRETO PREMEZCLADO PARA CISTERNA f _c =210 kg/cm ²	S/ 281.33								
MUROS Y TABIQUES									
MURO DE LADRILLO K.K MACIZO 9x13x24 cm.	S/ 65.00								
MURO DE LADRILLO PANDERETA 10x12x23 cm.	S/ 65.00								

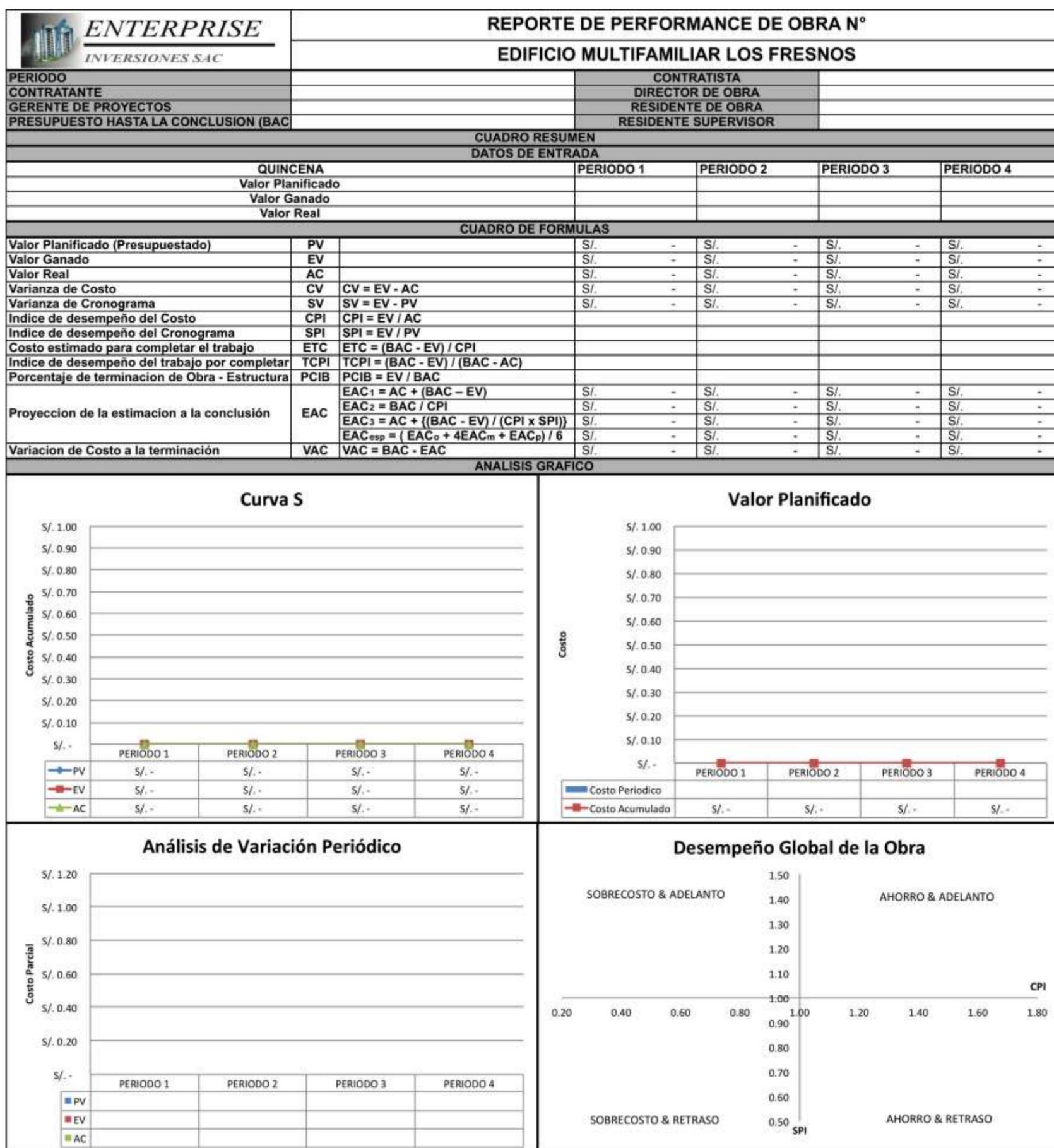
Fuente Propia

Anexo 4: Formato de Control de Costos Efectivos.

	FORMATO DE CONTROL DE COSTOS EFECTIVOS			
	PROYECTO MULTIFAMILIAR LOS FRESNOS			
PERIODO			NUMERO FORMATO	
CONTRATISTA			VERSION	
DIRECTOR DE OBRA			RESPONSIBLE	
CUADRO RESUMEN				
DESCRIPCION	QUINCENA 1	QUINCENA 2	QUINCENA 3	QUINCENA 4
Materiales				
Tripley fenólico				
Tablas, Soleras y listones				
Puntales				
Andamios				
Clavo 4"				
Clavo 3"				
Clavo 2"				
Alambre 16				
Alambre 8				
Varilla 1/4"				
Varilla 3/8"				
Varilla 1/2"				
Varilla 5/8"				
Varilla 3/4"				
Varilla 1"				
Tecnoport				
Cemento				
Hormigon				
Concreto				
Ladrillo hueco				
Ladrillo kk				
Equipos / Herramientas				
Cortadora para fierro				
Cortadora para madera				
Taladro				
Rotomartillo				
Vibradora de concreto				
Casco				
Botas				
Lentes				
Pantalón				
Polos				
Guantes				
Arnez				
Herramientas manuales				
Personal / Terceros				
Mano de obra				
CONSORCIO F&L S.A.C (Excav./ Elim.)				
Total				
TOTAL ACUMULADO				

Fuente Propia.

Anexo 5: Reporte de Performance de Obra.



Fuente Propia

Anexo 6: Plan de Gestión de Costos.

PGC-PMLF-2015-Version 1		
		
TIPOS DE ESTIMACION DEL PROYECTO:		
(Tipos de estimación a utilizar en el proyecto con indicación del modo de formulación y los niveles de precisión de cada tipo)		
Para la estimación de los costos se tendrá en cuenta lo siguiente:		
<ul style="list-style-type: none"> - Deben ser consideradas todas las posibles causas de variación de costos incluido los riesgos. - Para costos iniciales del proyecto se hará mediante una estimación analógica - paramétrica. - Para el detalle de costos se utilizara una estimación ascendente y/o se empleara un software de gestión de costos. 		
UNIDADES DE MEDIDA:		
(Unidades de medida a utilizar, para estimar y trabajar con cada tipo de recurso)		
TIPO DE RECURSO:		UNIDAD DE MEDIDA:
<ul style="list-style-type: none"> - Mano de obra - Materiales - Equipos 		<ul style="list-style-type: none"> - Hora hombre (HH) - Unidades respectivas - Hora maquina
PUNTO DE CONTROL:		
ALCANCE	VARIACIÓN PERMITIDA	ACCION A TOMAR
(Especificar si el punto de control aplica a todo el proyecto, una fase, un grupo de entregables o uno específico)	(Variación permitida para el alcance especificado, especificada en valores absolutos, o valores relativos)	(Si la variación excede lo permitido)
Proyecto completo	+/-10% de costo planificado	Ver causas de incremento
METODOS DE MEDICION DE VALOR GANADO:		
ALCANCE	METODO DE MEDICION	MODO DE MEDICION

(Especificar si el punto de control aplica a todo el proyecto, una fase, un grupo de entregables o uno específico)	(Especificar el método de medición que se usara para calcular el valor ganado de los entregables especificados)	(Especificar en detalle el modo de medición, indicando el quien, como, cuando, donde)
Proyecto completo	Reporte quincenal – Valor acumulado – Curva S	Reporte de performance quincenal.
FORMULAS DE PRONOSTICO DE VALOR GANADO: (Especificación de fórmulas de pronóstico que se utilizaran para el proyecto)		
TIPO DE PRONOSTICO	METODO	MODO
EAC Estimaciones del EVM	Estimación por 3 Valores	Reporte de performance quincenal.
PROCESO DE GESTION DE COSTOS: (Descripción detallada del proceso de gestión de costos que se desarrollaran durante la gestión de proyectos)		
PROCESO DE GESTION DE COSTO	DESCRIPCION	
Estimación de costos	Se estimaran los costos en función al tipo de estimación establecida en el punto inicial. Esto se realizó en la planificación del proyecto y fue responsabilidad de HLD y aprobado por el Gerente de Proyecto (GP).	
Elaboración del presupuesto	Se elaboró el presupuesto del proyecto y lo necesario para su gestión, se empleó como software de gestión de costo el programa S10. Fue elaborado por el responsable de costos, revisado y aprobado por el GP.	
Control de costos	Se evaluara el impacto que tendrá realizar cualquier posible cambio en el costo, sus posibles consecuencias en los objetivos finales del proyecto (en alcance, tiempo y costo).	
FORMATOS DE GESTION DE COSTOS:		
DOCUMENTO	DESCRIPCION	

Plan de gestión de costos	Documento que informa la planificación de la gestión del costo del proyecto.
Línea base del costo	Presupuesto del proyecto, sin incluir las reservas de contingencia.
Reporte de Valor Ganado	Presupuesto por quincena, informa el costo del proyecto por actividades desarrolladas en cada quincena.
Control de Costos Efectivos	Presupuesto por quincena, informa el costo del proyecto por cada tipo de recurso (mano de obra, equipo y materiales)
Presupuesto en tiempo (Curva S)	Presupuesto en tiempo (curva S) muestra la gráfica de valor ganado del proyecto en un periodo de tiempo.
<p>SISTEMAS DE CONTROL (Descripción detallada del proceso de control , así como su enlace con el control de cambios)</p>	
<p>SISTEMAS DE CONTROL DE COSTOS: (Descripción detallada del sistema de control de costos que se utilizara para suministrar datos al sistema de control de valor ganado)</p>	
<p>El Residente de Obra, emitirá un reporte quincenal donde indicara los entregables realizados y su porcentaje de avance. El responsable del control del proyecto se encargara de compactar esta información en el cronograma, actualizando el proyecto según los reportes, y se procederá a replanificar el proyecto, de esta manera se actualizara el estado del proyecto, y se emitirá el informe de performance de la obra. El coste del proyecto puede tener una variación de +/- 10 % del total planeado, si como resultado de la replanificación del proyecto estos márgenes son superados se necesitará emitir una solicitud de cambio, la cual deberá ser revisada y aprobada por el Gerente de Proyecto.</p>	
<p>SISTEMAS DE CONTROL DE CAMBIO DE COSTOS: (Descripción detallada del sistema de control de cambio de costos que se utilizara para mantener la integración de la línea base, formalizar, evaluar, y aprobar cambios)</p>	
<p>El Gerente de proyecto es el responsable de evaluar, aprobar o rechazar las propuestas de cambios. Se aprobarán automáticamente aquellos cambios de emergencia que potencialmente puedan impedir la normal ejecución de la obra, y que en total no excedan del 10% del presupuesto aprobado del proyecto. Estos cambios</p>	

deberán ser expuestos en la siguiente reunión.

Los documentos que serán afectados o utilizados en el Control de Cambios de Costos son: - Solicitud de Cambios. - Acta de reunión de coordinación de obra. - Plan del Proyecto (replanificación de todos los planes que sean afectados).

En primera instancia el que tiene la potestad de resolver cualquier disputa relativa al tema es el Gerente de Proyecto.

Fuente Propia.

Anexo 7: Presupuesto Oficial de Obra.



PRESUPUESTO

OBRA: VIVIENDA MULTIFAMILIAR LOS FRESNOS

ELABORADO POR: ING. HILMER LINARES DIAZ

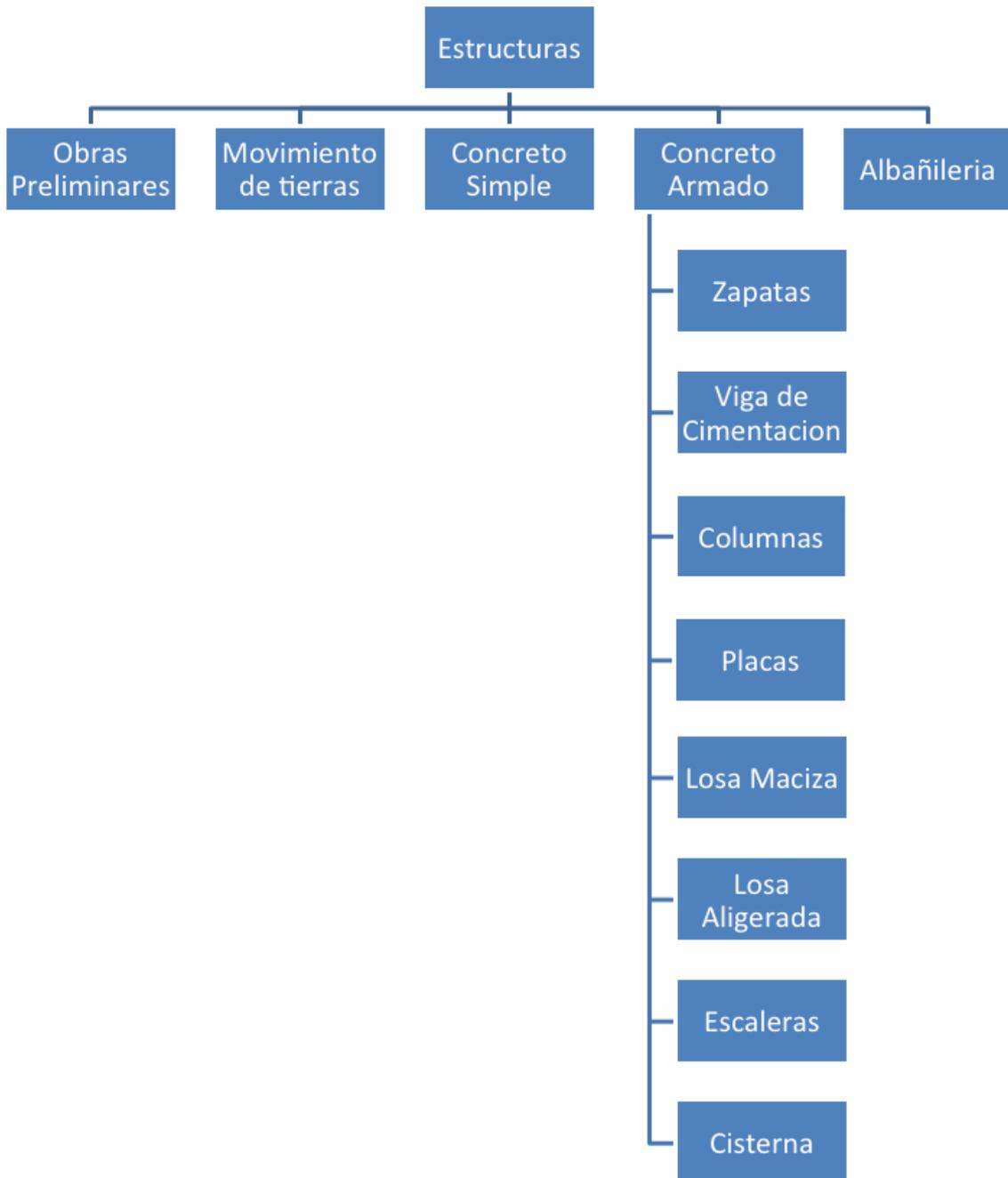
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

FECHA: MAYO 2015

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio (\$)	Parcial (\$)
01	ESTRUCTURAS				
01.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.01	ALMACÉN Y OFICINA	mes	5.00	S/ 1,000.00	5,000.00
01.01.02	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	1,772.00	S/ 3.60	6,379.20
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.03.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	645.00	S/ 1.06	683.70
01.03.02	EXCAVACION MASIVA CON ELIMINACION	m3	1,112.00	S/ 22.00	24,464.00
01.03.03	EXCAVACION PARA CIMENTOS HASTA 1.00 m TERRENO NORMAL	m3	339.10	S/ 27.00	9,155.70
01.03.04	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	m2	645.00	S/ 3.00	1,935.00
01.03.05	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día	m3	300.00	S/ 22.00	6,600.00
01.04	CONCRETO SIMPLE				
01.04.01	SOLADOS CONCRETO f _c =100 kg/cm ² h=2"	m2	270.00	S/ 25.00	6,750.00
01.04.02	CONCRETO CICLOPEO PARA CALZADURAS MEZCLA 1:12 + 30% P.G.	m3	40.00	S/ 210.00	8,400.00
01.04.03	ENCOFRADO CALZADURAS	m2	75.00	S/ 42.00	3,150.00
01.04.04	CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	17.50	S/ 210.00	3,675.00
01.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO HASTA 0.30 m	m2	64.19	S/ 42.00	2,695.98
01.04.06	CONCRETO 1:8+25% PM PARA SOBRECIMIENTOS	m3	4.82	S/ 212.00	1,021.84
01.04.07	CONCRETO EN FALSOPISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON E=4"	m2	478.00	S/ 45.00	21,510.00
01.05	CONCRETO ARMADO				
01.05.01	ZAPATAS				
01.05.01.01	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA ZAPATAS	kg	4,179.13	S/ 4.07	17,009.04
01.05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	15.30	S/ 45.00	688.50
01.05.01.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	m3	92.50	S/ 277.38	25,657.65
01.05.02	VIGAS DE CIMENTACION				
01.05.02.01	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS DE CIMENTACION	kg	5,265.85	S/ 4.07	21,432.01
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	m2	43.20	S/ 45.00	1,944.00
01.05.02.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS DE CIMENTACION f _c =210 kg/cm ²	m3	77.10	S/ 263.07	20,282.70
01.05.03	COLUMNAS				
01.05.03.01	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA COLUMNAS	kg	10,647.84	S/ 4.07	43,336.71
01.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	696.94	S/ 45.00	31,362.30
01.05.03.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	m3	57.98	S/ 314.33	18,224.85
01.05.04	PLACAS				
01.05.04.01	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA PLACAS	kg	13,407.80	S/ 4.07	54,569.75
01.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	955.00	S/ 45.00	42,975.00
01.05.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PLACAS f _c =210 kg/cm ²	m3	168.00	S/ 345.00	57,960.00
01.05.05	VIGAS				
01.05.05.01	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA VIGAS	kg	18,213.58	S/ 4.07	74,129.27
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	977.30	S/ 49.00	47,887.70
01.05.05.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m3	145.32	S/ 296.07	43,024.89
01.05.06	LOSAS MACIZAS				
01.05.06.01	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA MACIZA	kg	3,163.50	S/ 4.07	12,875.45
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS	m2	205.12	S/ 45.64	9,361.68
01.05.06.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA MACIZA f _c =210 kg/cm ²	m3	41.00	S/ 296.07	12,138.87
01.05.07	LOSAS ALIGERADAS				
01.05.07.01	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA LOSA ALIGERADA	kg	4,800.22	S/ 4.07	19,536.89
01.05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m2	1,003.03	S/ 37.80	37,914.53
01.05.07.03	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	pza	8,370.00	S/ 2.38	19,920.60
01.05.07.04	CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA ALIGERADA f _c =210 kg/cm ²	m3	113.09	S/ 296.07	33,482.85
01.05.08	ESCALERAS				
01.05.08.01	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 PARA ESCALERAS	kg	1,813.32	S/ 4.07	7,380.21
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	m2	171.53	S/ 55.00	9,434.15
01.05.08.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA ESCALERAS f _c =210 kg/cm ²	m3	25.97	S/ 314.33	8,163.15
01.05.09	CISTERNA Y CUARTOS DE BOMBAS				
01.05.09.01	ACERO CORRUGADO F _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	817.03	S/ 4.07	3,325.30
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA Y CUARTO DE BOMBA	m2	78.66	S/ 45.00	3,539.70
01.05.09.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA CISTERNA f _c =210 kg/cm ²	m3	13.20	S/ 281.33	3,713.27
01.05.10	MUROS Y TABIQUES				
01.05.10.01	MURO DE LADRILLO K.K.MACIZO 9x13x24 cm.	m2	940.07	S/ 65.00	61,104.55
01.05.10.02	MURO DE LADRILLO PANDERETA 10x12x23 cm.	m2	1,233.00	S/ 65.00	80,145.00

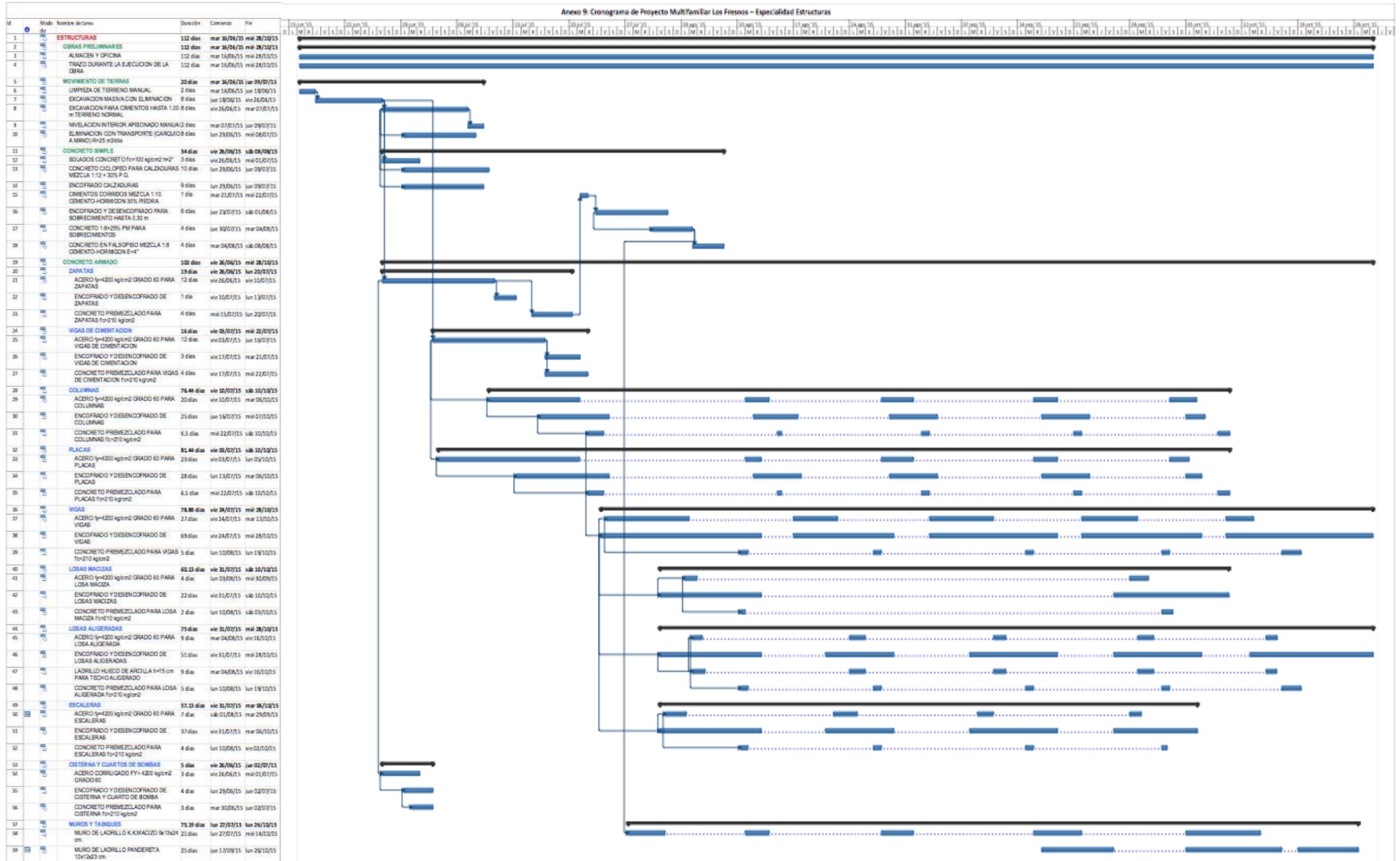
COSTO DIRECTO	923,940.99
GASTOS GENERALES 5%	46,197.05
PARCIAL	970,138.04
IMPUETO IGV 18%	87,312.42
TOTAL PRESUPUESTO	1,057,450.46

Anexo 8: Estructura de Desglose de Trabajo (EDT o WBS)



Fuente Propia

Anexo 9: Cronograma de Proyecto Multifamiliar Los Fresnos – Especialidad Estructuras



Anexo 10: Solicitud de Cambio.

SC-EE-PMLF-01-2015			
			
TIPO DE CAMBIO REQUERIDO			
<i>ACCIÓN CORRECTIVA</i>	X	<i>REPARACIÓN POR DEFECTO</i>	
<i>ACCIÓN PREVENTIVA</i>		<i>CAMBIO EN EL PLAN DE PROYECTO</i>	
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O SITUACIÓN ACTUAL: <i>DEFINA Y ACOTE EL PROBLEMA QUE SE VA A RESOLVER, DISTINGUIENDO EL PROBLEMA DE SUS CAUSAS, Y DE SUS CONSECUENCIAS.</i>			
La especialidad de estructuras de la obra se encuentra con retraso en las partidas de Encofrado y desencofrado de columnas y Acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60 para columnas debido a que el personal asignado no es el suficiente para cumplir con la tarea, de continuar con los mismos recursos atrasará las siguientes actividades al encontrarse dentro de la ruta crítica.			
DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CAMBIO SOLICITADO: <i>ESPECIFIQUE CON CLARIDAD EL CAMBIO SOLICITADO, PRECISANDO EL QUÉ, QUIÉN, CÓMO, CUÁNDO Y DÓNDE.</i>			
Se solicita la asignación de 01 operario en carpintería con 01 ayudante y 01 operario en fierreteria con 01 ayudante para el desarrollo de las partidas mencionadas en plazo más corto posible.			
RAZÓN POR LA QUE SE SOLICITA EL CAMBIO: <i>ESPECIFIQUE CON CLARIDAD PORQUE MOTIVOS O RAZONES SOLICITA EL CAMBIO, PORQUE MOTIVOS ELIGE ESTE CURSO DE ACCIÓN Y NO OTRO ALTERNATIVO, Y QUÉ SUCEDERÍA SI EL CAMBIO NO SE REALIZA.</i>			
El cambio se requiere porque el retraso identificado puede complicar la culminación de las actividades para la fecha de cierre, el impacto que implica su implementación se encuentra dentro de los márgenes de gastos planificados.			
EFFECTOS EN EL PROYECTO			
EN EL CORTO PLAZO		EN EL LARGO PLAZO	
Recuperación de las desviaciones en tiempo.		Recuperación de las desviaciones en costo.	

EFFECTOS EN OTROS PROYECTOS, PROGRAMAS, PORTAFOLIOS U OPERACIONES	
No aplica.	
EFFECTOS EXTRA EMPRESARIALES EN CLIENTES, MERCADOS, PROVEEDORES, GOBIERNO, ETC.	
No aplica.	
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS ADICIONALES	
No aplica.	
REVISIÓN DEL COMITÉ DE CONTROL DE CAMBIOS	
<i>FECHA DE REVISIÓN</i>	24.08.15
<i>EFFECTUADA POR</i>	HLD
<i>RESULTADOS DE REVISIÓN (APROBADA/RECHAZADA)</i>	APROBADA
<i>RESPONSABLE DE APLICAR/INFORMAR</i>	RESIDENTE DE OBRA
<i>OBSERVACIONES ESPECIALES</i>	NO HAY.

Fuente Propia.