



Universidad Científica del Perú - UCP
Registrada en el Anexo N° Anexo de la Parte N° 11000010, Percepciones públicas de los
Supervisores de los Registros Públicos - SUNARP

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“CONTROL DE RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN
EDIFICACIONES APLICANDO HERRAMIENTAS DE GESTION
DE PROYECTOS PMI; 2022”**

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

**AUTORES : BACH. JOSE DANIEL GARCIA ORTIZ
 BACH. YENSEN JOEL PEREZ GUEVARA**

ASESOR : ING. ALONSO OVER CALLE PAZ

Tarapoto – San Martín - Perú

2022

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, quien, a sido mi guía y mi sostén, dándome las fuerzas necesarias para lograr esta meta.

Este trabajo también va dedicado a toda mi familia por el apoyo en los momentos difíciles y no tan difíciles.

También dedico esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesité, por extenderme sus manos en momentos difíciles.

Y, finalmente, a los que no creyeron en mí, con su actitud solo lograron que tomará más impulso, para proseguir a la meta.

José Daniel García Ortiz

Dedico esta tesis a mi familia y a mis maestros, que siempre me han educado con el ejemplo de humildad, respeto, perseverancia y muchos valores más, su apoyo fue lo que me hizo darme cuenta que para lograr algo en la vida siempre hay que tomarlo con fe y valentía, pues ahora se refleja en este proyecto.

Yensen Joel Pérez Guevara

AGRADECIMIENTO

Los tiempos de DIOS son perfectos.

Doy gracias a DIOS mi Señor, porque Él es bueno; porque para siempre es su misericordia.

Él es mi Dios, y gracias le doy;

Él es mi Dios, y yo le exalto.

José Daniel García Ortiz

Agradezco a Dios todo poderoso, por todo lo que hasta ahora he logrado y a mi familia quienes siempre han estado incentivándome con esas palabras de aliento a perseverar en lo que uno se propone, y de todo eso ahora se ve reflejado en este logro, espero seguir obteniendo muchos consejos más y celebrar junto cada triunfo.

Yensen Joel Pérez Guevara

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 704-2022-UCP-FCEI del 19 de julio de 2022, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Caleb Rios Vargas, Dr. | Miembro |
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Alonso Over Calle Paz.

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 20:00 horas del día 07 de marzo del 2023, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"CONTROL DE RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN EDIFICACIONES APLICANDO HERRAMIENTAS DE GESTION DE PROYECTOS PMI; 2022"**.

Presentado por los sustentantes:

JOSE DANIEL GARCIA ORTIZ Y YENSEN JOEL PEREZ GUEVARA

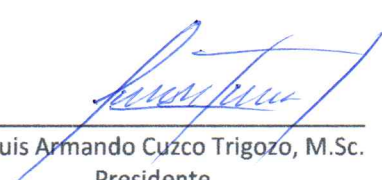
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

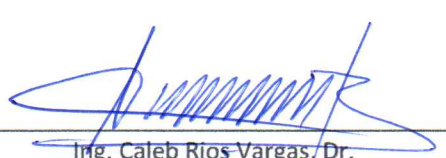
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA (CON LA NOTA DE QUINCE)**

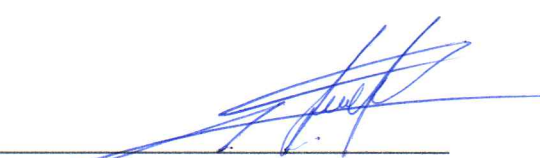
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc.
Presidente



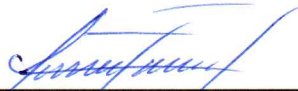
Ing. Caleb Rios Vargas, Dr.
Miembro



Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc.
Miembro

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 07 de marzo del 2023, a las 20:00 horas



Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, M.Sc.
Presidente del Jurado Evaluador



Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M.Sc.
Miembro del Jurado Evaluador



Ing. CALEB RIOS VARGAS, Dr.
Miembro del Jurado Evaluador



Ing. ALONSO OVER CALLE PAZ
Asesor

“Año de la Unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

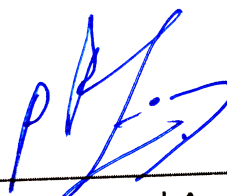
La Tesis titulada:

“CONTROL DE RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN EDIFICACIONES APLICANDO HERRAMIENTAS DE GESTION DE PROYECTOS PMI; 2022”

De los alumnos: **JOSE DANIEL GARCIA ORTIZ Y YENSEN JOEL PEREZ GUEVARA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **18% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 01 de Marzo del 2023.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

CJRA/ri-a
87-2023



Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍACIVIL_2023_TESIS_JOSEGARCIA_YENSENPerez _V2.pdf (D159429594)
Submitted	2/24/2023 3:36:00 PM
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	18%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Científica del Perú / UCP_IngenieriaCivil_2022_Tesis_JoseGarcia_YensenPerez _V1.pdf Document UCP_IngenieriaCivil_2022_Tesis_JoseGarcia_YensenPerez _V1.pdf (D158486647) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		34
SA	Suficiencia Profesional SHIRLEY GUADALUPE -14.05.22.docx Document Suficiencia Profesional SHIRLEY GUADALUPE -14.05.22.docx (D138073347)		6
SA	TRABAJO DE TITULO SANTIAGO SOLORZANO.pdf Document TRABAJO DE TITULO SANTIAGO SOLORZANO.pdf (D41460028)		1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2022_TESIS_WILDERPÉREZ _JOHNNYDAVILA_V1.pdf Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2022_TESIS_WILDERPÉREZ _JOHNNYDAVILA_V1.pdf (D145051300) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		1
SA	1151-RODRIGUEZ MARCELIANO, EDINSON HILDE.pdf Document 1151-RODRIGUEZ MARCELIANO, EDINSON HILDE.pdf (D29821947)		2
SA	EF_T1_Torres Gaspar Duncan Elias.docx Document EF_T1_Torres Gaspar Duncan Elias.docx (D141759746)		1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2022_TESIS_JANEAVENDAÑO_HILMERHUAMAN_V1.pdf Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2022_TESIS_JANEAVENDAÑO_HILMERHUAMAN_V1.pdf (D125828203) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		2
W	URL: http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1146/JESENIA%20CONTRERAS%20%20COMETIVOS%20-... Fetched: 2/24/2021 5:00:39 AM		11
SA	70.padilla_mj.pdf Document 70.padilla_mj.pdf (D29624602)		2
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2022_TESIS__JOSEPEÑA_V1.pdf Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2022_TESIS__JOSEPEÑA_V1.pdf (D143489809) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		1

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
HOJA DE APROBACIÓN	4
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE GRAFICOS	9
RESUMEN	10
PALABRAS CLAVE.....	10
ABSTRACT	11
KEYWORDS	11
 CAPITULO I: MARCO TEORICO	12
1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	12
1.1.1. Ámbito Internacional.....	12
1.1.2. Ámbito Nacional	17
1.1.3. Ámbito Local	23
1.2. BASES TEÓRICAS	24
1.2.1. La Productividad en la Industria de la Construcción.....	24
1.2.2. Productividad de la Mano de Obra	25
1.2.3. Gerencia de Proyectos.....	26
1.2.4. Factor humano en la gerencia de proyectos	28
1.2.5. Guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge)	28
1.2.6. Gestión de Costos.....	29
1.2.7. Costos	39
1.2.8. Proyecto	39
1.2.9. El Ciclo de la Vida del Proyecto	40
1.2.10. Los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.....	41
1.2.11. Las 10 Áreas del Conocimiento.....	42
1.2.12. Fases de la administración de proyecto en la que aplica el método del valor ganado.....	43
1.2.13. Gestión del Valor Ganado	45
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	46
1.3.1. Obra	46
1.3.2. Valorizaciones	47
1.3.3. Optimización de costos	47
1.3.10. Línea base de costos	48
1.3.11. Estructura de desglose del trabajo (EDT).....	48
1.3.12. Gestión del valor ganado.....	49
1.3.13. Valor planificado	49
1.3.14. Costo Real.....	50
1.3.15. Valor Ganado	50
1.3.16. Variación del costo (CV).....	51

1.3.17. Variación del cronograma (SV)	51
1.3.18. Índice de rendimiento del costo (CPI).....	52
1.3.19. Índice de rendimiento del cronograma (SPI)	52
1.3.20. Revisiones del desempeño	52
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	53
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	53
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	54
2.2.1. Problema General	54
2.2.2. Problemas Específicos.....	55
2.3. OBJETIVOS	55
2.3.1. Objetivo General	55
2.3.2. Objetivos Específicos	55
2.4. HIPÓTESIS	55
2.4.1. Hipótesis general	55
2.4.2. Hipótesis Específicas	56
2.5. VARIABLES	56
2.5.1. Identificación de Variables	56
2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de las Variables	57
2.5.3. Operacionalización de las Variables.	57
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	59
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	59
3.1.1. Tipo de Investigación	59
3.1.2. Diseño de Investigación	60
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	60
3.2.1. Población	60
3.2.2. Muestra	61
3.3. .TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	61
3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos	61
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	62
3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.....	62
3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	63
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA	64
3.5.1. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)	64
3.5.2. Partidas de Control.....	65
3.5.3. Ley de Vilfrido Pareto	66

3.5.4.	Curva S	67
3.5.5.	Presupuesto Meta	67
3.5.6.	Cronograma	68
3.5.7.	Cálculo del Valor Planificado (PV: Planned Value)	68
3.5.8.	Calculo del Costo Actual (AC: Actual Cost).....	68
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		72
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.....	72
4.1.1.	Presupuesto Total de la Obra Materia de Análisis	77
4.1.2.	Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)	78
4.1.3.	Principio o Ley de Pareto	80
4.1.4.	Presupuesto Meta	89
4.1.5.	Cronograma de Ejecución de las Partidas Seleccionadas	90
4.1.6.	Valor Planificado (PV)	93
4.1.7.	Costo Real (AC)	96
4.1.8.	Cronograma de Metas Físicas Programadas	100
4.1.9.	Cronograma de Metas Físicas Realmente Ejecutadas	102
4.1.10.	Valor Ganado (EV).....	104
4.1.11.	Comparación de Curvas	107
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ...		109
5.1.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	109
5.1.1.	Rendimiento de la Mano de Obra	109
5.1.2.	Factibilidad de implementación del método del Valor Ganado.....	113
5.2.	CONCLUSIONES	116
5.3.	RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Combinaciones probables que pueden darse en las curvas "S".....	51
Tabla 2: Definición Conceptual y Operacional de las Variables	57
Tabla 3: Operacionalización de variables	58
Tabla 4: Procedimiento de Procesamiento, Análisis e Interpretación de datos	63
Tabla 5: Coordenadas UTM de la Obra.....	73
Tabla 6: Vías de Acceso a la Obra.....	75
Tabla 7: Partidas de Arquitectura – Aulas.....	81
Tabla 8: Aplicación de la Teoría de Pareto – Partidas de Arquitectura	85
Tabla 9: Presupuesto Meta de la mano de obra de las partidas seleccionadas.....	89
Tabla 10: Cronograma de ejecución de las partidas seleccionadas	91
Tabla 11: Valor Planificado (PV)	94
Tabla 12: Costo Real (AC)	97
Tabla 13: Cronograma de Metas Físicas Programadas	100
Tabla 14: Cronograma de Metas Físicas Realmente Ejecutadas	102
Tabla 15: Valor Ganado (EV)	105
Tabla 16: Parámetros Método Valor Ganado	109
Tabla 17: Indicadores de Variación y Productividad del Costo.....	110
Tabla 18: Parámetros para la interpretación de resultados	112
Tabla 19: Inversión Requerida para la Implantación del Metodo del Valor Ganado...	114

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Planificación de la gestión de costos	30
Gráfico 2: Estimación de costos	32
Gráfico 3: Planificación de la gestión de costos	35
Gráfico 4: Controlar los costos	37
Gráfico 5: Niveles típicos de costo y dotación de personal en el ciclo de vida del proyecto	40
Gráfico 6: Los grupos de procesos interactúan en un proyecto.....	42
Gráfico 7: Progresión de las tres curvas S (PV, EV y AC).....	46
Gráfico 8: Macro Localización de la Obra.....	72
Gráfico 9: Micro Localización de la Obra.....	73
Gráfico 10: Esquema de Localización de la Obra.....	74
Gráfico 11: Esquema de Ubicación de la Obra.....	75
Gráfico 12: Planimetría de la Obra.....	76
Gráfico 13: Esquema 3D del proyecto	77
Gráfico 14: Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).....	79
Gráfico 15: Diagrama de Pareto	88
Gráfico 16: Curva S - Valor Planificado (PV)	96
Gráfico 17: Curva S – Costo Real (AC)	99
Gráfico 18: Curva S – Valor Ganado (EV)	104
Gráfico 19: Comparación de Curvas S	107
Gráfico 20: Análisis de flujos por mes valorizado	108
Gráfico 21: Variación del Cronograma (SV).....	110
Gráfico 22: Variación del Costo (CV).....	111
Gráfico 23: Índice de Desempeño.....	111

RESUMEN

Las principales deficiencias identificadas en el sector construcción en el Perú son los sobre costos y retrasos durante la ejecución de las obras, generalmente originadas por la inaplicabilidad de adecuados métodos de control y seguimiento, inadecuados procesos de planeamiento de obra e inaplicación de herramientas de gestión de proyectos basadas en estándares internacionales.

Diversos estudios demuestran que en la mayoría de los casos, el control de costos se hace con procesos distintos al del control de tiempos, además de existir diversidad de estructuras organizacionales. Asimismo, se identificaron los principales factores que originan los sobre costos y los incumplimientos de plazos: modificaciones en los diseños, incompatibilidad de los suelos, contrataciones deficientes, evaluación errónea de los presupuestos y programación de la obra y factores climáticos con énfasis en las lluvias.

Actualmente existen a disposición del sector una serie de técnicas y herramientas de planificación y control de obras que han venido evolucionándose y perfeccionándose con el tiempo, cuya aplicación varía de acuerdo a la actividad a la que están destinadas.

La presente investigación brinda la aplicación del método del Valor Ganado a través de cuadros sencillos que pueden ser desarrollados en cualquier hoja de cálculo, los cuales son descritos detalladamente para que sean una herramienta de control y seguimiento que permita lograr en buen término la culminación de cualquier proyecto de construcción.

PALABRAS CLAVE

Control de Costos, Gestión de Proyectos, Sobre costos, Retrasos, Valor Ganado.

ABSTRACT

The main deficiencies identified in the construction sector in Peru are cost overruns and delays during the execution of the works, generally caused by the inapplicability of adequate control and monitoring methods, inadequate work planning processes and non-application of project management tools. based on international standards.

Various studies show that in most cases, cost control is done with processes other than time control, in addition to the existence of a diversity of organizational structures. Likewise, the main factors that originate cost overruns and deadline breaches were identified: modifications in the designs, incompatibility of the soils, deficient contracting, erroneous evaluation of the budgets and programming of the work and climatic factors with emphasis on the rains.

There are currently available to the sector a series of techniques and tools for the planning and control of works that have been evolving and improving over time, the application of which varies according to the activity for which they are intended.

This research provides the application of the Earned Value method through simple tables that can be developed in any spreadsheet, which are described in detail so that they are a control and monitoring tool that allows the completion of any project to be successfully achieved. construction project.

KEYWORDS

Cost Control, Project Management, Cost Overruns, Delays, Earned Value,

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En esta sección se presentan diversos estudios previos que sirven como antecedentes de la investigación toda vez que están relacionados directamente con ésta, abarcando para ello el ámbito internacional, nacional y local.

1.1.1. Ámbito Internacional

Se consideran los siguientes antecedentes relacionados con la problemática identificada y el estudio de investigación en el contexto internacional.

A. Luis Valentín Moral Martín (2017). En su Tesis Titulada: “Aplicación del método del valor ganado en proyectos de obra pública” – Universidad de Oviedo de España, que llega a las siguientes conclusiones:

- Un aspecto destacable que se pudo apreciar mediante la realización del análisis es la polivalencia que ofrece el Método del Valor Ganado pese a ser un método clásico, ya que su aplicación se resume a elaborar un conjunto de planillas con los datos de entrada, indicadores y gráficos necesarios, adaptándose a cualquier tipo de capítulo del proyecto sin importar el conjunto de tareas que comprenda el mismo.
- Quizá uno de los aspectos más problemáticos del método dada la tipología del proyecto es ser capaz de registrar el valor ganado de forma correcta y que la Dirección Facultativa certifique el gasto real del proyecto en consonancia al mismo.

- Al mismo tiempo, la capacidad del método a la hora de predecir el valor del coste final del proyecto no se ve reflejada en el análisis, ya que la falsificación de las certificaciones hace que las previsiones se eleven por encima del B.A.C., acorde a los sobrecostos y retrasos, pero no se correspondan con la realidad del proyecto.

B. Juan Pablo Gelos Alfaro (2018). En su Tesis Titulada: “Modelo de gestión y control de mano de obra basado en fundamentos de dirección de proyectos PMBOK, para constructora dedicada a edificación en altura en la V Región” – Universidad Técnica Federico Santa María de Chile, que llega a las siguientes conclusiones:

- El diseño de un modelo de gestión y control de mano de obra nace como respuesta ante la necesidad de una empresa por buscar formas más efectivas por controlar este recurso, el cual en proyectos anteriores resultó un 25% de sobrecosto en lo presupuestado para mano de obra.
- En el diseño del sistema se busca una implementación que sea concordante a la realidad de la empresa, es decir, a su estructura organizacional, y a su vez sea un aporte tanto para la gestión de la mano de obra, como para los informes que se presentan mensualmente a gerencia. Es por esta razón que se le otorgan responsabilidades a toda la línea de mando. Los trabajos se reparten y se genera un sentido de equipo con un objetivo en común.
- Generalmente en el rubro de la construcción se presenta una resistencia por parte de los equipos de trabajo a la incorporación de nuevas tecnologías de información, sistemas de gestión o ERP. Una pieza clave para el éxito de las implementaciones es el pleno convencimiento por parte

de gerencia de que se trata de una mejora, mostrando y transmitiendo plena la confianza en el sistema a todos los eslabones inferiores del equipo de trabajo.

C. VARGAS PORTILLO, Héctor Leonel (2020). En su Tesis Titulada: “Aplicación del método del valor ganado para administrar proyectos de construcción” – Universidad de El Salvador, que llega a las siguientes conclusiones:

- El método del valor ganado se basa en la comparación del valor planificado, costo real y valor ganado, para determinar el estado actual del proyecto mediante índices y variaciones, representando de forma gráfica en las curvas “S”, los datos mencionados, además de conocer el estado actual del proyecto en ejecución haciendo las correcciones, mejoras, decisiones y proyecciones de costos y tiempo con más eficiencia.
- Las curvas “S” contienen toda la información cuantitativa de cómo; se está ejecutando el proyecto, es necesario, tener conocimiento de los factores que han generado desviaciones del avance y del costo planificado. Esto se mide con sus índices y variaciones, para tomar acciones acertadas y decisiones que benefician al proyecto.
- El control administrativo con el método del valor ganado, aplicado a cualquier tipo de proyecto, requiere tener un cronograma y un presupuesto con el menor margen de incertidumbre posible ya que juntos son el valor planificado del proyecto, el cual es el parámetro con el que se controla el avance del cronograma del mismo.
- La tendencia de las curvas “S” de ambos casos de aplicación, muro tapial perimetral y clínica médica controlados con el método del valor ganado, la gráfica

correspondiente a cada uno de los tres parámetros del método, mantienen su forma de “S” alargada, con tres fases bien definidas (inicial, intermedia y final), cada curva describe su propio desarrollo de acuerdo con la ejecución del proyecto y los eventos que se den durante el proyecto ejecutado.

- Las curvas “S” obtenidas para cada caso de aplicación estudiados con el método del valor ganado, son el manejo hecho durante la ejecución del proyecto desde el inicio hasta finalización a satisfacción del propietario; contienen variaciones e índices con respecto a lo planificado contratado, decisiones y ordenes de cambio, afectaciones fortuitas o en las que siempre se dan en cualquier ejecución como accidentes o escases de material en particular o alza en precio de materiales: que las hay de varios tipos; así mismo, en lo financiero para los costos y avances de obra y alcances de los proyectos por sus complementariedades.
- Las curvas “S”, con ellas se hace control del proyecto con respecto a lo planificado e ir pesando (sopesando) qué tan buena ejecución, administración (gerenciamiento) se está llevando por los equipos que intervienen y cumplen responsabilidades, lo cual conlleva a que los resultados, parámetros con los que se elaboraron los gráficos o curvas “S” con tendencias que indica el modelo del método del valor ganado, cuyas interpretaciones deben ser pertinentes respecto a la experiencia en el manejo del proyecto durante la ejecución.

D. Jorge Antonio Caro Ortega y Carlos Eugenio Guerrero Herrera (2022). En su Trabajo de Grado Titulado: “Estrategias para la optimización del control de costos en proyectos de construcción con base en la aplicación de la metodología del Project

Management Institute – PMI” – Universidad de Cartagena - Colombia, llegan a las siguientes conclusiones:

- Existe gran variedad de estrategias que han planteado distintas personas en distintos contextos, que contribuyen a optimizar el control de costos en un proyecto de construcción; las mostradas en este documento, se asocian a la metodología del valor ganado, que fue adoptada por el Project Management Institute (PMI) dentro de su guía para la gestión efectiva de todo tipo de proyectos.

Estas estrategias, a su vez, surgen en lugares con características similares a Colombia: países en vía de desarrollo que deben enfrentar el problema de los sobrecostos y atrasos en las obras. Por ello, el país debe empezar a explorar las distintas posibilidades que pueden surgir de la aplicación de las estrategias en la industria de la construcción.

- Dentro de la variedad de estrategias que han sido planteadas, se destacaron aquellas que generan insumos para el entendimiento de la metodología y posterior aplicación, las cuales se encontraron en el territorio nacional; por su parte, están aquellas que utilizan los mismos conceptos del valor ganado, pero tienen modificaciones en la forma en que se interpretan sus resultados, agregándole nuevos enfoques; y en últimas, la asociación de nuevas teorías matemáticas con los principales conceptos del valor ganado, permiten extender el campo de interpretación que se da a los resultados de la metodología.
- Las estrategias más factibles para su aplicación en el contexto nacional son las clasificadas en la categoría 1, es decir, aquellas que entregan un insumo final para la

ejecución de la metodología. Es precisamente la simplicidad de los resultados de las estrategias analizadas lo que permite que el conocimiento se pueda expandir y aplicar en el territorio nacional, de manera que todos los gerentes de proyectos, especializados o no, cuenten con las herramientas suficientes para llevar a cabo más eficientemente la labor de la gerencia de proyectos.

1.1.2. Ámbito Nacional

Se consideran los siguientes antecedentes relacionados con la problemática identificada y el estudio de investigación en el contexto nacional:

A. Joel Padilla Maldonado (2015). En su Tesis Titulada: “Mejora del control del rendimiento en edificaciones usando el método del valor ganado: Caso Grupo Empresarial de Tarapoto” – Universidad Nacional de Ingeniería de Perú, que llega a las siguientes conclusiones:

- La importancia de realizar un seguimiento y control a cualquier proyecto de construcción garantiza la estabilidad en la ejecución de sus actividades en cuanto a costo, programación y calidad se refiere. La toma de la información real que se produce en obra debe ser planeada, establecida y controlada desde antes que inicie el proyecto, con esto se debe garantizar una información real y a tiempo.
- La metodología del Valor Ganado proporciona herramientas de primera mano para la toma de decisiones oportunas, que permiten llevar a buen término el proyecto. Su implementación, es factible ya que no implica grandes inversiones y garantiza grandes beneficios en términos de

productividad y a la disposición de los directivos de mejorar el proceso actual.

- La implementación de una metodología sistematizada de dirección de proyectos desarrollada en base a marcos teóricos de probada eficiencia combinados con criterios propios y adaptados a su cultura organizacional aumentara las probabilidades de éxito de las obras que ejecute la organización.

B. Elizeo Ccorahua Chirinos (2016). En su Tesis Titulada: “Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio Residencial Torre del Sol” – Universidad Andina del Cusco de Perú, que llega a las siguientes conclusiones:

- Se ha podido demostrar la hipótesis general: “El rendimiento y productividad de la mano de obra estudiada son menores con respecto al expediente técnico, CAPECO y la productividad con respecto a Ghio Castillo y Morales-Galeas “Lográndose de esta forma cumplir parcialmente con el objetivo general.
- Se ha podido demostrar parcialmente la Sub hipótesis N° 1: El rendimiento de la mano de obra estudiada con respecto a los valores conocidos son menores.
- Se ha podido demostrar la Sub hipótesis N° 2: La mano de obra estudiada de acuerdo a los factores observados en obra sobre el desempeño laboral son considerados como mano de obra regular.

C. Cuipal, Parra, Pingo Román y Seguin (2017). En su trabajo de investigación titulado “Optimización de costos en la etapa de ejecución y propuesta de secuencia de procesos para la gerencia de proyectos privados de edificaciones”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, concluyen lo siguiente:

- Los requerimientos generalmente impuestos por los clientes, llámese menor costo, menor tiempo y mejor calidad, van tomando cada día, más importancia, y se van volviendo más exigentes como resultado de un mercado también más exigente, lo que obliga a desarrollar proyectos con mayores y mejores controles en forma permanente.
- La implementación de procesos que incorporan una secuencia adecuada, tiene buenos resultados en los proyectos de edificación, traducándose en un mejor valor para la inversión del cliente.
- Como conclusión del trabajo podemos decir también que las empresas que hacen Gerencia de Proyectos y gozan de una buena reputación (con varias de las cuales nos hemos entrevistado), han venido integrando procesos, herramientas, procedimientos y buenas prácticas de gestión, asimismo consideran muy importante, la intervención de una Gerencia de Proyectos.

D. Jonatan Rogelio Chavez Ruiz (2018). En su Tesis Titulada: “Implementación de la metodología del valor ganado para controlar los costos de una obra conexa en la minera cerro corona, 2017” – Universidad Nacional de Trujillo de Perú, que llega a las siguientes conclusiones:

- Se determinó que la implementación de la Metodología del Valor Ganado realiza un control continuo de los costos en

una obra y que permite tomar decisiones que conlleven a terminar con éxito el presupuesto y los trabajos planificados.

- Mediante el Índice de desempeño de la obra durante todo el periodo de ejecución. Se determinó si la obra se encontraba en desfase con lo planificado, además se pudo calcular por cuánto era ese desfase. Todo esto para poder realizar toma de decisiones y poder así corregir los índices desfavorables.
- Se determinó que el Índice de Desempeño de Costo guarda una relación inversamente proporcional con la Variación de Costos a la Conclusión.
- Con la aplicación del Método del Valor Ganado se obtuvo una variación de los Costos al final de obra de 3%. Este valor es considerablemente menor en comparación con los datos históricos de la empresa Metalarc S.R.L. que eran en promedio de 15%.

E. Carlos Airton Cantorín Huaynate (2020). En su Trabajo de Investigación Titulado: “Análisis de aplicación de técnicas de valor ganado, cronograma ganado, adherencia al cronograma y ruta crítica en gestión de proyectos de construcción en la Ciudad de Huancayo 2020” – Universidad Continental - Perú, que llega a las siguientes conclusiones:

- Los factores a considerar que permiten una óptima aplicación conjunta de las técnicas de Valor Ganado, Cronograma Ganado, Adherencia al Cronograma y Ruta Crítica en la gestión del desempeño de ejecución de Presupuesto y Cronograma en proyectos de construcción

de la ciudad de Huancayo, son el eficiente y ordenado registro de datos presentado en los documentos implicados tales como el Expediente Técnico que precisa el desempeño de ejecución programado a través de costos y duraciones en su presupuesto y cronograma respectivamente, así como en las valorizaciones que evidencian periódicamente el desempeño de ejecución presentado.

Es importante además verificar la autenticidad de dicha información, disponiendo de los diferentes comprobantes de pago (boletas de venta, honorarios) que garanticen los gastos presentados, así como del cuaderno de obra que certifica la progresión real del desarrollo de las partidas, de esa manera constituimos una base sólida de información fidedigna que nos permite validar los resultados de los índices, indicadores y pronósticos desarrollados.

- Las implicaciones que presentan los resultados de los indicadores, índices y pronósticos resultantes de la aplicación conjunta de las técnicas de Valor Ganado, Cronograma Ganado, Adherencia al Cronograma y Ruta Crítica en la gestión del desempeño de ejecución de Presupuesto y Cronograma en proyectos de construcción de la ciudad de Huancayo, nos indican comparativamente el desempeño real de ejecución de partidas con lo programado, en dimensiones de costo y tiempo, dichos resultados numéricos poseen alta precisión y fácil interpretación, siendo factible plasmar su desarrollo a través de gráficos y diagramas.

Es importante señalar que no constituyen técnicas de gestión que reemplacen metodologías de revisión y análisis exhaustivo de la programación planificada, sino un

complemento, ya que al generar comparaciones ágiles entre desempeños de ejecución, indican la pertinencia de realizar análisis más profundos en caso lo ameriten las circunstancias en el desarrollo de la obra, dinamizando la gestión en sí misma.

- Las contribuciones evidenciadas debido a la aplicación conjunta de las técnicas de Valor Ganado, Cronograma Ganado, Adherencia al Cronograma y Ruta Crítica en la gestión del desempeño de ejecución de Presupuesto y Cronograma en proyectos de construcción de la ciudad de Huancayo, consisten en permitirnos identificar la consistencia de la estimación de recursos y desempeño de ejecución programados, de esa manera identificar oportunamente tendencias ineficientes de desarrollo en partidas específicas y tomar las respectivas acciones correctivas, otra contribución existente es la obtención de pronósticos que en función a las condiciones actuales presentan los probables costos y duraciones finales, permitiendo con anticipación la implementación de planes de acción que nos permitan culminar el proyecto.

Además es factible su unificación con otras metodologías de gestión tales como el Lean Construction o metodologías de gestión de riesgo, aperturando la posibilidad futura de generar un sistema integrado de gestión de proyectos de construcción

1.1.3. Ámbito Local

Se consideran los siguientes antecedentes relacionados con la problemática identificada y el estudio de investigación en el contexto nacional:

A. Perez Del Aguila, Wilder y Davila Ruiz Johnny Karon (2022).

En su Tesis Titulada: “Optimización de costos en obras de construcción utilizando el método del valor ganado, Tarapoto 2021” – Universidad Científica del Perú. Que llega a las siguientes conclusiones:

- Con el desarrollo de la investigación se ha podido determinar que es posible optimizar costos en una obra de construcción controlando adecuadamente los presupuestos y plazos de las actividades mediante la aplicación de métodos basados en la gestión de proyectos.
- La implantación adecuada de procedimientos de control de costos en las tareas seleccionadas permite determinar las del costo del proyecto en función de lo realmente ejecutado y lo programado en el expediente técnico.
- La importancia que presentan los resultados de los indicadores calculados producto de la aplicación del método del Valor Ganado, en la gestión del desempeño de ejecución de costo del proyectos materia de análisis, nos indican comparativamente el desempeño real de ejecución de partidas con lo programado, en dimensiones de costo y tiempo, dichos resultados numéricos poseen alta precisión y fácil interpretación, siendo factible plasmar su desarrollo a través de gráficos y diagramas. Es importante señalar que no constituyen técnicas de gestión que reemplacen metodologías de revisión y análisis exhaustivo de la programación planificada, sino un complemento, ya que al

generar comparaciones ágiles entre desempeños de ejecución, indican la pertinencia de realizar análisis más profundos en caso lo ameriten las circunstancias en el desarrollo de la obra, dinamizando la gestión en sí misma, haciéndolo factible de implantar.

- La aplicación de herramientas de gestión de proyectos desde la concepción del proyecto produce beneficios al mismo, un control y coordinación de todas las actividades, asegura la exitosa ejecución del proyecto hasta su culminación.

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. La Productividad en la Industria de la Construcción

La productividad es una relación entre la producción obtenida, con un determinado sistema constructivo, y los recursos utilizados para obtenerla. Una mayor producción con la misma cantidad de recursos implica una mayor productividad. La productividad involucra tanto a la efectividad (cumplir con las metas previstas) como a la eficiencia (utilizar óptimamente los recursos asignados). Es decir que la productividad implica hacer bien las cosas correctas. No tiene sentido utilizar menos recursos si la obra presenta problemas de calidad o bien no se cumple el plazo pactado. (Padilla, 2015).

El objetivo de cualquier proceso productivo es lograr una alta productividad, la cual se logra mediante la obtención de alta eficiencia y efectividad, relacionados a la cantidad de obra y a la calidad de la misma.

Un sistema productivo, como la construcción, se caracteriza por la transformación de insumos y recursos en productos deseados; los principales recursos son los siguientes: Materiales, Mano de obra, Maquinarias, herramientas y equipos e Información. (Lora, 2014).

1.2.2. Productividad de la Mano de Obra

Actualmente, la construcción es el sector que más contribuye con el crecimiento económico del país, cuando la producción en el sector construcción aumenta, los factores económicos como el Producto Bruto Interno(PBI) y el sector comercio suben. Por otro lado, cuando la construcción sufre una desaceleración, el crecimiento económico también se estanca. Una forma de explicar esto es debido al gran alcance económico y social que tiene la construcción en otros ámbitos. Citando un ejemplo sencillo, cuando un obrero recibe su salario, tiene mayor poder adquisitivo y para adquirir mejores productos como: Viajes, mejores productos para la alimentación, comprar celular sofisticado, educar a los hijos en la mejor universidad y otros. Es decir el dinero se invierte de diferentes formas y así se mejora la vida personal, familiar y empresarial. Según el ingeniero Carlos Artiach Quintana, existen cinco (5) principales factores del crecimiento económico citado por: (Buleje Revilla,E., 2012).

El sector de construcción abarca los cinco factores señalados.

- El capital humano.
- El capital físico (Dinero).
- La tecnología.
- Recursos Naturales.
- Eficiencia en la administración de los recursos.

La productividad de la mano de obra en el sector construcción es un factor muy delicado, complejo y crítico, ya que es el recurso que generalmente fija el ritmo de trabajo en la construcción y del cual depende en gran medida, la productividad de otros recursos. En este caso en particular debido a la relevancia de este tipo de productividad, es necesario que estén presentes tres elementos básicos para que esta sea productiva:

- El obrero debe "DESEAR" realizar un buen trabajo, lo que está relacionado con la motivación y satisfacción en el trabajo.
- El obrero debe "SABER" hacer un buen trabajo, lo que tiene una relación con la capacitación y entrenamiento del mismo.
- El obrero debe "PODER" realizar un buen trabajo, lo que implica una administración eficiente y efectiva (Serpell, 2002).

1.2.3. Gerencia de Proyectos

La Gerencia de Proyectos es el conjunto de estrategias, políticas y métodos que permiten organizar, liderar, planear y controlar en forma óptima el desarrollo del proyecto promovido a través de las gestiones de manejo, de las diferentes actividades requeridas por los frentes de trabajo, necesarios para ejecutarlo y que logran los objetivos del proyecto, dentro de unas metas preestablecidas de calidad, costo y oportunidad en el tiempo. (Rojas, 2009).

La Gerencia de Proyectos implica lograr los objetivos a través de la correcta ejecución de procesos, entendiéndose como proceso a la serie de acciones que provocan un resultado; los procesos de la Gerencia de Proyectos pueden organizarse en cinco grupos: inicio, planificación, ejecución, control y cierre. Para el gerenciamiento de un proyecto, deberán considerarse seis elementos básicos:

- Gerenciamiento del Proyecto, que abarca las actividades relacionadas con el proyecto en sus diferentes fases.
- Diseño, que considera lo relativo a los documentos, tanto escritos como gráficos, que conforman el Expediente Técnico del Proyecto.
- Contrataciones, que consiste en el planeamiento y elaboración de los documentos contractuales.
- Construcción, que es la ejecución física.
- Administración de contratos, suscritos entre el propietario y los que ejecutan el proyecto; y Coordinación de construcción.

Asimismo, el encargado del gerenciamiento de un proyecto tiene que tener muy presente durante el desarrollo del servicio, los siguientes rubros principales:

- Diseñabilidad: la interpretación de las necesidades del propietario deben ser las correctas y las más adecuadas, las mismas que deberán estar descritas en forma gráfica y escrita en el Expediente Técnico, teniendo en cuenta básicamente tres aspectos en su concepción: satisfacción de las necesidades del propietario, economía para su ejecución y belleza arquitectónica. Para ello deberá encontrarse el alcance adecuado entre las dos últimas, de manera de lograr la satisfacción y expectativa del propietario.
- Contractibilidad: se deberá revisar verificar y coordinar para que se realice un diseño teniendo en cuenta los detalles constructivos, materiales, equipos y tecnológica adecuada; incorporar estos aspectos al diseño permite obtener un equilibrio de economía de costos, entre lo que se va a construir y lo que realmente necesita el propietario.
- Contractabilidad: deberá tenerse presente que se realice una optimización económica de los aspectos contractuales para la contratación de los contratistas, previendo una fórmula que sea flexible en la cual el propietario tenga una adecuada participación.
- Gerenciamiento: se deberá realizar un gerenciamiento por servicios constructivos verificando que se vayan introducido adecuadamente en el proyecto los conceptos de diseñabilidad contractibilidad y contractabilidad

Como se puede apreciar, tanto en los procesos en que puede organizarse la Gerencia de Proyectos así como en los elementos básicos de un servicio que incluye el gerenciamiento de un

proyecto y en los rubros principales que se deben tener en cuenta para su desarrollo, existe una relación entre el gerente del proyecto con su personal y el de las empresas involucradas en el proyecto. (Bravo Salomón, 2014).

1.2.4. Factor humano en la gerencia de proyectos

En los proyectos hay involucrados individuos y organizaciones, los cuales deben ser plenamente identificados, ya que pueden tener influencia en los resultados del mismo. Esta tarea no suele ser sencilla, sin embargo, se podría decir que generalmente son: el Gerente del Proyecto, el Cliente, la Organización Ejecutora, los Miembros del Equipo del Proyecto y el Patrocinador. Asimismo, se pueden citar a los proveedores, contratistas, miembros del equipo, entidades de gobierno, medios de comunicación y la sociedad en su conjunto.

En este contexto, lograr el éxito de un proyecto, tiene mucho que ver con llevar a cabo una adecuada gestión de las expectativas de los involucrados, lo cual puede resultar difícil debido a que pueden tener objetivos e intereses distintos que podrían entrar en conflicto.

Para lograr este cometido, hay información de cómo se debe tratar con las personas en un contexto como el expuesto, siendo algunos de los temas importantes los relativos a liderar, comunicar, negociar, formar equipos y tratar conflictos. Estos temas están directamente relacionados con guiar y dirigir a las personas en los proyectos, por lo que el gerente de un proyecto debe conocerlo, ya que de ello puede depender el éxito del mismo. (Bravo Salomón, 2014).

1.2.5. Guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge)

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, desarrollada por el Project Management Institute (PMI), contiene una descripción general de los fundamentos de la gestión de

proyectos reconocidos como buenas prácticas. Actualmente, en su séptima edición, es el único estándar ANSI (American National Standards Institute) para la gestión de proyectos. Todos los programas educativos y certificaciones brindadas por el PMI están estrechamente relacionados con el PMBOK.

El objetivo principal de la Guía del PMBOK es identificar el subconjunto de fundamentos de la dirección de proyectos, este a su vez puede ser entendido como una colección de sistemas, procesos y áreas del conocimiento que son universalmente aceptados.

En la última edición se han agregado cuatro nuevos procesos de planificación: planificar la gestión del alcance, planificar la gestión del cronograma, planificar la gestión de los costos y planificar la gestión de los interesados. Estos fueron creados para reforzar el concepto de que cada uno de los planes subsidiarios está integrado a través del plan general para la dirección del proyecto.

1.2.6. Gestión de Costos

Según la Guía del PMBOK (2021), la gestión de los costos de un proyecto incluye los procesos involucrados como planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Estos procesos interactúan entre sí y con procesos de las otras áreas de conocimiento. Dependiendo de las necesidades del proyecto, cada proceso puede implicar el esfuerzo de una persona o grupo de personas.

Cada proceso se ejecuta por lo menos una vez en cada proyecto y en una o más fases del proyecto, en caso de que el mismo esté dividido en fases. Esta área del conocimiento se desarrolla en los grupos de procesos de planificación y control. A continuación, se describen los procesos de la gestión de costos.

Planificar la Gestión de Costos

Planificar la gestión de los costos es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación para la planificación, la administración, gastos y el control de los costos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona orientación y dirección sobre cómo los costos del proyecto se gestionarán a través del proyecto. Las entradas, las herramientas y las técnicas, y las salidas de este proceso se muestran en la figura 1.

Gráfico 1: Planificación de la gestión de costos



Fuente: Guía del PMBOK (2021).

Entradas:

- Plan para la dirección del proyecto:

El plan para la Dirección del proyecto contiene información utilizada para desarrollar el plan de gestión de costos, que contiene, pero no se limita a:

- Línea base del alcance, incluye el enunciado del alcance del proyecto y el detalle de la EDT para la estimación y gestión de costos.
- Línea base del cronograma, define cuando los costos del proyecto serán incurridos.

- **Acta de constitución del proyecto:**

Proporciona el resumen del presupuesto donde los costos detallados del proyecto se desarrollan. El acta de constitución del proyecto también define los requisitos de aprobación de proyectos que puedan influir en la gestión de los costos del proyecto.
- **Factores ambientales de la empresa:**

Los factores ambientales de la empresa que influyen en el proceso planificar la gestión de los costos incluyen, pero no están limitados a:

 - La cultura organizacional y la estructura pueden influir en la gestión de costos.
 - Las condiciones del mercado describen cuáles son los productos, los servicios, y los resultados que están disponibles en el mercado regional y mundial.
 - Las tasas de cambio de divisas de los costos del proyecto procedentes de más de un país.
 - Información comercial publicada tal como la información de la tasa del costo de los recursos suelen estar disponibles a partir de bases de datos comerciales que realizan un seguimiento de las habilidades y los costos de los recursos humanos, y proporcionan costos estándar de materiales y equipos. Las listas de precios de venta publicadas son otra fuente de información.
 - El Sistema de información de la Gestión del proyecto, el cual proporciona posibilidades alternativas para la gestión de los costos.
- **Activos de los procesos de la organización:**
 - Los activos de los procesos de la organización que influyen en el proceso planificar la gestión de los costos incluyen, pero no están limitados a:
 - Los procedimientos de control financiero (por ejemplo, informes de tiempo, los gastos necesarios y opiniones de

desembolsos, códigos contables y provisiones contractuales estándar).

- La información histórica y bases de conocimiento de las lecciones aprendidas.
- Bases de datos financieros.
- Estimaciones y presupuestos formales e informales existentes de costos relacionados con las políticas, procedimientos y directrices.

Estimar Costos

Estimar los Costos es el proceso de desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que se determina el monto de los costos necesarios para completar el trabajo del proyecto. Las entradas, las herramientas y técnicas, y las salidas de este proceso se muestran en la figura 2.

Gráfico 2: Estimación de costos



Fuente: Guía del PMBOK (2021).

Entradas:

- Plan para la gestión de costos:
El plan de gestión de costos define cómo los costos del proyecto serán administrados y controlados. Incluye el método utilizado y el nivel de precisión requerido para estimar el costo de la actividad.

- Plan de gestión de recursos humanos:
El plan de gestión de recursos humanos proporciona atributos de dotación de personal al proyecto, salarios, y las compensaciones/reconocimientos correspondientes, los cuales son componentes necesarios para desarrollar las estimaciones de los costos del proyecto.
- Línea base del alcance: Conformado por:
 - Enunciado del alcance del Proyecto, proporciona la descripción del producto, los criterios de aceptación, los entregables claves, los límites del proyecto, los supuestos y las restricciones del proyecto.
 - Estructura de desglose del trabajo, la EDT proporciona las relaciones entre todos los componentes del proyecto y los entregables del proyecto.
 - Diccionario de la EDT, proporciona información detallada acerca de los entregables y una descripción del trabajo para cada componente de la EDT.
- Cronograma del proyecto:
El tipo y la cantidad de recursos, así como la cantidad de tiempo que dichos recursos aplican para completar el trabajo del proyecto, son los factores principales para determinar el costo del proyecto, los recursos de la actividad del cronograma y sus respectivas duraciones se usan como entradas claves para este proceso.
- Registro de riesgos:
El registro de riesgos debe revisarse de modo que se tomen en cuenta los costos de respuesta a los riesgos. Los riesgos, que pueden ser amenazas u oportunidades, por lo general tienen un impacto sobre ambos, en los costos de las actividades como en los del proyecto.

- Factores ambientales de empresa

Los factores ambientales de la empresa que influyen en el proceso estimar los costos incluyen, entre otros:

- Las condiciones del mercado, describen los productos, servicios y resultados que están disponibles en el mercado, sus proveedores y los términos y condiciones que los rigen. Las condiciones regionales y/o globales de la oferta y la demanda influyen considerablemente en el costo de los recursos.
- La información comercial publicada, a menudo la información sobre las ratios de costos de recursos está disponible en bases de datos comerciales que realizan el seguimiento de las habilidades y los costos de los recursos humanos, y proporcionan costos normalizados para materiales y equipos. Otras fuentes de información son las listas de precios publicadas por los proveedores.

- Activos de los procesos de la organización

Los activos de los procesos de la organización que influyen en el proceso estimar los costos incluyen, entre otros:

- Las políticas de estimación de costos,
- Las plantillas de estimación de costos,
- La información histórica,
- Las lecciones aprendidas.

Determinar el Presupuesto

Determinar el presupuesto es el proceso de sumar los costes estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base del costo en contraposición con el desempeño del proyecto que puede ser monitoreado y controlado. Las entradas, las herramientas y técnicas, y las salidas de este proceso se muestran en la figura 3.

Gráfico 3: Planificación de la gestión de costos



Fuente: Guía del PMBOK (2021).

Entradas:

- Plan de Gestión de los Costos

El plan de gestión de los costos describe cómo los costos del proyecto serán administrados y controlados.

- Línea Base del Alcance

- Enunciado del alcance, las limitaciones formales periódicas en cuanto a los gastos de fondos del proyecto pueden ser impuestas por la organización, por contrato o por otras entidades, tales como las agencias gubernamentales.

Estas restricciones de financiamiento se reflejan en el enunciado del alcance del proyecto.

- Estructura de desglose del trabajo. La EDT del proyecto proporciona las relaciones entre todos los entregables del proyecto y sus diversos componentes.
- Diccionario de la EDT y los enunciados detallados del trabajo relacionados proporcionan una identificación de los entregables y una descripción del trabajo en cada componente de la EDT necesario para producir cada entregable.

- **Estimaciones de costos de las actividades**
Las estimaciones de costos para cada actividad dentro de un paquete de trabajo se suman para obtener una estimación del costo de cada paquete de trabajo.
- **Base de las Estimaciones**
Los detalles de apoyo para las estimaciones de los costos que figuran en la base de las estimaciones deben especificar todas las hipótesis básicas relativas a la inclusión o exclusión de los gastos indirectos o de otro tipo en el presupuesto del proyecto.
- **Cronograma del Proyecto**
El cronograma del proyecto incluye fechas de inicio y finalización previstas de las actividades del proyecto, hitos, tareas, y las cuentas de control. Esta información puede ser utilizada para agregar costos a los períodos de calendario en los cuales se ha planificado incurrir en dichos costos.
- **Calendarios de Recursos**
Los calendarios de recursos proporcionan información sobre qué recursos se han asignado al proyecto y para qué periodo. Esta información puede utilizarse para indicar el costo de los recursos durante el proyecto.
- **Registro de Riesgos**
El registro de riesgos debe revisarse para estudiar la forma de agregar los costos de respuesta a los riesgos. Las actualizaciones del registro de riesgos se incluyen con las actualizaciones de los documentos del proyecto.
- **Acuerdos**
La información pertinente a los acuerdos y los costos asociados a los productos, servicios o resultados que serán comprados, se incluyen en la elaboración del presupuesto.

- **Activos de los Procesos de la Organización**

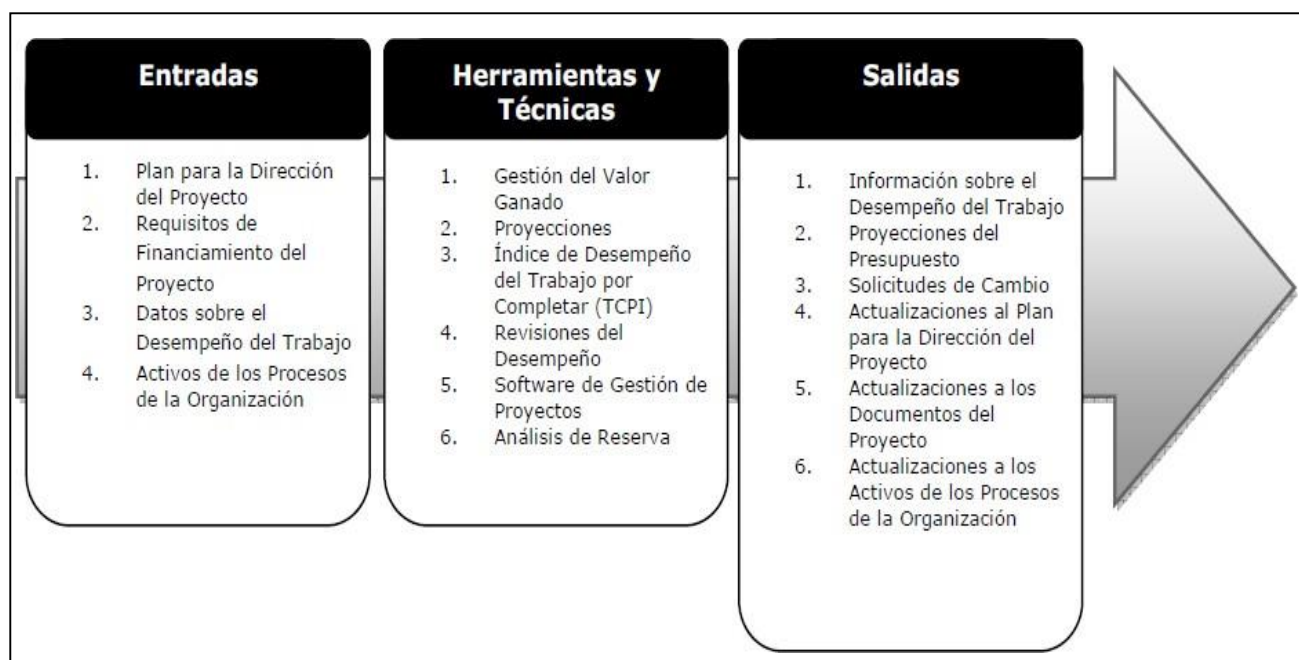
Los activos de los procesos de la organización que influyen en el proceso determinar el presupuesto incluyen, entre otros:

- Las políticas, procedimientos y lineamientos existentes, formales e informales, relacionados con la preparación del presupuesto de costos
- Las herramientas para la preparación del presupuesto de costos, y Los métodos para la preparación de informes.

Controlar Costos

Controlar los costos es el proceso de monitorear la situación del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar los cambios a la línea base del costo. El beneficio clave de este proceso es que proporciona los medios para reconocer la varianza del plan con el fin de tomar medidas correctivas y minimizar el riesgo. Las entradas, las herramientas y técnicas, y las salidas de este proceso se muestran en la figura 4.

Gráfico 4: Control de costos



Fuente: Guía del PMBOK (2021).

Entradas:

- Plan para la Dirección del Proyecto

El plan para la dirección del proyecto contiene la siguiente información que se utiliza para controlar los costos:

- Línea Base del Costo, se compara con los resultados reales para determinar si es necesario implementar un cambio, o una acción preventiva o correctiva.
- Plan de Gestión de Costos, describe la forma en que se gestionarán y controlarán los costos del proyecto.

- Requisitos de Financiamiento del Proyecto

Los requisitos de financiación del proyecto incluyen los gastos proyectados más los pasivos previstos.

- Datos sobre el Desempeño del Trabajo

Los datos sobre el desempeño del trabajo incluyen información sobre el avance del proyecto, tal como los entregables iniciados, su avance y los entregables terminados. La información también incluye los costos autorizados y aquellos en los que se ha incurrido.

- Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso controlar los costos incluyen, entre otros:

- Las políticas, procedimientos y lineamientos existentes, formales e informales, relacionados con el control de los costos.
- Las herramientas para el control de los costos.
- Los métodos de seguimiento e información que se utilizarán.

1.2.7. Costos

Existen tres tipos de costos:

- Costos Directos: mano de obra, materiales, equipo, destinados a desarrollar cada actividad; por tanto, el proyecto deberá generar flujos de efectivo suficiente para cubrirlos.
- Costos Indirectos: no pueden identificarse o cuantificarse plenamente con una actividad, pero constituyen salidas de efectivo; por tanto, se deben considerar.
- Costos Indirectos de Administración y Generales: Son los de la organización que no están asociados a algún proyecto pero están presentes durante toda la vida de proyecto como la publicidad, contabilidad, alta administración. (Samohod, Alexis, 2015).

1.2.8. Proyecto

Según la Guía del PMBOK (2021), un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos.

El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto.

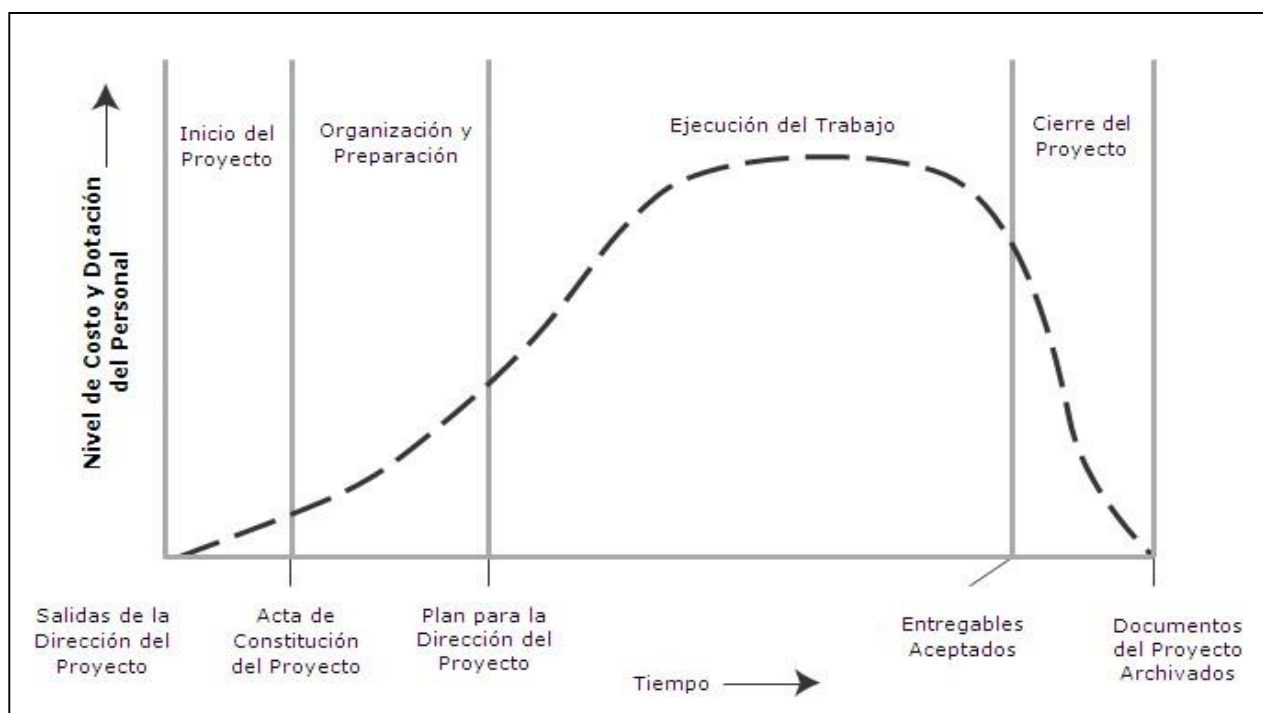
Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto haya de ser corta. Se refiere a los compromisos del proyecto y a su longevidad. Por otra parte, los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales susceptibles de perdurar mucho más que los propios proyectos.

1.2.9. El Ciclo de la Vida del Proyecto

Un ciclo de vida del proyecto es un conjunto de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Estas fases son generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas, cuyo nombre y número se determinan por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Las fases se pueden desglosar en objetivos funcionales o parciales, los resultados intermedios o entregables, hitos específicos dentro del alcance general del trabajo, o la disponibilidad financiera.

El ciclo de vida del proyecto puede ser determinado o conformado por los aspectos únicos de la organización, la industria o la tecnología empleada. PMBOK (2021). Ver figura 5.

Gráfico 5: Niveles típicos de costo y dotación de personal en el ciclo de vida del proyecto.



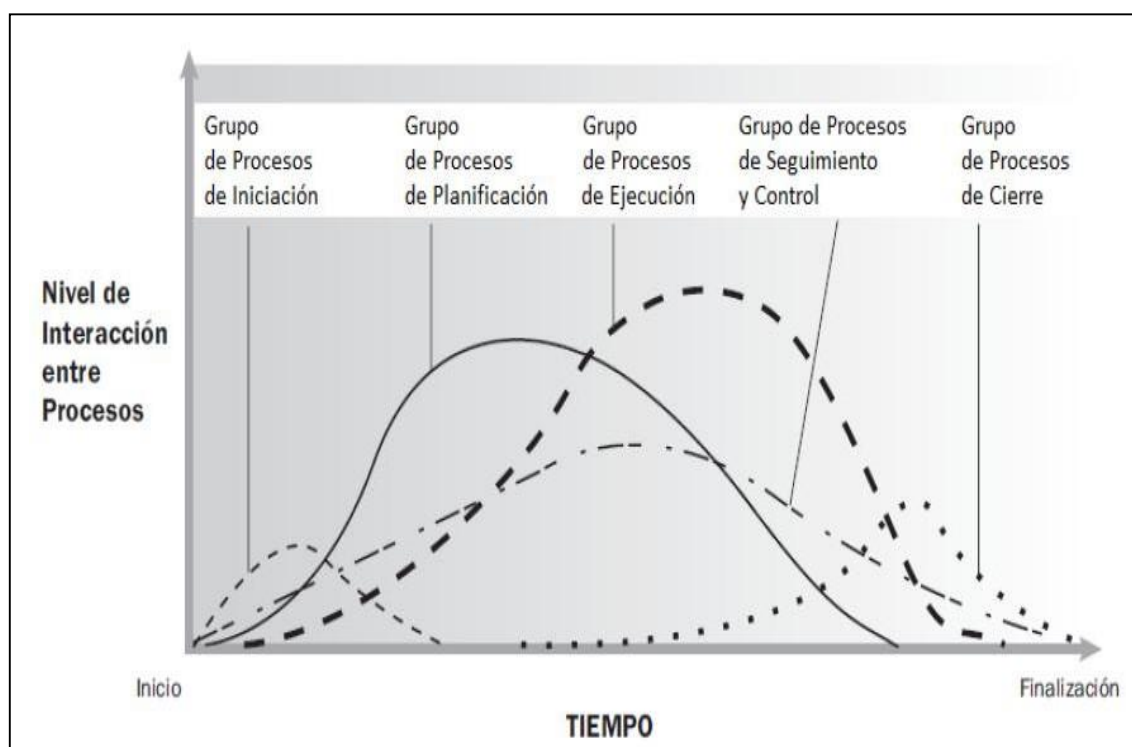
Fuente: Guía del PMBOK (2021).

1.2.10. Los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos

La Guía del PMBOK (2021), describe la naturaleza de los procesos de la dirección de proyectos en términos de la integración entre los procesos, de sus interacciones y de los propósitos a los que responden. Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en cinco categorías conocidas como Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (o Grupos de Procesos) ver figura 6:

- Grupo de Procesos de Inicio, aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.
- Grupo de Procesos de Planificación, aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Ejecución, aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer las especificaciones del mismo.
- Grupo de Procesos de Monitoreo y Control, aquellos procesos requeridos para rastrear, revisar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.
- Grupo de Procesos de Cierre, aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los Grupos de Procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo.

Gráfico 6: Los grupos de procesos interactúan en un proyecto.



Fuente: Guía del PMBOK (2021).

1.2.11. Las 10 Áreas del Conocimiento

Según la Guía del PMBOK (2021), los cuarenta y siete (47) procesos de la dirección de proyectos identificados en la Guía se agrupan a su vez en diez Áreas del Conocimiento diferenciadas. Un Área de Conocimiento representa un conjunto completo de conceptos, términos y actividades que conforman un ámbito profesional, un ámbito de la dirección de proyectos o un área de especialización.

Estas diez Áreas de Conocimiento se utilizan en la mayoría de los proyectos, durante la mayor parte del tiempo. Los equipos de proyecto deben utilizar estas diez Áreas de Conocimiento, así como otras áreas de conocimiento, de la manera más adecuada en su proyecto específico. Las Áreas de Conocimiento son: Gestión de la Integración del Proyecto, Gestión del Alcance del Proyecto, Gestión

del Tiempo del Proyecto, Gestión de Costos, Gestión de la Calidad del Proyecto, Gestión de Recursos Humanos del Proyecto, Gestión de las Comunicaciones del Proyecto, Gestión de los Riesgos del Proyecto, Gestión de las Adquisiciones del Proyecto y Gestión de los Interesados del Proyecto.

1.2.12. Fases de la administración de proyecto en la que aplica el método del valor ganado

La administración de proyectos identifica cinco procesos, a cumplir:

- Inicio
- Planificación.
- Ejecución.
- Monitoreo y control.
- Cierre:

Proceso de Inicio.- Se elección de la persona que administrará el proyecto, se identifica a los interesados, se definen los objetivos del proyecto y se autoriza el inicio del proyecto.

Proceso de planificación.- Se ratifica el alcance del proyecto y se organizan los recursos y actividades necesarios para lograr los objetivos del proyecto.

Proceso de ejecución.- Es el proceso bien planificado de un proyecto de cualquier tipo o magnitud en el que se pasa del papel a la realidad, donde el administrador o director de proyecto y su equipo coordinan todos los recursos durante la ejecución del referido proyecto; o sea, que se cumplirá tal como inicialmente está planificado y autorizado para ejecutarlo.

Proceso de monitoreo y control.- En este proceso, se supervisa el avance del proyecto, costo y tiempo y dependiendo de “el estado del proyecto”; el administrador o director de proyecto y su

equipo técnico, estos hacen ajustes y correcciones y las correspondientes reprogramaciones; también, se evalúan estrategias de control que se han realizado para o prever nuevos procesos de control que garanticen el que se ejecute lo planificado.

El proceso de cierre.- Este proceso consta de dos etapas, el cierre del proyecto y el cierre del contrato.

El cierre de proyecto.- Se da cuando el contratista termina la ejecución de las actividades a entera satisfacción del cliente.

El cierre del contrato se produce cuando el cliente termina de pagar el monto contratado al contratista y se termina la relación contractual.

El método del valor ganado se aplica en el proceso de monitoreo y control de costos, con el propósito de supervisar el avance del proyecto en términos de la inversión en monto presupuestado en cada partida de costo y, al ser necesario, hacer las acciones de ajuste, correctivo necesarias para cumplir el con los términos del proyecto.

Para el uso eficiente del método, es necesario un adecuado desglose de actividades usando el enfoque de la estructura de desglose de trabajo (EDT); el cual, consiste en dividir las actividades más pequeñas o en “paquetes pequeños” para que sean fáciles de manejar.

1.2.13. Gestión del Valor Ganado

La Gestión del Valor Ganado (EVM) es una metodología de gestión que realiza una comparación objetiva del desempeño de ejecución presentado con el programado en las líneas base de costos y cronograma, proporcionando un diagnóstico de la situación actual a través de indicadores e índices de desempeño, y adicionalmente a partir de estos pronosticar el uso total de recursos a emplearse hasta la culminación de la obra. De esa manera optimiza el procedimiento de control del desarrollo de proyecto, brindando ágilmente información pertinente para la toma de decisiones que conduzcan su desarrollo hacia el éxito (Calderón Naranjo, 2017).

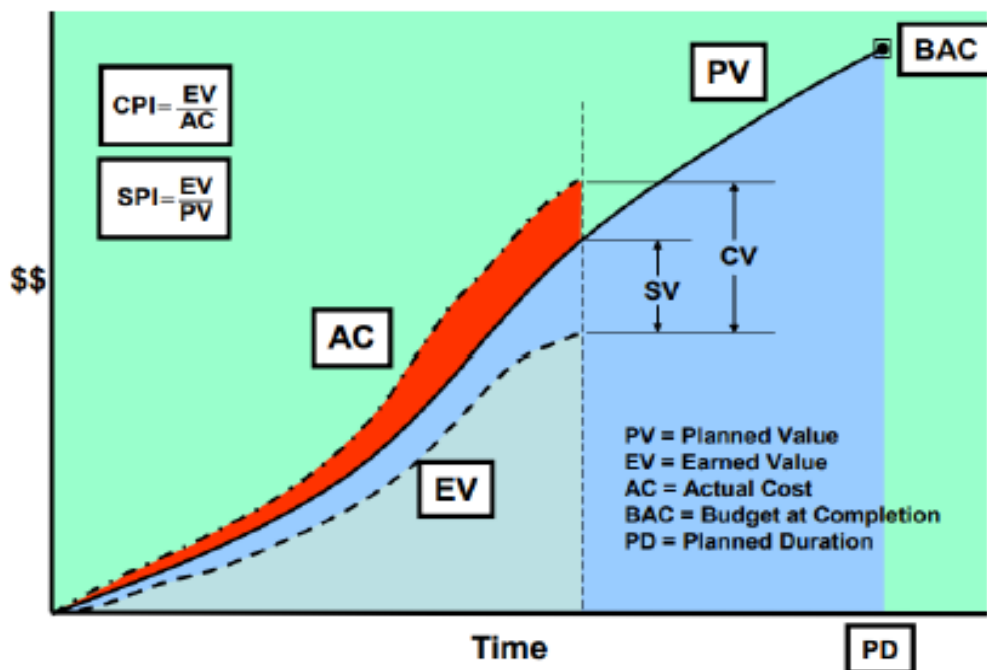
El EVM establece tres dimensiones clave durante el desarrollo de la obra:

- Valor Planificado (PV), es el monto de presupuesto asignado para ejecutar el trabajo programado en un determinado instante de tiempo especificado en las líneas base de costos y cronograma. Dicho desarrollo programado del PV se denomina Línea base para la medición del desempeño (PMB) y el valor acumulado del costo total del proyecto se denomina Presupuesto hasta la conclusión (BAC) que debe alcanzarse en una determinada Duración planificada (PD).
- Valor Ganado (EV), es la medida del trabajo ejecutado en un determinado momento, expresado en términos del presupuesto destinado para tal fin.
- Costo Actual (AC), es la medida del trabajo ejecutado en un determinado momento, expresado en términos de su costo real.

Es importante mencionar que los registros periódicos del AC y el EV conforman sus respectivas Curvas S de desarrollo, presentando

la progresión de los costos acumulados reales y presupuestados de la inversión conforme se completan las partidas, entregando de esa manera una visión gráfica de la evolución financiera de la obra lo largo del tiempo. A continuación se muestran una gráfica que ilustra las dimensiones clave, a través de sus respectivas curvas S (Munguía Chirinos, 2017).

Gráfico 7: Progresión de las tres curvas S (PV, EV y AC)



Fuente: Lipke, W. (March de 2014).

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

La terminología básica, según Arias (2012) “consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucrados en el problema y en los objetivos formulados”.

1.3.1. Obra

Se define como el resultado derivado de un conjunto de actividades materiales que comprenden la construcción, reconstrucción, remodelación, mejoramiento, demolición, renovación, ampliación y habilitación de bienes inmuebles, tales como edificaciones, estructuras, excavaciones, perforaciones, carreteras, etc.

1.3.2. Valorizaciones

Documentos que tienen el carácter de pagos a cuenta, siendo elaborados el último día de cada período previsto en el contrato, por el inspector o supervisor y el contratista.

1.3.3. Optimización de costos

Mejorar la ejecución de un proceso o actividad con el fin de reducir costos.

1.3.4. Productividad

La productividad es la medida de la eficiencia de la administración de recursos para completar un producto específico. Es la relación entre lo producido y lo gastado.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos gastado}}$$

1.3.5. Costos Directos

Los costos directos son aquellos que quedan incorporados en la obra. Estructuralmente, este costo directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

$$\text{Costo Directo} = \text{Metrados} \times \text{Costo Unitario}$$

1.3.6. Costos Unitarios

Los costos unitarios están definidos por la siguiente sumatoria:

$$\text{Costo Unitario} = \text{Mano de Obra} + \text{Materiales} + \text{Equipo/Herramienta}$$

1.3.7. Aporte Unitario

El aporte unitario corresponde a la cantidad de recursos (mano de obra, material y equipo) que se necesita para ejecutar una unidad de medida determinada (m3, m2, m, kg, etc.).

1.3.8. Rendimientos:

Para el caso de obras de construcción el rendimiento se puede definir como la cantidad de trabajo (por m3, m, etc.) que se obtiene de los recursos mano de obra (por cuadrilla) y equipo (por jornada).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Cantidad de trabajo}}{\text{Tiempo total trabajado}}$$

1.3.9. Mano de Obra:

El costo de la mano de obra es el parámetro más difícil de evaluar por tratarse del factor humano. Éste costo está definido por dos parámetros:

- El costo de un obrero de construcción civil por hora, o también llamado generalmente costo hora-hombre.
- El rendimiento de un obrero o cuadrilla de obreros para ejecutar un determinado trabajo, parámetro muy variable y que de no darse los criterios asumidos por el analista puede llevar al atraso y/o pérdida económica de una obra.

1.3.10. Línea base de costos

Versión aprobada del presupuesto que incluye los gastos determinados de la ejecución de las actividades del proyecto, sirve como orientador y es factible a compararse con los resultados reales de desempeño de ejecución del presupuesto.

1.3.11. Estructura de desglose del trabajo (EDT)

Metodología de trabajo que descompone y organiza de manera sistematizada el conjunto de actividades a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con sus objetivos, creando los entregables requeridos.

1.3.12. Gestión del valor ganado

El método del valor ganado es una técnica de administración, basado en la comparación entre tres parámetros, valor planificado, costo real y valor ganado; con estos se calculan índices y variaciones; así mismo, estimaciones en costo tiempo representados posteriormente en la gráfica típica respectiva, curvas “S”, lo cual es el modelo y las tendencia con las que se analiza las condiciones que tienen los proyectos para la toma de decisiones dentro del control que se hace de la ejecución de los proyectos. Todo parámetro, índice, criterio de decisión, se ha de basar en información veraz obtenida del seguimiento y monitoreo, así como del cumplimiento de entrega de información completada, para lograr que se haga el verdadero control pretendido desde el inicio del proyecto.

1.3.13. Valor planificado

Constituido por el presupuesto autorizado asignado al trabajo programado. Es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que se debe ejecutar para completar una actividad, o un componente de la estructura de trabajo (EDT); por ejemplo, para hacer la estructura de desglose de trabajo una viga de concreto reforzado que sería un componente de una estructura, se debe correr el nivel a la altura que se desea la viga, colocar la armaduría, hacer el molde o encofrado, colocar helados o separadores para dar el recubrimiento requerido, verter el concreto, curar el concreto y retirar el molde; todos estos pasos son para elaborar la viga.

Este presupuesto se adjudica por fases a lo largo del proyecto, pero para un punto dado en el tiempo, el valor planificado establece el trabajo físico que se debería haber realizado hasta ese momento. El PV acumulado distribuido en el tiempo se conoce, ocasionalmente, por línea base para medir el desempeño (PMB). El valor planificado total para el proyecto, también se conoce por presupuesto hasta la conclusión (BAC).

1.3.14. Costo Real

El costo real es el costo incurrido por el trabajo hecho en una actividad durante un periodo de tiempo específico (días, semanas, meses o años). Es el costo total en el que se haya incurrido por haber hecho un trabajo medido por el parámetro Valor Ganado (EV). El costo actual o real no tiene límite superior, se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.

Igual que en el valor planificado, el costo real se acumula hasta la fecha de análisis y para trazar su curva respectiva. La comparación entre la curva de valor planificado (PV) y costo real (AC) no proporciona suficiente información sobre el estado del proyecto, por lo que se hace necesario un tercer parámetro que permita vincular los parámetros anteriores para obtener mayor información del estado del proyecto, este es, el valor ganado, el cual es la referencia para conocer el progreso del proyecto.

1.3.15. Valor Ganado

Este parámetro, es la medida del trabajo realizado, expresado en términos del presupuesto autorizado. Es el presupuesto autorizado, asociado con el trabajo terminado. El EV medido debe corresponder con la línea base para medir el desempeño y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente de la estructura de desglose de trabajo, con el objetivo de medir el avance físico.

Tabla 1: Combinaciones probables que pueden darse en las curvas "S"

Caso	Combinaciones	Estado
1	Si: $AC \geq EV \geq PV$	El proyecto está adelantado a lo planificado, pero el costo es mayor.
2	Si: $EV \geq AC \geq PV$	El proyecto está adelantado a lo planificado y esta costado más que lo previsto.
3	Si: $AC \geq PV \geq EV$	El proyecto está costando más que lo planificado y tiene atraso en su ejecución.
4	Si: $EV \geq PV \geq AC$	El proyecto está adelantado con respecto a lo planificado y el costo es menor que lo previsto, (esta sería la condición más favorable)
5	Si $PV \geq AC \geq EV$	El proyecto está atraso con respecto a lo planificado y además el proyecto es más caro.
6	Si $PV \geq EV \geq AC$	Hay atraso en el proyecto, pero lo ejecutado es más barato que lo previsto.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

1.3.16. Variación del costo (CV)

Es el monto del déficit o superávit presupuestario en un punto de control, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real. Es una unidad de medida del desempeño del costo en un proyecto. La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y la cantidad realmente gastada. La variación del costo es importante porque, indica la relación entre el desempeño real y los costos incurridos.

1.3.17. Variación del cronograma (SV)

Es una medida del desempeño del cronograma que se expresa por la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado. Determina en qué medida el proyecto está adelantado o retrasado, en relación con la fecha de entrega, en un momento determinado. La evaluación del cronograma de actividades al finalizar el proyecto será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya habrán ocurrido todos los valores planificados.

1.3.18. Índice de rendimiento del costo (CPI)

Es la medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados, expresado por la razón entre el valor ganado y costo real. Se considera el parámetro más crítico del valor ganado y mide la eficiencia del costo para el trabajo completado. Un valor de CPI mayor que uno, indica un costo inferior con respecto al desempeño hasta la fecha.

1.3.19. Índice de rendimiento del cronograma (SPI)

Es la medida de eficiencia del cronograma; se expresa por, la razón entre el valor ganado y el valor planificado. Refleja la medida de la eficiencia con que el equipo del proyecto está realizando el trabajo¹⁷. En ocasiones se utiliza en combinación con el CPI para proyectar las estimaciones finales a la conclusión del proyecto. Un valor de SPI menor que uno, indica que la cantidad de trabajo ejecutado es menor que el previsto. Un valor de SPI mayor que uno indica que, la cantidad de trabajo efectuado es mayor a lo previsto. Puesto que el SPI mide todo el trabajo del proyecto, se debe analizar así el desempeño en la ruta crítica, esto para determinar si el proyecto terminará antes o después de la fecha de finalización programada.

1.3.20. Revisiones del desempeño

Las revisiones del desempeño comparan el desempeño del costo a lo largo del tiempo, las actividades del cronograma o los paquetes de trabajo que exceden el presupuesto o que están por debajo de éste, y los fondos estimados para completar y el trabajo en ejecución (PMBOK 2021).

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el desarrollo de un proyecto de construcción, comprendido este desde su planificación, ejecución, supervisión y entrega; se pretende de manera permanente tener todo el control de los factores tiempo y costo que lo direccionan. Se han implementado gran variedad de métodos y se han desarrollado software que basados en unas entradas directas desde la obra, desarrollen un control de costos por actividad, periódicamente.

a construcción está estancada en el Perú y no se espera que crezca en lo que queda de año. Según datos de la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco), el PBI del sector se contrajo un 0,5% en el primer trimestre del año, y los pronósticos no son buenos para lo que queda de 2022, e incluso se teme por el 2023.

El Banco Central de Reservas del Perú pronostico una expansión de 30,6% del sector construcción en el 2022 y un crecimiento nulo en 2023. Así mismo el consumo interno de cemento, la principal variable del sector construcción, reportó una expansión de 12,3% en septiembre con respecto a igual mes en 2020.

Sector construcción acumula crecimiento de 0,74% entre enero y mayo 2022. Niveles de producción se encuentran por encima de lo registrado en prepandemia por impulso de la inversión privada. Dicha actividad económica aporta 6,7% al PBI que se traduce en US\$ 16.500 millones.

Los factores mas relevantes que generan ineficiencia en la ejecución de una obra de construccion son los atrasos y sobre costos debido a inadecuados procesos de optimización de costos y la no aplicación y/o implementación de herramientas de gestión de proyectos basadas en estándares de calidad acreditados internacionales.

En la mayoría de los proyectos de construcción se establecen mecanismos que controlen el avance y la ejecución de la obra en cuanto a la calidad y costos. Las herramientas usadas en estos tipos de controles son la programación general, el presupuesto de obra y la implementación de planes de calidad, chequeados rutinariamente en la supervisión de obra a través de formularios diseñados para tal fin. Tales controles cotidianamente son aplicados de forma independiente y en general sucede que si se cumple con la programación del proyecto, los costos suelen elevarse y en tales casos se observa la mala práctica de disminuir la calidad en materiales y en los entregables del proyecto para cumplir con los costos arrojados de un presupuesto improvisado y elaborado por personas sin la experiencia mínima requerida para tal tarea.

Es aquí donde surgió la necesidad de crear un plan de control integral que vincule directamente los costos reales y presupuestados con la programación y que permite ver unos indicadores del rendimiento de la obra según lo programado y lo presupuestado. A su vez dicho control consigue realizar proyecciones del costo total del proyecto en su final, tomando como base los indicadores antes señalados. Esto, de manera muy breve y somera, es lo que se conoce como “El método del Valor Ganado (EVM)”.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo proponer la implantación de un adecuado proceso de control para optimizar costos en obras de construcción mediante la aplicación de herramientas de gestión de proyectos basadas en la técnica del Valor Ganado del PMI.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1. Problema General

¿Será posible controlar el rendimiento de la mano de obra en edificaciones aplicando herramientas de gestión de proyectos PMI?

2.2.2. Problemas Específicos

- ¿Será posible determinar la variación de costos del rendimiento de la mano de obra en edificaciones aplicando herramientas de gestión de proyectos PMI?
- ¿Será factible la implantación del método del Valor Ganado en una empresa constructora del ámbito local para controlar el rendimiento de la mano de obra en edificaciones?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo General

Controlar el rendimiento de la mano de obra en edificaciones aplicando herramientas de gestión de proyectos PMI.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la variación de costos del rendimiento de la mano de obra en edificaciones aplicando herramientas de gestión de proyectos PMI.
- Demostrar la factibilidad de implantación del método del Valor Ganado en una empresa constructora del ámbito local para controlar el rendimiento de la mano de obra en edificaciones.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

Controlar el rendimiento de la mano de obra en edificaciones aplicando herramientas de gestión de proyectos PMI, es posible.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Determinar la variación de costos del rendimiento de la mano de obra en edificaciones aplicando herramientas de gestión de proyectos PMI, es posible.
- La implantación del método del Valor Ganado en una empresa constructora del ámbito local para controlar el rendimiento de la mano de obra en edificaciones, es factible.

2.5. VARIABLES

Las variables en un estudio de investigación son todo aquello que medimos, la información que colectamos, o bien, los datos que se recaban con la finalidad de responder las preguntas de investigación, las cuales habitualmente están especificadas en los objetivos.

2.5.1. Identificación de Variables

En la presente investigación tenemos como la variable dependiente al rendimiento de la mano de obra, debido a que ésta no será manipulada, sino que será medida para analizar el efecto que la variable independiente tiene sobre ella.

Asimismo tenemos como la variable independiente a la herramienta de gestión de proyectos PMI, ya que no se podrá modificar y solo se seguirán sus lineamientos.

- Variable Dependiente: Rendimiento de la mano de obra (tipo cualitativo ordinal).
- Variable Independiente: Herramienta de Gestión de Proyectos PMI (tipo cualitativo ordinal).

2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de las Variables

Una definición conceptual trata a la variable con otros términos, es como una definición de diccionario especializado. La definición operacional indica cómo vamos a medir la variable.

En ese sentido la definición conceptual y operacional de las variables del estudio de investigación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2: Definición Conceptual y Operacional de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL
Variable dependiente: Rendimiento de la mano de obra	Rendimiento de la mano de obra: Relación entre lo producido y los medios empleados.	Control de Costos: Proceso que permite realizar el seguimiento y comparar la evolución de los costos reales respecto de los previstos para detectar desvíos a tiempo y poder tomar decisiones en forma proactiva para encauzar al proyecto en la dirección establecida.
Variable Independiente Herramientas de gestión de proyectos PMI	Herramientas de gestión de proyectos: Técnicas con las cuales se puede realizar un seguimiento a todas las actividades, tareas, recursos, etc., de uno o varios proyectos, tanto de manera estratégica como operativa.	Valor Ganado: Herramienta que permite mejorar el proceso de control de la productividad de la mano de obra a través de la combinación del alcance y sus objetivos de costo y tiempo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.5.3. Operacionalización de las Variables.

Operacionalizar una variable, es definir claramente la manera como se observará y medirá cada característica del estudio, las dimensiones establecidas y los indicadores para éstas se presentan en la tabla 3.

Tabla 3: Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE				
Denominación	Definición	Nivel	Indicador	Instrumento
Herramientas de gestión de proyectos PMI	Técnicas con las cuales se puede realizar un seguimiento a todas las actividades, tareas, recursos, etc., de uno o varios proyectos, tanto de manera estratégica como operativa.	- Alcance. - Costo. - Tiempo	- Valor Planificado - Costo Actual - Valor Ganado - Variación del Costo - Variación del Cronograma - Índices de Productividad - Proyecciones	Método del Valor Ganado
VARIABLE DEPENDIENTE				
Denominación	Definición	Nivel	Indicador	Instrumento
Rendimiento de la mano de obra	Relación entre lo producido y los medios empleados.	- Eficiente. - Bueno. - Regular. - Malo. - Pésimo	%	Formatos de recolección de datos, observaciones en campo.

Fuente: Elaboración propia, 2023

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

La Metodología de la Investigación (M.I.) o Metodología de la Investigación Científica es aquella ciencia que provee al investigador de una serie de conceptos, principios y leyes que le permiten encauzar de un modo eficiente y tendiente a la excelencia el proceso de la investigación científica.

Según Kerlinger, “El método científico es una investigación sistemática, controlada, empírica y crítica, de proposiciones hipotéticas sobre las asumidas relaciones entre fenómenos naturales, a través de las cuales se obtiene el conocimiento científico”.

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación se define como los métodos y técnicas elegidos por un investigador para combinarlos de una manera razonablemente lógica para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente.

3.1.1. Tipo de Investigación

La Investigación Aplicada tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico. La investigación es de tipo aplicada, pues nuestro objetivo principal es optimizar el nivel de desempeño de ejecución de presupuestos y cronograma en la variedad de proyectos de ejecución presentados en nuestra sociedad.

La investigación explicativa: es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de la hipótesis.

La investigación es de nivel explicativo se busca demostrar a partir de relaciones causa-efecto el impacto de identificar a lo largo del desarrollo del proyecto eficiencia de desempeño de ejecución presentada en concordancia con lo programado, para dirigir la gestión del proyecto hacia una conclusión exitosa.

3.1.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es No experimental del tipo Transversal y Descriptivo. Se define no experimental, debido a que el estudio se realizará sin la manipulación deliberada de las variables y se observarán los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

Es Transversal porque se recolectarán datos en un solo momento, en un tiempo único, con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es del tipo descriptivo porque se indagará la incidencia de los diferentes niveles de las variables en el caso de estudio, tal y como se pudo observar en el momento de su recolección. El procedimiento consistirá en ubicar las variables dentro de las hipótesis para luego determinar los indicadores que permitirán medir las variables.

Al tener en cuenta esto se puede clasificar el diseño de la presente Investigación como del tipo Retrospectivo debido a que la información es captada en el pasado y analizada en el presente.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación. "El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros". Para la presente investigación, la población objeto de

estudio, se estableció como una población de tipo finita, tomando en cuenta los objetivos y los recursos disponibles, estando conformada por las principales partidas de arquitectura del presupuesto de una obra de edificación.

3.2.2. Muestra

Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación, hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica entre otros.

Considerando lo anterior y usando el método de muestreo no probabilístico se ha elegido como muestra para la investigación las partidas de la especialidad de arquitectura (aporte de la mano de obra) más representativas en costo y tiempo del presupuesto de obra (clasificadas mediante el método de Pareto).

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recopilación de datos es el proceso de recopilar y medir información sobre variables específicas en un sistema establecido, que luego permite responder preguntas relevantes y evaluar resultados.

3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos utilizadas en la investigación están conformadas por el análisis de los documentos de la obra en ejecución materia de análisis, de la revisión de documentos técnicos de los parámetros planificados (Expediente técnico, presupuestos y programaciones de obra) y también los rendimientos realmente ejecutados observados en campo (valorizaciones). Ésta información fue proporcionada por la empresa constructora a cargo del proyecto unidad de análisis.

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Una técnica o instrumento de recolección de datos consiste en una herramienta de la cual se vale un investigador para obtener información que le permita desarrollar su proyecto investigativo. Su principal función es la extraer o construir datos de primera mano de la población o los fenómenos que se desean conocer.

La técnica o instrumento de recolección de datos empleado están conformados por formatos de recolección de datos digital que nos permita recolectar información procedente del análisis de documentos y la observación no experimental, este procedimiento es ordenado, sistemático y permitirá demarcar la diferencia entre las estimaciones de ejecución planificadas y los resultados reales. Consolidada la información, se procede al procesamiento correspondiente.

3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

El procesamiento de datos en la investigación es el proceso de recopilación de datos y su transformación en información utilizable para múltiples partes interesadas

En la presente investigación se utilizaron instrumentos de medición como calculadora científica, cronómetro, cámara fotográfica, cámara filmadora, winchas, formatos de medición, lápiz, lapiceros, entre otros.

Los instrumentos de medición son recursos que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente, medición es eficaz cuando el instrumento de recolección de datos en realidad representa las variables que tenemos en mente.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos es el proceso de exploración, transformación y examinación de datos para identificar tendencias y patrones que revelen hitos importantes y aumenten la eficiencia para respaldar la toma de decisiones

La siguiente tabla describe los procedimientos seguido para el procesamiento, análisis e interpretación de datos para la presente investigación.

Tabla 4: Procedimiento de Procesamiento, Análisis e Interpretación de datos

ITEM	ETAPA	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO
1	Estudio Preliminar para el desarrollo de la investigación.	Se recolecto todo tipo de información correspondiente al método del valor ganado.
2	Recopilación de datos e información de Obra	Se analizó alcance, costos, cronogramas del proyecto materia de estudio para determinar las variaciones con respecto a lo planificación y lo realmente ejecutado.
3	Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).	Se elaboró un EDT para definir el alcance de la unidad de análisis.
4	Desarrollo de la Línea Base.	Se aplicó la teoría de Pareto para seleccionar las partidas más representativas en acabados mediante la elaboración de la Línea Base.
5	Medición del trabajo ejecutado.	Se tomó los datos respectivos en campo tanto de costo como del avance, para ello se hace uso de fichas de recolección de datos y los reportes diarios del contratista en donde se consignan los metrados ejecutados y los recursos consumidos por día.
6	Cálculo de variaciones e indicadores	Se aplicó la técnica del valor ganado.
7	Análisis de resultados	Se analizó comparativamente el nivel de productividad real en obra con respecto a lo proyectado y lo realmente ejecutado.
8	Análisis de factibilidad de implementación de la propuesta.	Se evaluó y sustento la factibilidad de la implantación del método del Valor Ganado en una empresa constructora del ámbito local.

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología empleada para el desarrollo procedimental de la investigación proporciona las competencias fundamentales para abordar una investigación a partir de la racionalidad lógica, objetiva y reflexiva. Situación que permite no disgregar esfuerzo y tiempo en la producción de un nuevo conocimiento:

3.5.1. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

Es una forma de organizar el trabajo a realizar por diferentes equipos técnicos, donde se detalla las metas que se deben cumplir, o los “entregables”; al conjunto de entregables que se asignan a un equipo es el “paquete de trabajo”; con el propósito de organizar los equipos de trabajo y que haya claridad sobre las actividades que se deben realizar para que el proyecto se ejecute correctamente.

Esto, es una forma de dividir un proyecto en proyectos más pequeños para tener mayor control del proyecto general; ya que, si este es muy grande, con ello se permite delegar responsabilidades puntuales a los miembros de la dirección del proyecto, de acuerdo con sus capacidades y experiencia; lo proyectos pequeños permite controlar el ritmo de ejecución de proyecto de las diferentes disciplinas involucradas en él. Es un primer paso que se debe dar para una buena concepción y desarrollo del proyecto a controlar, sin importar el tamaño y como resultado de ello se obtienen programas con actividades jerarquizadas, que van en aumento de acuerdo con la necesidad de tener más equipos de trabajo. Con estos entregables, se hace evaluar el rendimiento de un equipo de trabajo específico a partir de las actividades asignadas al equipo, o sea el paquete de trabajo.

El resultado final se puede presentar en forma de diagrama organizacional, que recibe el nombre de diagrama de estructura de desglose de trabajo EDT; en donde las diferentes partes del proyecto que pueden ser en paralelo o no con equipos de trabajo

que tienen ciertas tareas que entregarán.

En ese diagrama, se presentan una breve descripción de las actividades, siendo necesario definir las en otro documento que contiene el diccionario de la estructura de desglose de trabajo que describe en qué consiste cada una y cuáles son los entregables que el paquete de trabajo tiene.

3.5.2. Partidas de Control

Las partidas que serán controladas son aquellas determinadas luego de la elaboración de la EDT, considerando las actividades que son las más representativas en costo y/o plazos o las que requieren un control más estricto.

En ese sentido al escoger las partidas necesarias, estas tienen que estar numeradas y compatibilizadas tanto con el EDT como con las demás herramientas de control de tal manera que se encuentren enlazadas o sincronizadas entre ellas pudiendo controlar con mayor detalle.

Dependiendo el tipo de obra y la magnitud de la misma, las partidas de control serán sistematizadas de tal forma de que puedan ser controlarlas más fácilmente.

Una partida de control puede agrupar una o más partidas del presupuesto de la obra y éstas deberán estar relacionadas con el objetivo de controlar mejor una menor cantidad de partidas en comparación con todas las partidas primigenias de un presupuesto total de obra.

3.5.3. Ley de Vilfrido Pareto

Pocos vitales muchos triviales; es decir, para analizar las causas de un problema se selecciona el 20% de dichas causas y con ello habrá solucionado el 80% del problema).

Por ejemplo si se requiere efectuar un control representativo de las partidas de un presupuesto de obra de una manera eficaz, se tendría que escoger el 20% de las partidas más representativas e importantes en función a su costo y de esa manera se habrá asegurado el control del 80% del costo total del presupuesto de la obra. Del mismo modo cuando se quiere controlar el plazo, se debe seleccionar el 20% de las partidas que tienen el mayor número de horas hombre o días calendarios para su ejecución y se estaría controlando el 80% del plazo de la obra.

Si consideramos el parámetro de calidad, se recomienda optar por el 20% de las partidas (actividades o procesos que están descompuestas en operaciones) con defectos recurrentes y debidamente cuantificados; ello representará el 80% de las causas que ocasionan defectos de las tareas o procesos).

Para aplicar el principio de Pareto en el control de obras civiles, se recomienda seleccionar las partidas más restrictivas (aquella que marca el ritmo de la construcción – ruta crítica), el 20% de las actividades más representativas por ejecutar en costo y tiempo de ejecución.

La ley de Pareto permite identificar las partidas más importantes del presupuesto de una obra y evaluarlas coadyuvando a las etapas de planificación y control de la obra de construcción.

3.5.4. Curva S

En términos de gestión de proyectos, una curva S es un gráfico matemático que representa datos acumulativos relevantes para un proyecto, como el costo o las horas de trabajo, en relación con el tiempo.

Por otro lado, la curva S es la base para aplicar la metodología de gestión de valor ganado, y determinar atrasos o adelantos en el cronograma y en el presupuesto, además de poder determinar tendencias y pronósticos de terminación en tiempo y costo.

3.5.5. Presupuesto Meta

El presupuesto meta es un presupuesto económico, elaborado con la finalidad de informar a las gerencias y por su intermedio a la alta dirección de la empresa constructora los objetivos de venta, costos y margen de utilidad previstos hasta finalizar la obra.

En la metodología aplicada en la presente investigación el presupuesto meta tiene como finalidad representar el costo de los trabajos realmente se prevén ejecutar y los precios que realmente se valorizarán por lo ejecutado en el transcurso de la obra.

Este presupuesto meta se detalla de una forma más amplia que el presupuesto base con el que se inicia la obra ya que lo proyectado determina el valor referencial de la obra de forma general, es así que el presupuesto meta es un presupuesto más “ajustado” a la realidad con todas las cotizaciones respectivas para que de esa forma se sepa cuánto costará la realización de la obra garantizando un margen de utilidad esperado.

3.5.6. Cronograma

Un cronograma de gestión de proyectos es una programación detallada de tu proyecto. En él se detallan todas las tareas implicadas y un plazo para cada una de ellas para que todo el equipo pueda ver cuándo se llevará a cabo cada paso y cuándo finalizará el proyecto.

El cronograma del proyecto es la representación gráfica de la secuencia lógica constructiva que establece la duración de las actividades de una obra. Los cronogramas deben basarse siempre en el aspecto contractual y en lo que se proyecta como propuesta. Asimismo debe contener y representar los cambios que el proyecto considere necesarios respetando los hitos y alcances contractuales como por ejemplo licencias, permisos, etc.

3.5.7. Cálculo del Valor Planificado (PV: Planned Value)

Es el costo presupuestado del trabajo planificado (programado) para una partida específica, elemento de la Estructura de Descomposición del Trabajo o del total del proyecto en un momento determinado. También es denominado BCWS (Budgeted Cost of Work Scheduled) que significa “Costo Presupuestado del Trabajo Planificado”.

Es aquella porción de la estimación del costo aprobado que se planea será gastado en la actividad durante un período dado. Es el presupuesto autorizado para realizar el trabajo físico planificado [PMI, 2004], o el costo planeado a ser ejecutado para un período dado [Páez, 2003].

3.5.8. Cálculo del Costo Actual (AC: Actual Cost)

Es el costo actual del trabajo ejecutado, para una actividad, elemento de la Estructura de Descomposición del Trabajo o del total del Proyecto en un momento determinado. También denominado ACWP (Actual Cost of Work Performed) que significa “Costo Real del Trabajo Ejecutado”.

Es el total de los costos incurridos para ejecutar el trabajo en la actividad durante un período dado. Este costo real debe corresponderse con lo que fue presupuestado para el valor planeado y el valor ganado.

Es el costo en que se incurrió para obtener el valor del trabajo realizado (PMI 2004), o el costo del trabajo efectivamente realizado para un período dado (Páez, 2003). Es una variable que se obtiene luego de relacionar todos los costos reales reflejados por la contabilidad de la organización, sobre la base de las actividades emprendidas. (Palacios, 2000).

3.5.9. Cálculo del Valor Ganado (EV: Earned Value)

Es el costo presupuestado del trabajo realmente ejecutado, para una actividad, elemento de la Estructura de Descomposición del Trabajo o del total del proyecto en un momento determinado. También denominado BCWP (Budgeted Cost of Work Performed) que significa “Costo Presupuestado del Trabajo Ejecutado”. Es el valor del trabajo realmente completado.

Es el presupuesto autorizado del trabajo físico realizado (PMI, 2004), o la porción del presupuesto a término equivalente al trabajo realizado en un período dado (Páez, 2003). Este monto requiere ser calculado al determinar cuánto del presupuesto se ha debido haber consumido, dado que se han realizado las actividades que se pudieron medir en campo según su porcentaje de avance. Responde a la pregunta: ¿cuánto trabajo del presupuesto se ha realizado? (Palacios, 2000). En palabras sencillas, el valor ganado indica la cantidad de presupuesto que se debía haber gastado para el porcentaje de avance ejecutado o el porcentaje del presupuesto que debería haberse gastado para un determinado porcentaje de trabajo realizado en una tarea o actividad.

3.5.10. Cálculo de la Variación del Costo (CV)

La variación del costo es la diferencia entre el Valor Ganado (EV) y el costo actual (AC).

$$CV = EV - AC.$$

Si su valor $CV = 0$ está en el presupuesto correcto.

Si $CV > 0$ representa ahorro (se gastó menos de lo presupuestado).

Si $CV < 0$ representa sobre costo (costos mayores a los presupuestados).

3.5.11. Cálculo de la Variación del Cronograma (SV)

La variación del cronograma es la diferencia entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV)

$$SV = EV - PV.$$

Si su valor $SV = 0$ representa que se está en el tiempo (cronograma al día).

Si $SV > 0$ representa adelanto, y

Si $SV < 0$ representa atraso.

3.5.12. Cálculo de los Índices de Rendimiento

En la presente investigación se calcularán aquellos índices que nos permitan conocer cómo se encuentra la obra a nivel de costos y plazos:

- Índice de Rendimiento de Costos (CPI: Cost Performance Index):

Es el coeficiente entre el valor ganado y el costo actual.

$$CPI = EV / .$$

Si su valor $CPI = 1$ representa que se está igual a lo planeado.

Si $CPI > 1$ representa mayor al planeado, y

Si $CPI < 1$ representa menor al planeado.

- Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI: Schedule Performance Index): Es el coeficiente entre el valor ganado y el valor planificado

$$SPI = EV / PV.$$

Si su valor SPI = 1 representa que se está igual a lo planeado.

Si SPI > 1 representa mayor al planeado, y

Si SPI < 1 representa menor al planeado.

- Índice de Rendimiento del Costo / Cronograma (CSI: Cost-Schedule Index): Es la multiplicación del Índice de Rendimiento de Costos por el Índice de Rendimiento del Cronograma

$$CSI = CPI \times SPI.$$

Si su valor CSI > 0.9 (Ok)

Si 0.8 < CSI < 0.9 (Chequee), y

Si CSI < 0.8 (ALERTA).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

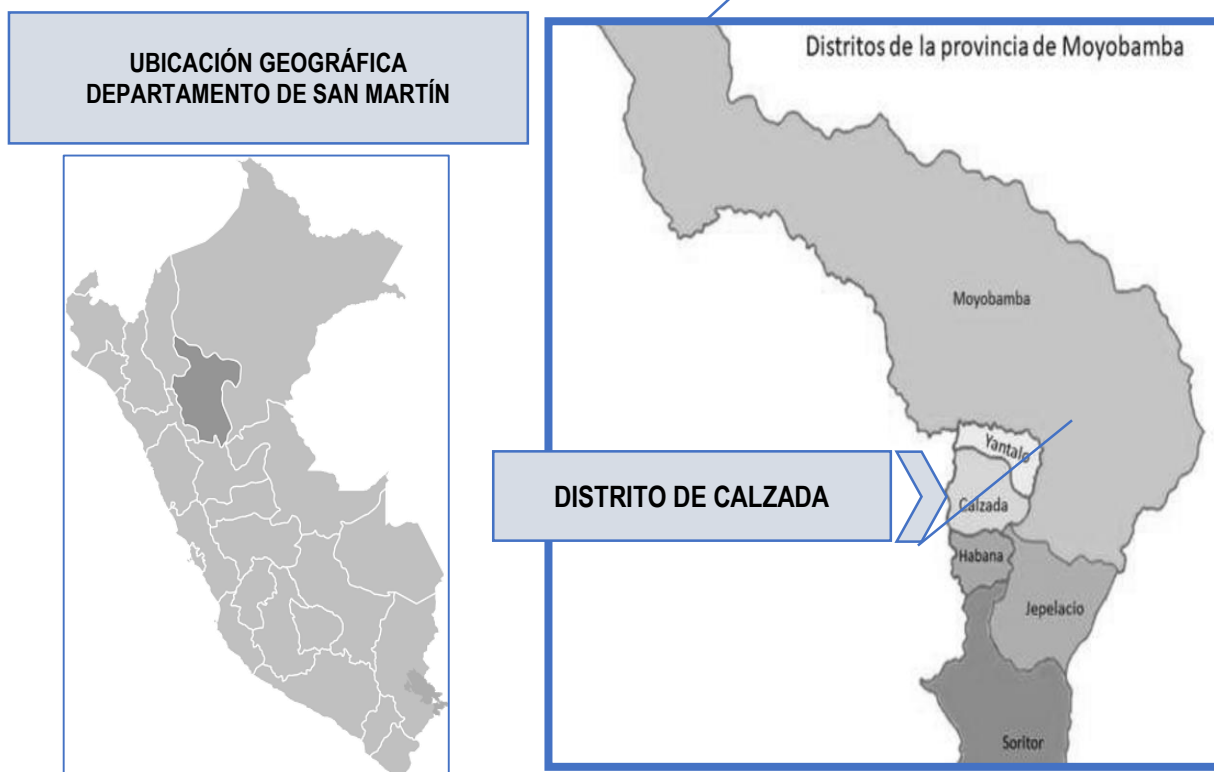
En la presente sección se presentan los resultados del estudio de investigación basadas en la información obtenida gracias a la metodología aplicada.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

La obra que será analizada es la denominada “Mejoramiento y ampliación del servicio de educación primaria de la I.E. N° 00797 Sagrado Corazón de Jesús en la localidad de Calzada, distrito de Calzada - provincia de Moyobamba - departamento de San Martín”.

El Centro Educativo N°00797, se encuentra ubicado en el Centro Poblado de Calzada, en el Distrito de Calzada, en la Provincia de Moyobamba, en el Departamento de San Martín. El área de estudio a evaluar se encuentra a una altitud de 845.482 m.s.n.m.

Gráfico 8: Macro Localización de la Obra



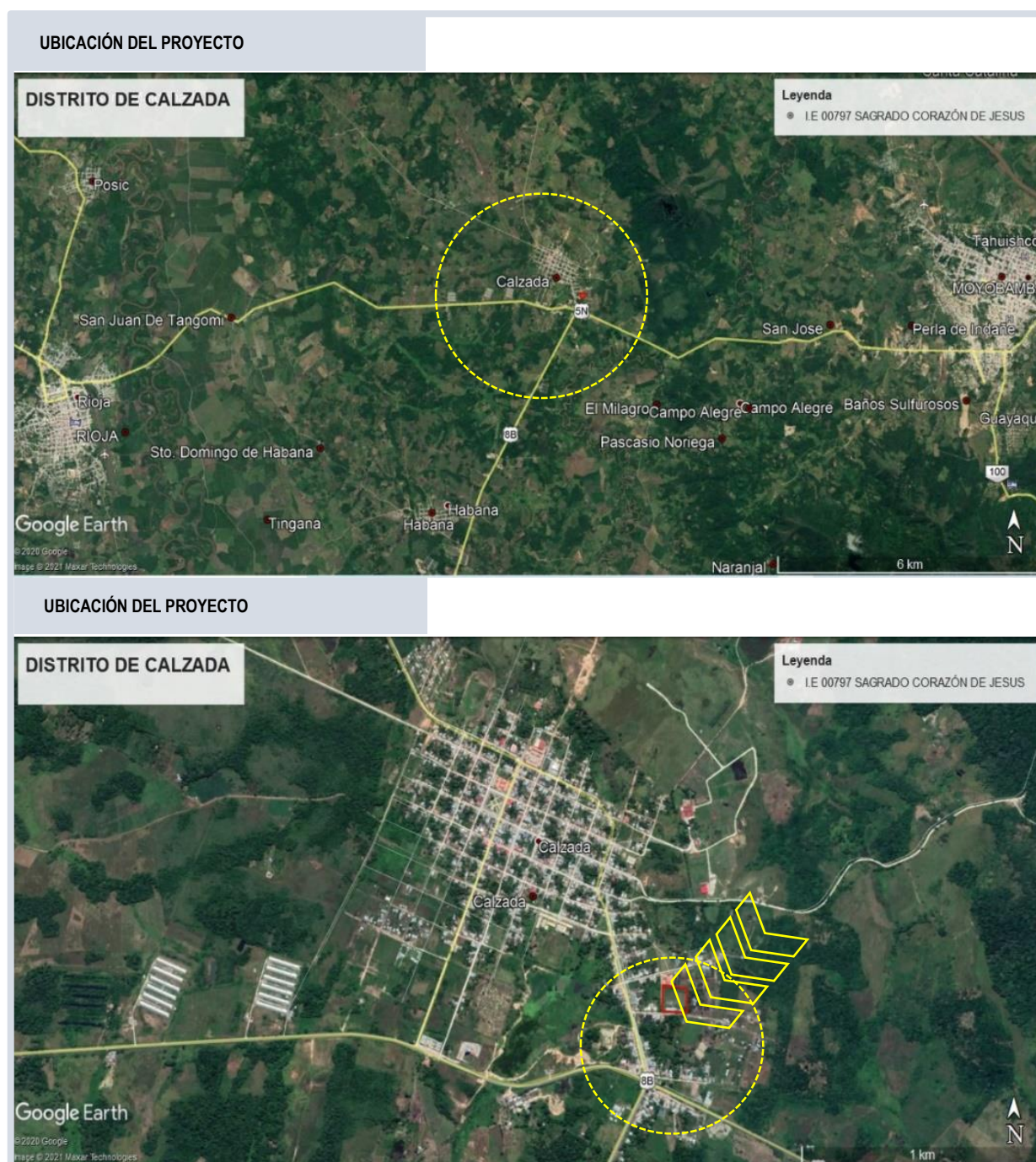
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Tabla 5: Coordenadas UTM de la Obra

UTM (WGS84 – Zona 18 Sur)	
Este	Norte
E: 271988.071	N: 9332288.323

Fuente: Elaboración Propia, 2023

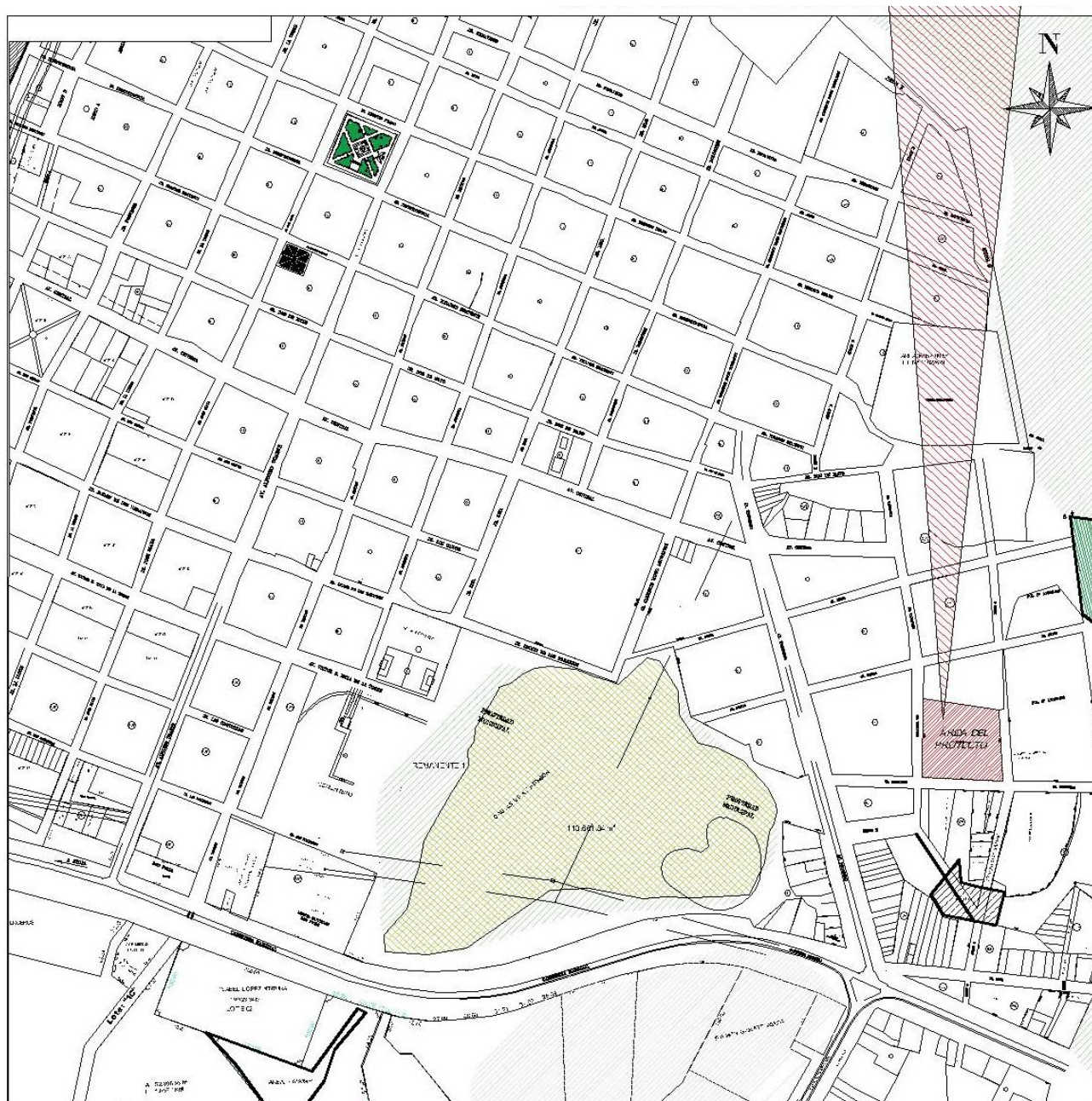
Gráfico 9: Micro Localización de la Obra



Fuente: Google Earth 2023

El lote donde se edificará el presente proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de Calzada Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín, República del Perú; a una altura de 845.482 m.s.n.m.

Gráfico 10: Esquema de Localización de la Obra



Fuente: Plano de Ubicación con información del Expediente de Arquitectura, 2023

Con relación a la descripción de accesos al predio donde se realizará el proyecto, se tomará como referencia el análisis desde la Capital del Perú, la ciudad de Lima, es importante mencionar que Vía Área, el recorrido Lima – Tarapoto, tomará un tiempo de aproximadamente 1.00 hora, por medio de vuelos comerciales; posteriormente el recorrido será vía terrestre desde la ciudad de Tarapoto hasta la localidad de Calzada, con un recorrido de aproximadamente 2 horas y 30 minutos en automóvil. Se adjunta el presente cuadro para resumir la explicación sobre accesos.

Tabla 6: Vías de Acceso a la Obra

DESDE - HASTA	TIPO DE VÍA	MEDIO DE TRANSPORTE	TIEMPO
Lima - Tarapoto	Aéreo	Avión	1 hora
Tarapoto - CALZADA	Terrestre	Auto	2 hora 30 min

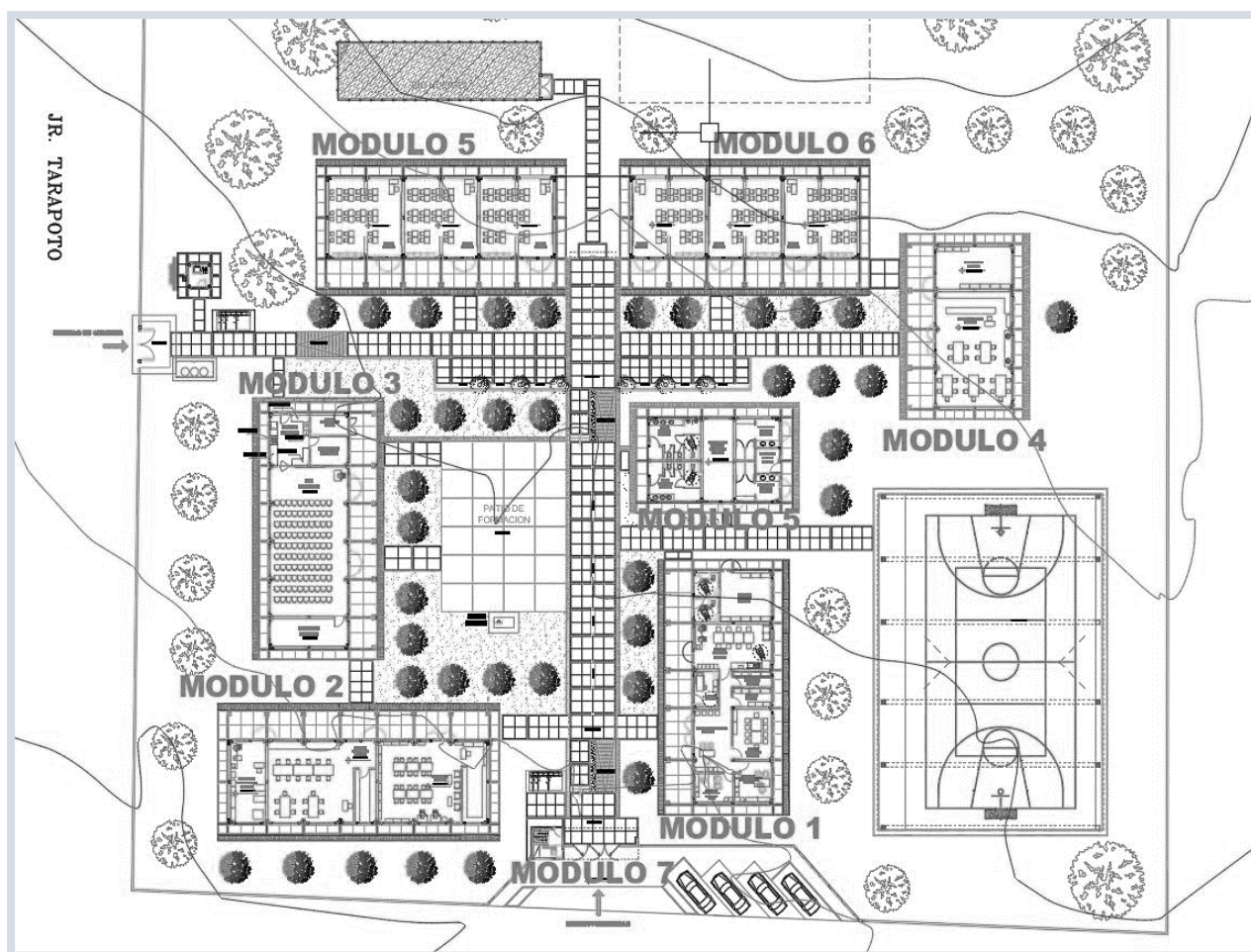
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 11: Esquema de Ubicación de la Obra



Fuente: Google Earth 2023

Gráfico 12: Planimetría de la Obra

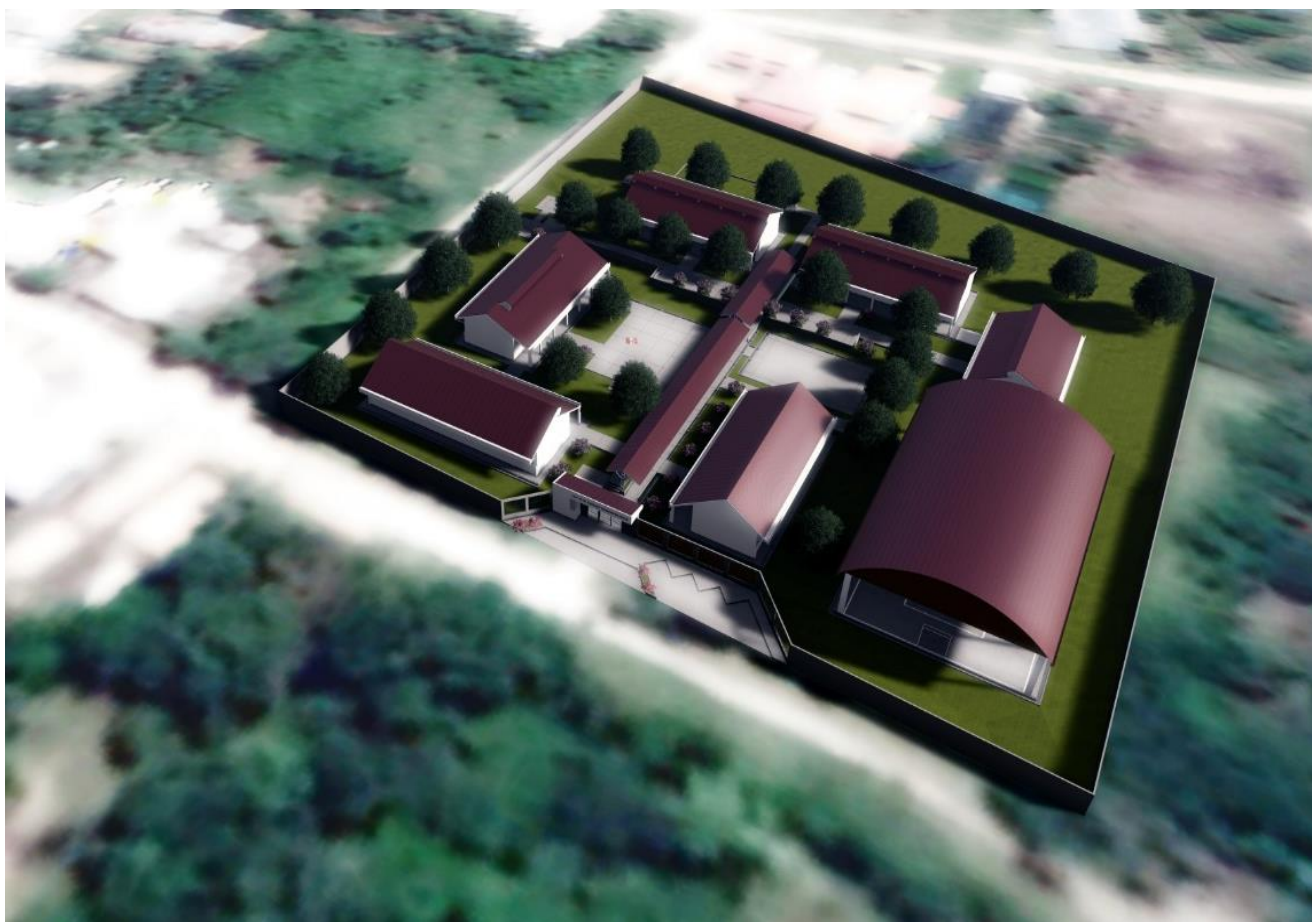


Fuente: Planos de Arquitectura con información del Expediente Técnico, 2023

El proyecto contempla el mejoramiento del nivel educativo con la construcción de aulas, servicios complementarios y áreas de recreación; en este sentido la propuesta para el mejoramiento y ampliación del servicio de educación primaria contempla dentro de los ambientes pedagógicos, 06 aulas pedagógicas con capacidad máxima de 20 alumnos por cada aula, 01 biblioteca, 01 taller creativo, 01 Aula de Innovación pedagógica, 01 Módulo de Conectividad, 01 SUM + 01 Depósito para el SUM; Ambientes de Bienestar conformados por Cocina acorde a las normativas del programa Qaliwarma y despensa; Ambientes de Servicios Higiénicos: 01 SS.HH de niños + Servicios para estudiantes discapacitados; 01 vestidor de niños; 01 SS.HH. de niñas + Servicios para estudiantes discapacitados; 01 vestidor de niñas; 01 SS.HH profesores y personas con discapacidad; Ambientes de servicios Generales: 01 deposito general, 01 Maestranza, 01 Depósito de

Combustible, 01 Deposito de Material Educativo, 01 Cuarto de Limpieza, 01 Tanque Elevado; Ambientes de Espacios Exteriores: 01 Patio de Formación, 01 Losa deportiva múltiple techado, 01 Biohuerto, veredas de accesos, rampas de acceso y circulación, 01 asta de bandera, cercos perimétricos, 01 Ingreso Principal, 01 Ingreso de Servicio.

Gráfico 13: Esquema 3D del proyecto



Fuente: Planos de Arquitectura con información del Expediente Técnico, 2023

4.1.1. Presupuesto Total de la Obra Materia de Análisis

El presupuesto total de la obra asciende a S/ 5,060,613.45 soles. Sin embargo el estudio se realiza mediante el análisis de las partidas mas relevantes identificadas en la metodología aplicada que está en función al costo de la mano de obra en los trabajos ejecutados en la especialidad de Arquitectura extraída de la obra integral por representar el 23.78% (S/ 1,203,421.35 soles) del presupuesto total de la obra.

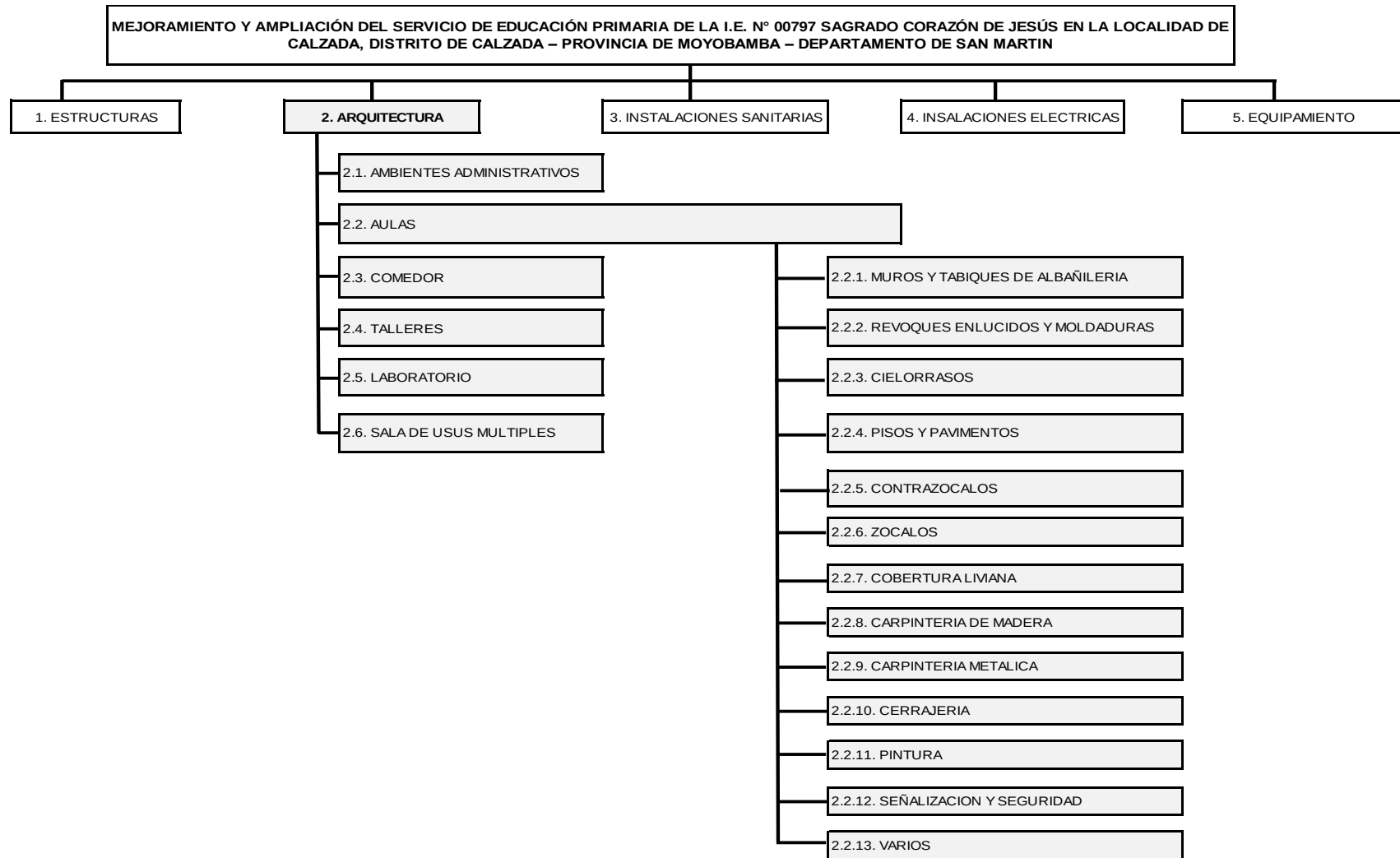
4.1.2. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

Es de especial importancia que para éste tipo de trabajos se debe visualizar con claridad cuales son las partidas sujetas a control para garantizar que los resultados obtenidos sean representativos y confiables. En ese sentido se requiere definir correctamente el alcance. El procedimiento seguido para elaborar la Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT) se detalla a continuación:

- Se realizó un listado de las actividades que se programaron ejecutar en el orden en el cual se esperan que se concluyan. Estas partidas se determinaron en tres niveles, toda vez que se considera un nivel de detalle apropiado para analizar adecuadamente la obra materia de analisis.
- La elaboración de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) se realizó a manera de esquema estructurada definiendo los detalles necesarios para determinar los costos y elaborar el cronograma, recopilando las tareas y los productos entregables identificados en la fase de definición del alcance del proyecto.

El gráfico 14 se muestra en forma de esquema la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), elaborado para la obra caso de estudio.

Gráfico 14: Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)



Fuente: Elaboración Propia 2023.

4.1.3. Principio o Ley de Pareto

La Ley de Pareto explica que el 80% de los efectos o resultados provienen del 20% de las causas o esfuerzos. Por lo que algunos elementos son más importantes que otros, ya que, impactan de mayormente en los resultados (Gelós Alfaro, 2018). Este concepto permite clasificar a los elementos en:

- Pocos vitales: Corresponden al 20% de los elementos estudiados que contribuyen al 80% del valor total.
- Muchos triviales: Corresponde al 80% de los elementos estudiados que contribuyen al 20% del valor total.

Para definir las partidas de control que no ayuden a realizar un diagnóstico del costo de la mano de obra de forma representativa se utiliza el Diagrama de Pareto el cual consiste en una representación gráfica de los datos obtenidos de una situación la cual sea de utilidad realizar este análisis.

Se trata de un gráfico donde se organizan los datos de forma que queden en orden descendente de izquierda a derecha. Los recursos (generalmente expresados en valor monetario) se representan en el eje de las ordenadas izquierdo. Mientras que la magnitud de los porcentajes de incidencia se representan en el eje de las ordenadas derecho.

Las barras se extienden según los recursos y la curva se extiende según la incidencia de los elementos. Para encontrar el punto donde se dividen los muchos triviales de los pocos vitales, se debe trazar una línea horizontal en la zona de cambio de pendiente de la curva, indicando en el eje derecho el diagrama el porcentaje de incidencia que aportan los pocos vitales, y al trazar una línea vertical en la zona de cambio de pendiente, se identifica la separación de los elementos pocos vitales y muchos triviales. Si no hay un cambio notoriamente definido, se debe trazar la línea en el porcentaje de incidencia

promedio entre el máximo y el mínimo de la zona de indefinición.

Para la aplicación del diagrama de Pareto se ha seleccionado las 85 partidas de la especialidad de arquitectura de Aulas (primer piso + segundo piso).

Tabla 7: Partidas de Arquitectura – Aulas

02.02	AULAS	UND	METRADO
02.02.01	PRIMER PISO		
02.02.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA		
02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	160.57
02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	106.74
02.02.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS		
02.02.01.02.01	TARRAJEO RAYADO PRIMARIO	m2	184.10
02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	733.07
02.02.01.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	136.72
02.02.01.02.04	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS	m	153.62
02.02.01.02.05	BRUÑAS DE 1.0cm	m	452.27
02.02.01.02.06	REVESTIMIENTO DE CERAMICO 0.20mx0.30m EN MESA DE LAVATORIO	m2	2.62
02.02.01.03	CIELORRASOS		
02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	476.63
02.02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS		
02.02.01.04.01	CONTRAPISO DE 25 mm	m2	332.64
02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	469.32
02.02.01.04.03	PISO DE CONCRETO E=2", PULIDO SIN COLOREAR	m2	37.91
02.02.01.04.04	ACABADO DE CONCRETO EN PISOS, BRUÑAS DE 1.0cm	m	122.85
02.02.01.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS	m2	60.54
02.02.01.05	CONTRAZOCALOS		
02.02.01.05.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C:A 1:5, H=20cm, EXTERIOR	m	99.99
02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80
02.02.01.06	ZOCALOS		
02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40
02.02.01.07	CARPINTERIA DE MADERA		
02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45
02.02.01.07.02	DIVISIONES DE MELAMINE EN SS.HH.	m2	0.72
02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89

02.02.01.08	CERRAJERIA		
02.02.01.08.01	CERRADURA TIPO PESADA, 2 GOLPES	und	5.00
02.02.01.08.02	PICAPORTE DE 1/4"x2"	und	10.00
02.02.01.08.03	BISAGRA DE ACERO ALUMINIZADA PESADA DE 4"x4"	pza	60.00
02.02.01.09	PINTURA		
02.02.01.09.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	m2	476.63
02.02.01.09.02	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN MUROS INTERIORES	m2	468.71
02.02.01.09.03	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN MUROS EXTERIORES	m2	264.36
02.02.01.09.04	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN VIGAS	m2	136.72
02.02.01.09.05	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALO EXTERIOR H=20cm	m	99.99
02.02.01.09.06	PINTURA EN CARPINTERIA DE MADERA	m2	316.88
02.02.01.10	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD		
02.02.01.10.01	SEÑAL ZONA SEGURA DE SISMO	und	16.00
02.02.01.10.02	SEÑAL DE SALIDA	und	15.00
02.02.01.10.03	SEÑAL DE EXTINTOR	und	1.00
02.02.01.10.04	SEÑAL DE BOTIQUIN	und	1.00
02.02.01.10.05	SEÑAL DE PELIGRO	und	1.00
02.02.01.10.06	SEÑAL DE SS.HH	und	2.00
02.02.01.10.07	SEÑAL DE LUCES DE EMERGENCIA	und	5.00
02.02.01.10.08	EXTINGUIDOR	und	1.00
02.02.01.10.09	BOTIQUIN DE EMERGENCIA	und	1.00
02.02.01.11	VARIOS		
02.02.01.11.01	JUNTA DE DILATACION SISMICA E=1"	m	103.36
02.02.01.11.02	JUNTA DE DILATACION CON MATERIAL ASFALTICO, E=1"	m	14.38
02.02.01.11.03	PIZARRA ACRILICA (3.50x1.20m)	und	5.00
02.02.01.11.04	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	564.11
02.02.02	SEGUNDO PISO		
02.02.02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA		
02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	168.37
02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	121.33
02.02.02.01.03	MURO DE CANTO CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	17.50
02.02.02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS		
02.02.02.02.01	TARRAJEO RAYADO PRIMARIO	m2	184.10
02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	918.51
02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	354.60
02.02.02.02.04	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS	m	153.62

02.02.02.02.05	BRUÑAS DE 1.0cm	m	380.16
02.02.02.02.06	REVESTIMIENTO DE CERAMICO 0.20mx0.30m EN MESA DE LAVATORIO	m2	2.62
02.02.02.03	CIELORRASOS		
02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	480.44
02.02.02.04	PISOS Y PAVIMENTOS		
02.02.02.04.01	CONTRAPISO DE 25 mm	m2	332.64
02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	451.38
02.02.02.04.03	ACABADO DE CONCRETO EN PISOS, BRUÑAS DE 1.0cm	m	51.55
02.02.02.05	CONTRAZOCALOS		
02.02.02.05.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C:A 1:5, H=20cm, EXTERIOR	m	42.49
02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80
02.02.02.06	ZOCALOS		
02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40
02.02.02.07	COBERTURA LIVIANA		
02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO -	m2	531.30
02.02.02.07.02	CUMBRERA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100	m	50.60
02.02.02.08	CARPINTERIA DE MADERA		
02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45
02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89
02.02.02.09	CARPINTERIA METALICA		
02.02.02.09.01	CORREAS DE TUBO CUADRADO METALICO DE 2"x2"x1.2mm	m	556.60
02.02.02.10	CERRAJERIA		
02.02.02.10.01	CERRADURA TIPO PESADA, 2 GOLPES	und	7.00
02.02.02.10.02	PICAPORTE DE 1/4"x2"	und	10.00
02.02.02.10.03	BISAGRA DE ACERO ALUMINIZADA PESADA DE 4"x4"	pza	68.00
02.02.02.11	PINTURA		
02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	m2	480.44
02.02.02.11.02	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN MUROS INTERIORES	m2	487.10
02.02.02.11.03	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN MUROS EXTERIORES	m2	431.41
02.02.02.11.04	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN VIGAS	m2	354.60
02.02.02.11.05	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALO EXTERIOR H=20cm	m	42.49
02.02.02.11.06	PINTURA EN CARPINTERIA DE MADERA	m2	316.68
02.02.02.12	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD		
02.02.02.12.01	SEÑAL ZONA SEGURA DE SISMO	und	16.00
02.02.02.12.02	SEÑAL DE SALIDA	und	15.00
02.02.02.12.03	SEÑAL DE EXTINTOR	und	1.00
02.02.02.12.04	SEÑAL DE BOTIQUIN	und	1.00
02.02.02.12.05	SEÑAL DE PELIGRO	und	1.00

02.02.02.12.06	SEÑAL DE SS.HH	und	2.00
02.02.02.12.07	SEÑAL DE LUCES DE EMERGENCIA	und	5.00
02.02.02.12.08	EXTINGUIDOR	und	1.00
02.02.02.12.09	BOTIQUIN DE EMERGENCIA	und	1.00
02.02.02.13	VARIOS		
02.02.02.13.01	JUNTA DE DILATACION SISMICA E=1"	m	66.10
02.02.02.13.02	JUNTA DE DILATACION CON MATERIAL ASFALTICO, E=1"	m	4.78
02.02.02.13.03	PIZARRA ACRILICA (3.50x1.20m)	und	5.00
02.02.02.13.04	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	564.11

Fuente: Elaboración Propia, 2023 (Con información del Expediente Tecnico de Obra).

Tabla 8: Aplicación de la Teoría de Pareto – Partidas de Arquitectura

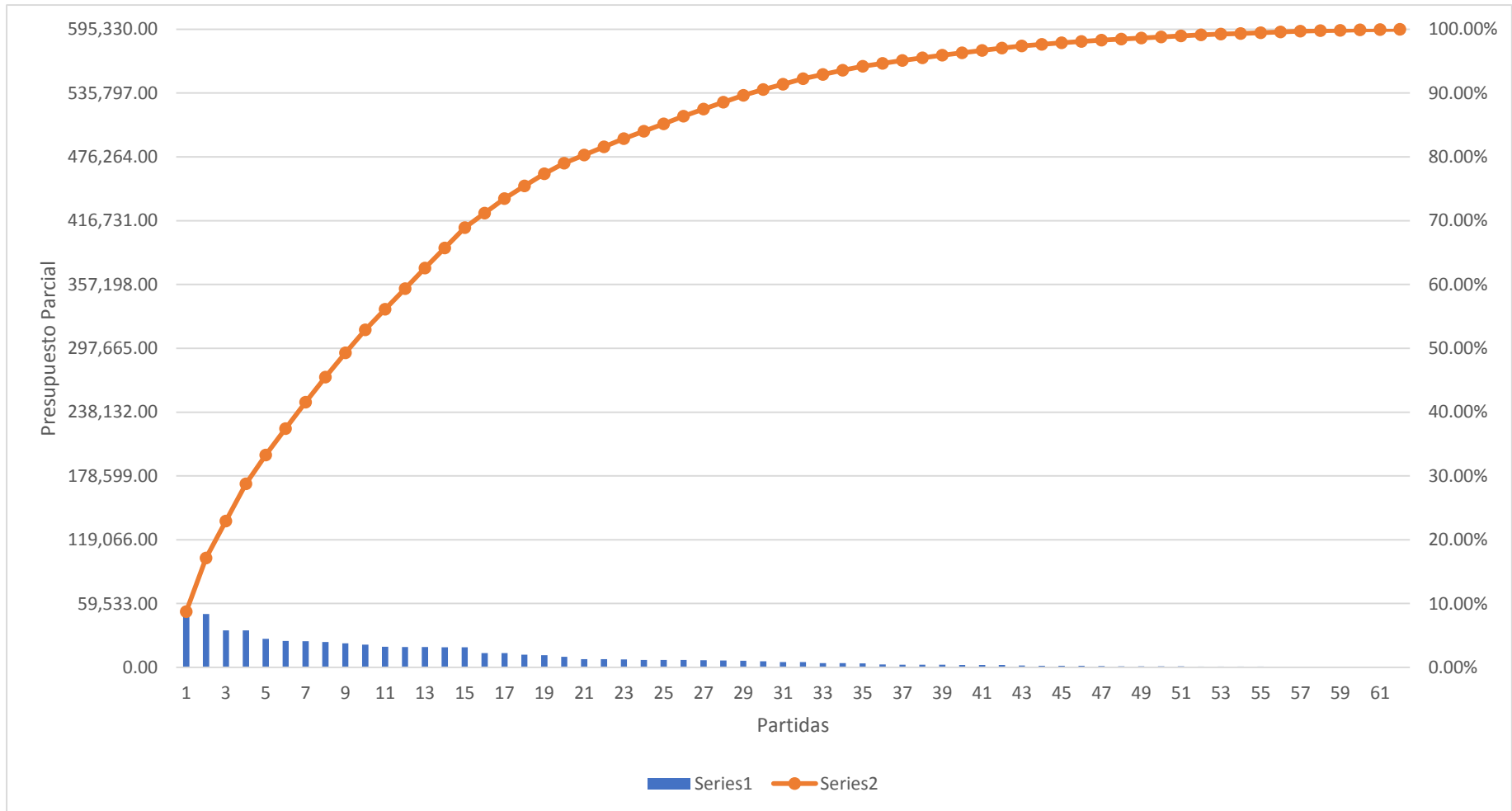
ID	CODIGO	PARTIDA	PRESUPUESTO PARCIAL	PORCENTAJE PARCIAL (%)	PRESUPUESTO ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
1	02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m - PRIMER PISO	51,836.39	8.71%	51,836.39	8.71%
2	02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m - SEGUNDO PISO	49,854.92	8.37%	101,691.31	17.08%
3	02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe - PRIMER PISO	34,575.06	5.81%	136,266.37	22.89%
4	02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe - SEGUNDO PISO	34,575.06	5.81%	170,841.43	28.70%
5	02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.) - SEGUNDO PISO	26,719.46	4.49%	197,560.89	33.19%
6	02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4 - SEGUNDO PISO	24,646.57	4.14%	222,207.46	37.33%
7	02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4 - PRIMER PISO	24,451.12	4.11%	246,658.58	41.43%
8	02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4 - SEGUNDO PISO	23,551.60	3.96%	270,210.18	45.39%
9	02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4 - PRIMER PISO	22,460.53	3.77%	292,670.71	49.16%
10	02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.) - PRIMER PISO	21,325.01	3.58%	313,995.72	52.74%
11	02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM - SEGUNDO PISO	19,329.25	3.25%	333,324.97	55.99%
12	02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m - PRIMER PISO	19,084.77	3.21%	352,409.74	59.20%
13	02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m - SEGUNDO PISO	19,084.77	3.21%	371,494.51	62.40%
14	02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR - PRIMER PISO	18,864.99	3.17%	390,359.50	65.57%
15	02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR - SEGUNDO PISO	18,864.99	3.17%	409,224.49	68.74%
16	02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR - PRIMER PISO	13,445.33	2.26%	422,669.82	71.00%
17	02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR - SEGUNDO PISO	13,445.33	2.26%	436,115.15	73.26%
18	02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO - SEGUNDO PISO	11,832.05	1.99%	447,947.20	75.24%
19	02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4 - SEGUNDO PISO	11,263.06	1.89%	459,210.26	77.14%

20	02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4 - PRIMER PISO	9,908.67	1.66%	469,118.93	78.80%
21	02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS - SEGUNDO PISO	7,687.04	1.29%	476,805.97	80.09%
22	02.02.01.09.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS - PRIMER PISO	7,626.08	1.28%	484,432.05	81.37%
23	02.02.01.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM - PRIMER PISO	7,452.61	1.25%	491,884.66	82.62%
24	02.02.02.11.02	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN MUROS INTERIORES - SEGUNDO PISO	6,994.76	1.17%	498,879.42	83.80%
25	02.02.01.04.01	CONTRAPISO DE 25 mm - PRIMER PISO	6,982.11	1.17%	505,861.53	84.97%
26	02.02.02.04.01	CONTRAPISO DE 25 mm - SEGUNDO PISO	6,982.11	1.17%	512,843.64	86.14%
27	02.02.01.09.02	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN MUROS INTERIORES - PRIMER PISO	6,730.68	1.13%	519,574.32	87.27%
28	02.02.02.09.01	CORREAS DE TUBO CUADRADO METALICO DE 2"x2"x1.2mm - SEGUNDO PISO	6,412.03	1.08%	525,986.35	88.35%
29	02.02.02.11.03	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN MUROS EXTERIORES - SEGUNDO PISO	6,195.05	1.04%	532,181.40	89.39%
30	02.02.02.11.04	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN VIGAS - SEGUNDO PISO	5,581.40	0.94%	537,762.80	90.33%
31	02.02.01.09.06	PINTURA EN CARPINTERIA DE MADERA - PRIMER PISO	4,968.68	0.83%	542,731.48	91.16%
32	02.02.02.11.06	PINTURA EN CARPINTERIA DE MADERA - SEGUNDO PISO	4,965.54	0.83%	547,697.02	92.00%
33	02.02.01.02.01	TARRAJEO RAYADO PRIMARIO - PRIMER PISO	3,961.83	0.67%	551,658.85	92.66%
34	02.02.02.02.01	TARRAJEO RAYADO PRIMARIO - SEGUNDO PISO	3,961.83	0.67%	555,620.68	93.33%
35	02.02.01.09.03	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN MUROS EXTERIORES - PRIMER PISO	3,796.21	0.64%	559,416.89	93.97%
36	02.02.01.05.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C:A 1:5, H=20cm, EXTERIOR - PRIMER PISO	2,731.73	0.46%	562,148.62	94.43%
37	02.02.01.02.04	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS - PRIMER PISO	2,528.59	0.42%	564,677.21	94.85%
38	02.02.02.02.04	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS - SEGUNDO PISO	2,528.59	0.42%	567,205.80	95.28%
39	02.02.01.04.03	PISO DE CONCRETO E=2", PULIDO SIN COLOREAR - PRIMER PISO	2,467.56	0.41%	569,673.36	95.69%
40	02.02.01.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS - PRIMER PISO	2,305.36	0.39%	571,978.72	96.08%
41	02.02.01.02.05	BRUÑAS DE 1.0cm - PRIMER PISO	2,179.94	0.37%	574,158.66	96.44%
42	02.02.01.09.04	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS, EN VIGAS - PRIMER PISO	2,151.97	0.36%	576,310.63	96.81%
43	02.02.02.02.05	BRUÑAS DE 1.0cm - SEGUNDO PISO	1,832.37	0.31%	578,143.00	97.11%

44	02.02.01.11.01	JUNTA DE DILATACION SISMICA E=1" - PRIMER PISO	1,553.50	0.26%	579,696.50	97.37%
45	02.02.02.07.02	CUMBRERA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 - SEGUNDO PISO	1,443.62	0.24%	581,140.12	97.62%
46	02.02.02.01.03	MURO DE CANTO CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4 - SEGUNDO PISO	1,377.78	0.23%	582,517.90	97.85%
47	02.02.02.05.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C:A 1:5, H=20cm, EXTERIOR - SEGUNDO PISO	1,160.83	0.19%	583,678.73	98.04%
48	02.02.01.04.04	ACABADO DE CONCRETO EN PISOS, BRUÑAS DE 1.0cm - PRIMER PISO	1,036.85	0.17%	584,715.58	98.22%
49	02.02.02.13.01	JUNTA DE DILATACION SISMICA E=1" - SEUNDO PISO	993.48	0.17%	585,709.06	98.38%
50	02.02.02.10.03	BISAGRA DE ACERO ALUMINIZADA PESADA DE 4"x4" - SEGUNDO PISO	975.80	0.16%	586,684.86	98.55%
51	02.02.01.09.05	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALO EXTERIOR H=20cm - PRIMER PISO	914.91	0.15%	587,599.77	98.70%
52	02.02.01.08.03	BISAGRA DE ACERO ALUMINIZADA PESADA DE 4"x4" - PRIMER PISO	861.00	0.14%	588,460.77	98.85%
53	02.02.02.10.01	CERRADURA TIPO PESADA, 2 GOLPES - SEGUNDO PISO	728.84	0.12%	589,189.61	98.97%
54	02.02.01.11.04	LIMPIEZA FINAL DE OBRA - PRIMER PISO	727.70	0.12%	589,917.31	99.09%
55	02.02.02.13.04	LIMPIEZA FINAL DE OBRA - SEGUNDO PISO	727.70	0.12%	590,645.01	99.21%
56	02.02.01.11.03	PIZARRA ACRILICA (3.50x1.20m) - PRIMER PISO	625.70	0.11%	591,270.71	99.32%
57	02.02.02.13.03	PIZARRA ACRILICA (3.50x1.20m) - SEGUNDO PISO	625.70	0.11%	591,896.41	99.42%
58	02.02.01.08.01	CERRADURA TIPO PESADA, 2 GOLPES - PRIMER PISO	520.60	0.09%	592,417.01	99.51%
59	02.02.02.04.03	ACABADO DE CONCRETO EN PISOS, BRUÑAS DE 1.0cm - SEGUNDO PISO	435.08	0.07%	592,852.09	99.58%
60	02.02.02.11.05	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALO EXTERIOR H=20cm - SEGUNDO PISO	388.78	0.07%	593,240.87	99.65%
61	02.02.01.02.06	REVESTIMIENTO DE CERAMICO 0.20mx0.30m EN MESA DE LAVATORIO - PRIMER PISO	289.98	0.05%	593,530.85	99.70%
62	02.02.02.02.06	REVESTIMIENTO DE CERAMICO 0.20mx0.30m EN MESA DE LAVATORIO - SEGUNDO PISO	289.98	0.05%	593,820.83	99.75%
	TOTAL		593,820.83	100.00%		

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 15: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.1.4. Presupuesto Meta

El presupuesto meta estará conformado por el valor monetario que representan las partidas elegidas como tareas para el control las mismas que fueron seleccionadas mediante la aplicación del diagrama de Pareto y corresponde al aporte de la mano de obra por partida seleccionada (en soles).

Para determinar el costo de la mano de obra (costo directo) por partida se dedujo del análisis de costos unitarios los aportes unitarios de los materiales, equipos, herramientas etc.

Tabla 9: Presupuesto Meta de la mano de obra de las partidas seleccionadas

PARTIDA N°	DESCRIPCION	PRESUPUESTO MANO DE OBRA			
		Und.	Metrado	P. Unit. (Mano de Obra)	Presup. (Mano de Obra) S/.
02	ARQUITECTURA				
02.02	AULAS				196,830.57
02.02.01	PRIMER PISO				86,174.77
02.02.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA				7,996.44
02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	160.57	32.51	5,220.13
02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	106.74	26.01	2,776.31
02.02.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS				14,016.30
02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	733.07	19.12	14,016.30
02.02.01.03	CIELORRASOS				18,221.56
02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	476.63	38.23	18,221.56
02.02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS				11,962.97
02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	469.32	25.49	11,962.97
02.02.01.05	CONTRAZOCALOS				10,501.71
02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80	69.64	10,501.71
02.02.01.06	ZOCALOS				11,730.74
02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40	69.66	11,730.74
02.02.01.07	CARPINTERIA DE MADERA				11,745.05
02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45	304.32	9,266.54
02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89	19.38	2,478.51
02.02.02	SEGUNDO PISO				110,655.80
02.02.02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA				8,629.50

02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	168.37	32.51	5,473.71
02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	121.33	26.01	3,155.79
02.02.02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS				31,841.65
02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	918.51	19.12	17,561.91
02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	354.60	40.27	14,279.74
02.02.02.03	CIELORRASOS				18,367.22
02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	480.44	38.23	18,367.22
02.02.02.04	PISOS Y PAVIMENTOS				11,505.68
02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	451.38	25.49	11,505.68
02.02.02.05	CONTRAZOCALOS				10,501.71
02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80	69.64	10,501.71
02.02.02.06	ZOCALOS				11,730.74
02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40	69.66	11,730.74
02.02.02.07	COBERTURA LIVIANA				1,928.62
02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO -	m2	531.30	3.63	1,928.62
02.02.02.08	CARPINTERIA DE MADERA				11,745.05
02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45	304.32	9,266.54
02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89	19.38	2,478.51
02.02.02.11	PINTURA				4,405.63
02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	m2	480.44	9.17	4,405.63
COSTO DIRECTO					196,830.57

Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.1.5. Cronograma de Ejecución de las Partidas Seleccionadas

Una vez determinado el presupuesto meta, se hizo necesario elaborar el cronograma de ejecución de los trabajos con la finalidad de adecuarlo al plazo contractual. Este trabajo se realiza mediante la elaboración de un cronograma valorizado.

La Tabla 10 presenta el cronograma de ejecución de las partidas seleccionadas para el control del rendimiento de la mano de obra del proyecto unidad de análisis.

Tabla 10: Cronograma de ejecución de las partidas seleccionadas

PARTIDA N°	DESCRIPCION	PRESUPUESTO MANO DE OBRA				Año 2022					
		Und.	Metrado	P. Unit. (Mano de Obra)	Presup. (Mano de Obra) \$/.	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
02	ARQUITECTURA										
02.02	AULAS										
02.02.01	PRIMER PISO										
02.02.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA										
02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	160.57	32.51	5,220.13	5,220.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	106.74	26.01	2,776.31	1,221.58	1,554.73	0.00	0.00	0.00	0.00
02.02.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS										
02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	733.07	19.12	14,016.30	0.00	0.00	5,606.38	8,409.92	0.00	0.00
02.02.01.03	CIELORRASOS										
02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	476.63	38.23	18,221.56	0.00	0.00	18,221.56	0.00	0.00	0.00
02.02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS										
02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	469.32	25.49	11,962.97	0.00	0.00	0.00	0.00	11,962.97	0.00
02.02.01.05	CONTRAZOCALOS										
02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80	69.64	10,501.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,501.71
02.02.01.06	ZOCALOS										
02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	166.40	69.66	11,730.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,730.74
02.02.01.07	CARPINTERIA DE MADERA										
02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45	304.32	9,266.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9,266.54
02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89	19.38	2,478.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,478.51

02.02.02	SEGUNDO PISO										
02.02.02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA										
02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	168.37	32.51	5,473.71	0.00	3,612.65	1,861.06	0.00	0.00	0.00
02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	121.33	26.01	3,155.79	0.00	0.00	3,155.79	0.00	0.00	0.00
02.02.02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS										
02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	918.51	19.12	17,561.91	0.00	0.00	0.00	0.00	17,561.91	0.00
02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	354.60	40.27	14,279.74	0.00	0.00	0.00	0.00	14,279.74	0.00
02.02.02.03	CIELORRASOS										
02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	480.44	38.23	18,367.22	0.00	0.00	0.00	13,775.42	4,591.81	0.00
02.02.02.04	PISOS Y PAVIMENTOS										
02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	451.38	25.49	11,505.68	0.00	0.00	0.00	0.00	8,169.03	3,336.65
02.02.02.05	CONTRAZOCALOS										
02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80	69.64	10,501.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,501.71
02.02.02.06	ZOCALOS										
02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40	69.66	11,730.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,730.74
02.02.02.07	COBERTURA LIVIANA										
02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO -	m2	531.30	3.63	1,928.62	0.00	0.00	0.00	1,928.62	0.00	0.00
02.02.02.08	CARPINTERIA DE MADERA										
02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45	304.32	9,266.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9,266.54
02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89	19.38	2,478.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,478.51
02.02.02.11	PINTURA										
02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	m2	480.44	9.17	4,405.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,405.63
COSTO DIRECTO					196,830.57	6,441.71	5,167.38	28,844.79	24,113.96	56,565.46	75,697.28

Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.1.6. Valor Planificado (PV)

El valor planificado es la línea base del proyecto. Esta línea base servirá de guía en todo el proyecto por tanto es de suma importancia hacer una buena planificación.

El Valor Planificado corresponde al valor estimado en el presupuesto base de la obra. El valor planificado será el presupuesto aprobado para la obra distribuida en cada una de las tareas seleccionadas.

Para el cálculo del valor planificado se utilizó la información recogida y se consideró lo proyectado en el expediente técnico de obra, se analizaron los pagos que se estiman cobrar en forma mensual en función a las valorizaciones, entonces, como consecuencia el valor planificado se estima en el mismo intervalo de tiempo, utilizando como datos de origen el presupuesto.

Luego de ello, partiendo del presupuesto descompuesto de las partidas seleccionadas en que se estructuró la línea base, se distribuyó el costo de cada partida de manera mensual y en función de la planificación inicial, es decir, por el tanto por ciento planificado para ella.

En la Tabla 11 se detalla más ampliamente la información recopilada del presupuesto tales como el aporte de la mano de obra proyectada en el presupuesto, el valor parcial producto de la cantidad y el valor parcial pactados en el contrato de ejecución de obra, controlándose de esa manera los valores en los periodos de tiempo según el cronograma planteado.

Tabla 11: Valor Planificado (PV)

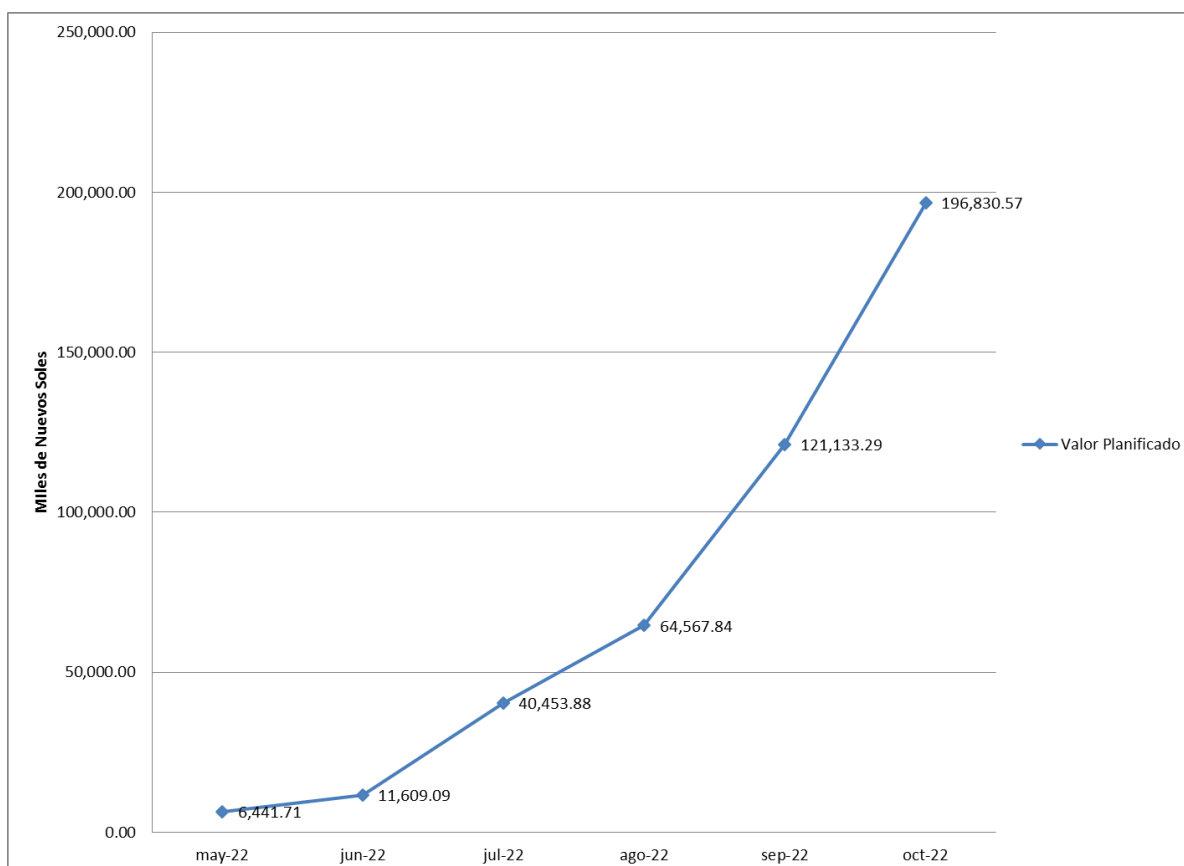
TEM	COMPONENTE / ACTIVIDAD	VALOR PLANIFICADO (PV)			CRONOGRAMA FINANCIERO PROGRAMADO					
		Unidad	Monto (C)	%	May - 22	Jun - 22	Jul - 22	Ago - 22	Set - 22	Oct - 22
02	ARQUITECTURA									
02.02	AULAS		196,830.57		6,441.71	5,167.38	28,844.79	24,113.96	56,565.46	75,697.28
02.02.01	PRIMER PISO									
02.02.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	5,220.13	2.65%	5,220.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	2,776.31	1.41%	1,221.58	1,554.73	0.00	0.00	0.00	0.00
02.02.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	Miles S/.	14,016.30	7.12%	0.00	0.00	5,808.38	8,409.92	0.00	0.00
02.02.01.03	CIELORRASOS									
02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	Miles S/.	18,221.58	9.28%	0.00	0.00	18,221.58	0.00	0.00	0.00
02.02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	Miles S/.	11,962.97	6.08%	0.00	0.00	0.00	0.00	11,962.97	0.00
02.02.01.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	Miles S/.	10,501.71	5.34%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,501.71
02.02.01.06	ZOCALOS									
02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	Miles S/.	11,730.74	5.98%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,730.74
02.02.01.07	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	Miles S/.	9,266.54	4.71%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9,266.54
02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	Miles S/.	2,478.51	1.26%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,478.51
02.02.02	SEGUNDO PISO									
02.02.02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	5,473.71	2.78%	0.00	3,612.65	1,861.06	0.00	0.00	0.00
02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	3,155.79	1.60%	0.00	0.00	3,155.79	0.00	0.00	0.00
02.02.02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									

02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	Miles S/.	17,561.91	8.92%	0.00	0.00	0.00	0.00	17,561.91	0.00
02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	Miles S/.	14,279.74	7.25%	0.00	0.00	0.00	0.00	14,279.74	0.00
02.02.02.03	CIELORRASOS									
02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	Miles S/.	18,367.22	9.33%	0.00	0.00	0.00	13,775.42	4,591.81	0.00
02.02.02.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	Miles S/.	11,505.68	5.85%	0.00	0.00	0.00	0.00	8,169.03	3,336.65
02.02.02.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	Miles S/.	10,501.71	5.34%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,501.71
02.02.02.06	ZOCALOS									
02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	Miles S/.	11,730.74	5.96%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,730.74
02.02.02.07	COBERTURA LIVIANA									
02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO -	Miles S/.	1,928.62	0.98%	0.00	0.00	0.00	1,928.62	0.00	0.00
02.02.02.08	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	Miles S/.	9,266.54	4.71%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9,266.54
02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	Miles S/.	2,478.51	1.26%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,478.51
02.02.02.11	PINTURA									
02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	Miles S/.	4,405.63	2.24%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,405.63
	TOTAL	Miles S/.	196,830.57	100.00%	6,441.71	5,167.38	28,844.79	24,113.96	56,565.46	75,697.28
	AVANCE PLANIFICADO (PV)	Miles S/.			6,441.71	11,609.09	40,453.88	64,567.84	121,133.29	196,830.57
	PORCENTAJE	%			3.27%	5.90%	20.55%	32.80%	61.54%	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023

El gráfico siguiente representa la curva “S” del Valor Planificado (PV), la misma que será la referencia respecto de la cual se va a medir la productividad de la mano de obra de las partidas seleccionadas en términos de costo y plazo.

Gráfico 16: Curva S - Valor Planificado (PV)



Fuente: Elaboración propia, 2023

4.1.7. Costo Real (AC)

El Costo Real es aquel costo total incurrido y registrado de los trabajos realmente ejecutados en una partida de la obra. Para el caso del presente estudio éste valor representará a los gastos de mano de obra: asignados según el ingreso del tareo en el mes de ejecución.

La Tabla 12 representa el cálculo del Costo Real (AC) con la información obtenida en campo y la proporcionada por la empresa contratista (valorizaciones mensuales aprobadas y pagadas).

Tabla 12: Costo Real (AC)

ITEM	COMPONENTE / ACTIVIDAD	COSTO REAL (AC)			CRONOGRAMA FINANCIERO EJECUTADO					
		Unidad	Valorizado	%	May - 22	Jun - 22	Jul - 22	Ago - 22	Set - 22	Oct - 22
02	ARQUITECTURA									
02.02	AULAS				37,281.01	46,210.32	14,032.73	46,445.51	44,926.65	7,934.38
02.02.01	PRIMER PISO									
02.02.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	5,220.13	100.00%	3,523.11	0.00	0.00	0.00	1,092.34	604.69
02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	2,776.31	100.00%	2,498.78	0.00	0.00	277.53	0.00	0.00
02.02.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	Miles S/.	14,016.30	100.00%	8,505.16	1,401.63	2,707.97	700.81	407.80	292.92
02.02.01.03	CIELORRASOS									
02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	Miles S/.	18,221.58	100.00%	17,280.25	0.00	0.00	941.32	0.00	0.00
02.02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	Miles S/.	11,962.97	100.00%	0.00	4,785.19	0.00	5,981.48	1,196.30	0.00
02.02.01.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	Miles S/.	10,501.71	100.00%	0.00	0.00	4,200.68	4,200.68	2,100.34	0.00
02.02.01.06	ZOCALOS									
02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	Miles S/.	11,730.74	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	8,187.84	3,542.91
02.02.01.07	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	Miles S/.	9,266.54	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	9,266.54	0.00
02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	Miles S/.	2,478.51	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	1,750.60	727.91
02.02.02	SEGUNDO PISO									
02.02.02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	5,473.71	100.00%	5,473.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	3,155.79	100.00%	0.00	2,366.84	473.37	315.58	0.00	0.00
02.02.02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	Miles S/.	17,561.91	100.00%	0.00	13,171.43	1,756.19	1,756.19	878.10	0.00

02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	Miles S/.	14,279.74	100.00%	0.00	10,709.81	2,141.96	713.99	487.27	226.72
02.02.02.03	CIELORRASOS									
02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	Miles S/.	18,367.22	100.00%	0.00	13,775.42	2,752.56	1,839.25	0.00	0.00
02.02.02.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	Miles S/.	11,505.68	100.00%	0.00	0.00	0.00	10,930.39	486.58	88.71
02.02.02.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	Miles S/.	10,501.71	100.00%	0.00	0.00	0.00	9,976.63	525.09	0.00
02.02.02.06	ZOCALOS									
02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	Miles S/.	11,730.74	100.00%	0.00	0.00	0.00	5,865.37	4,718.07	1,147.30
02.02.02.07	COBERTURA LIVIANA									
02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO -	Miles S/.	1,928.62	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	1,928.62	0.00
02.02.02.08	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	Miles S/.	9,266.54	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	9,266.54	0.00
02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	Miles S/.	2,478.51	100.00%	0.00	0.00	0.00	743.47	1,071.69	663.35
02.02.02.11	PINTURA									
02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	Miles S/.	4,405.63	100.00%	0.00	0.00	0.00	2,202.82	1,562.93	639.88
	TOTAL	Miles S/.	196,830.57	100.00%	37,281.01	46,210.32	14,032.73	46,445.51	44,926.65	7,934.38
	AVANCE REAL (AC)	Miles S/.			37,281.01	83,491.33	97,524.06	143,969.57	188,896.21	196,830.57
	PORCENTAJE REAL ACUMULADO	%			18.94%	42.42%	49.55%	73.14%	95.97%	100.00%

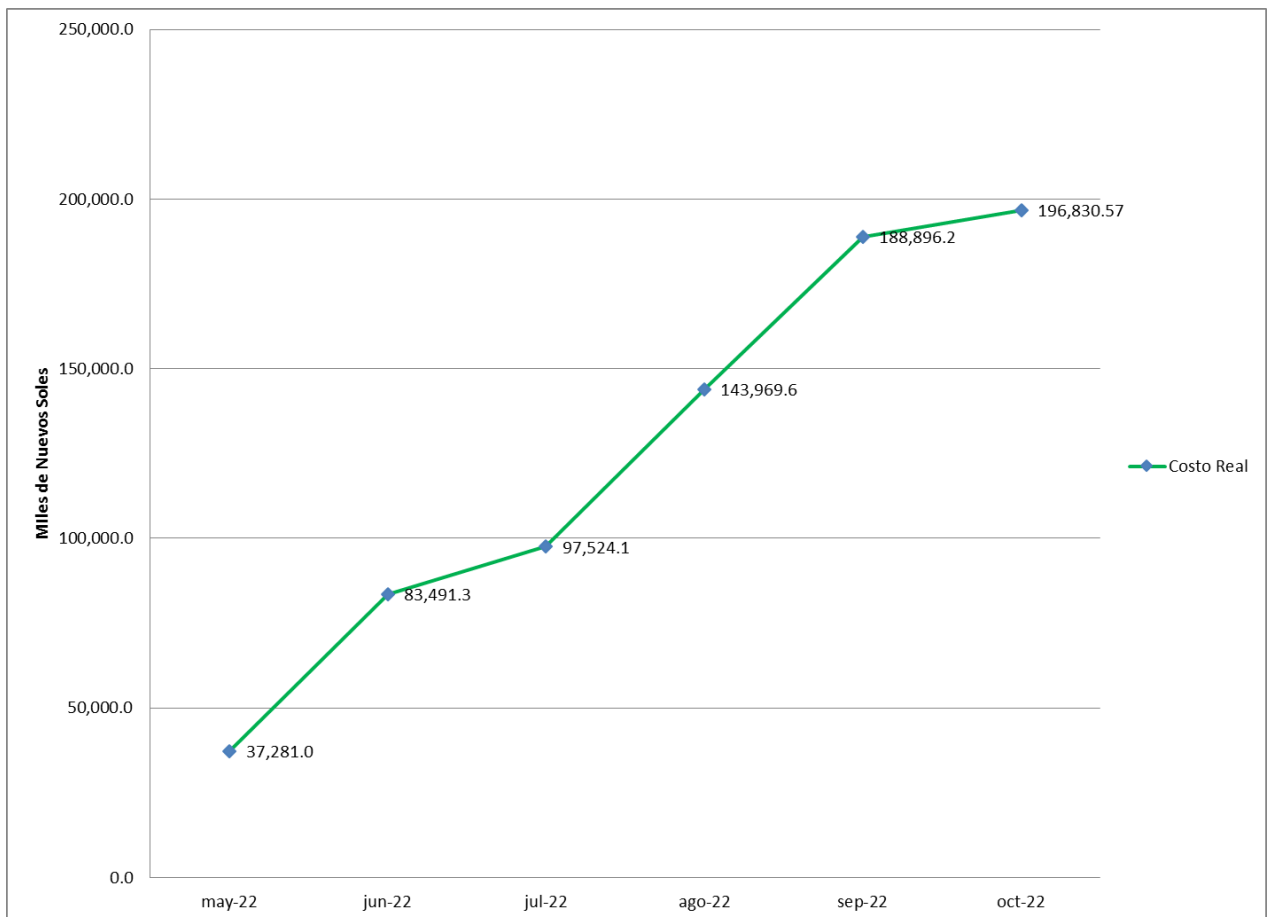
Fuente: Elaboración propia, 2023

Para la determinación del costo real (AC) fue necesario realizar el control de los costos durante el tiempo de ejecución de las partidas seleccionadas (6 meses). En base al presupuesto meta basados en los análisis de costos unitarios de los aportes unitarios de la mano de obra y la definición del cronograma de ejecución de las partidas.

De esta forma se pudo calcular el Costo Real (AC) de cada partida seleccionada para el análisis, controlando el costo y plazos durante su ejecución.

En resumen el Costo Real (AC) se obtuvo por el costo producido por la mano de obra, generado con la información contable suministrada por la empresa constructora según lo valorizado en forma mensual. La figura 14 representa la curva S del Costo Real (AC).

Gráfico 17: Curva S – Costo Real (AC)



Fuente: Elaboración propia, 2023

4.1.8. Cronograma de Metas Físicas Programadas

En la siguiente tabla 12 se representa el cronograma de metas físicas programadas.

Tabla 13: Cronograma de Metas Físicas Programadas

ITEM	COMPONENTE / ACTIVIDAD	METAS PROGRAMADAS			CRONOGRAMA DE PROGRAMACION DE METAS					
		Unidad	Programado	%	May - 22	Jun - 22	Jul - 22	Ago - 22	Set - 22	Oct - 22
02	ARQUITECTURA									
02.02	AULAS									
02.02.01	PRIMER PISO									
02.02.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	160.57	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	106.74	100.00%	44.00%	56.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
02.02.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	733.07	100.00%	0.00%	0.00%	40.00%	60.00%	0.00%	0.00%
02.02.01.03	CIELORRASOS									
02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	476.63	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
02.02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	469.32	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
02.02.01.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
02.02.01.06	ZOCALOS									
02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
02.02.01.07	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

02.02.02	SEGUNDO PISO									
02.02.02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	168.37	100.00%	0.00%	66.00%	34.00%	0.00%	0.00%	0.00%
02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	121.33	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
02.02.02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	918.51	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	354.60	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
02.02.02.03	CIELORRASOS									
02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	480.44	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	75.00%	2500.00%	0.00%
02.02.02.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	451.38	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	71.00%	29.00%
02.02.02.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
02.02.02.06	ZOCALOS									
02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
02.02.02.07	COBERTURA LIVIANA									
02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO -	m2	531.30	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
02.02.02.08	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
02.02.02.11	PINTURA									
02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	m2	480.44	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
	AVANCE FISICO PLANIFICADO (PERIODICO)	Glb	1.00	100.00%	3.27%	2.63%	14.65%	12.25%	28.74%	38.46%
	AVANCE FISICO ACUMULADO	%			3.27%	5.90%	20.55%	32.80%	61.54%	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.1.9. Cronograma de Metas Físicas Realmente Ejecutadas

En la Tabla 14 se detalla el cronograma de metas físicas ejecutadas en función a la información proporcionada por la empresa, relacionada a las valorizaciones periódicas presentadas.

Tabla 14: Cronograma de Metas Físicas Realmente Ejecutadas

ITEM	COMPONENTE / ACTIVIDAD	METAS EJECUTADAS			CRONOGRAMA DE EJECUCION DE METAS FÍSICAS					
		Unidad	Valorizado	%	May - 22	Jun - 22	Jul - 22	Ago - 22	Set - 22	Oct - 22
02	ARQUITECTURA									
02.02	AULAS									
02.02.01	PRIMER PISO									
02.02.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	160.57	100.00%	67.49%	0.00%	0.00%	0.00%	20.93%	0.00%
02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	106.74	100.00%	90.00%	0.00%	0.00%	10.00%	0.00%	0.00%
02.02.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	733.07	100.00%	60.68%	10.00%	19.32%	5.00%	2.91%	2.09%
02.02.01.03	CIELORRASOS									
02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	476.63	100.00%	94.83%	0.00%	0.00%	5.17%	0.00%	0.00%
02.02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	469.32	100.00%	0.00%	40.00%	0.00%	50.00%	10.00%	0.00%
02.02.01.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80	100.00%	0.00%	0.00%	40.00%	40.00%	20.00%	0.00%
02.02.01.06	ZOCALOS									
02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	69.80%	30.20%
02.02.01.07	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	70.63%	29.37%
02.02.02	SEGUNDO PISO									

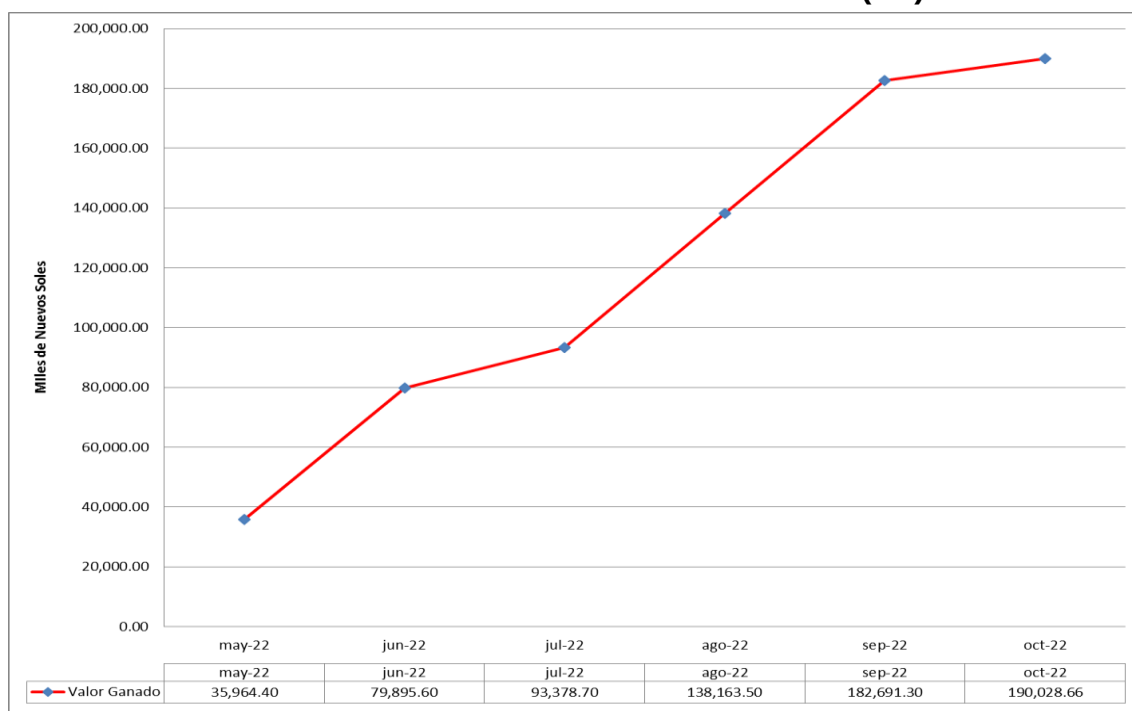
02.02.02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	168.37	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	m2	121.33	100.00%	0.00%	75.00%	15.00%	10.00%	0.00%	0.00%
02.02.02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	m2	918.51	100.00%	0.00%	75.00%	10.00%	10.00%	5.00%	0.00%
02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	m2	354.60	100.00%	0.00%	75.00%	15.00%	5.00%	3.41%	1.59%
02.02.02.03	CIELORRASOS									
02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	m2	480.44	100.00%	0.00%	75.00%	14.99%	10.01%	0.00%	0.00%
02.02.02.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	m2	451.38	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	95.00%	4.23%	0.77%
02.02.02.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	m	150.80	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	95.00%	5.00%	0.00%
02.02.02.06	ZOCALOS									
02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	m2	168.40	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	40.22%	9.78%
02.02.02.07	COBERTURA LIVIANA									
02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO -	m2	531.30	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
02.02.02.08	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	m2	30.45	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	m2	127.89	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	29.99%	42.32%	27.68%
02.02.02.11	PINTURA									
02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	m2	480.44	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	35.48%	14.52%
	AVANCE FISICO VALORIZADO (PERIODICO)	Glb	1.00	100.00%	18.94%	23.48%	7.13%	23.59%	22.83%	4.03%
	AVANCE FISICO ACUMULADO	%			18.94%	42.42%	49.55%	73.14%	95.97%	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.1.10. Valor Ganado (EV)

El valor ganado es el valor del trabajo realmente ejecutado respecto al presupuesto asignado a las partidas en función a un porcentaje de avance. El valor ganado podrá ser mayor al valor planificado por motivos de cambios de alcance, adicionales, etc. El método para determinar el valor ganado en el periodo de tiempo de ejecución de la obra consistió en medir el porcentaje realmente ejecutado de cada partida seleccionada para un periodo determinado, en cuyo caso las cantidades del valor ganado deben ser las mismas a la del valor real, y se cuantifica con el valor inicialmente presupuestado. La figura 15 representa la curva S del valor ganado.

Gráfico 18: Curva S – Valor Ganado (EV)



Fuente: Elaboración propia, 2022

En la tabla 15 se presenta la curva anterior elaborada con información financiera tomada del flujo de caja proporcionado por el contratista, con los costos reales de mano de obra durante el periodo de ejecución de la obra y los resultados del cálculo del valor ganado.

Tabla 15: Valor Ganado (EV)

ITEM	COMPONENTE / ACTIVIDAD	AVANCE REAL (EV)			CRONOGRAMA DE AVANCE REAL					
		Unidad	EV	% (E/C)	May - 22	Jun - 22	Jul - 22	Ago - 22	Set - 22	Oct - 22
02	ARQUITECTURA				35,964.40	43,931.20	13,483.10	44,784.80	44,527.80	7,337.36
02.02	AULAS									
02.02.01	PRIMER PISO									
02.02.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.01.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	5,821.60	111.5%	4,345.70	0.00	0.00	0.00	975.30	500.60
02.02.01.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	3,408.80	122.8%	3,241.30	0.00	0.00	167.50	0.00	0.00
02.02.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	Miles S/.	16,442.35	117.3%	8,709.40	1,476.00	2,983.20	650.80	2,537.20	85.75
02.02.01.03	CIELORRASOS									
02.02.01.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	Miles S/.	14,866.80	81.6%	14,350.00	0.00	0.00	516.80	0.00	0.00
02.02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.01.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	Miles S/.	11,204.70	93.7%	0.00	4,583.70	0.00	5,690.50	930.50	0.00
02.02.01.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.01.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	Miles S/.	10,330.50	98.4%	0.00	0.00	3,960.10	4,010.40	2,360.00	0.00
02.02.01.06	ZOCALOS									
02.02.01.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	Miles S/.	11,970.00	102.0%	0.00	0.00	0.00	0.00	8,370.00	3,600.00
02.02.01.07	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.01.07.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	Miles S/.	7,840.60	84.6%	0.00	0.00	0.00	0.00	7,840.60	0.00
02.02.01.07.03	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	Miles S/.	2,462.10	99.3%	0.00	0.00	0.00	0.00	1,810.30	651.80

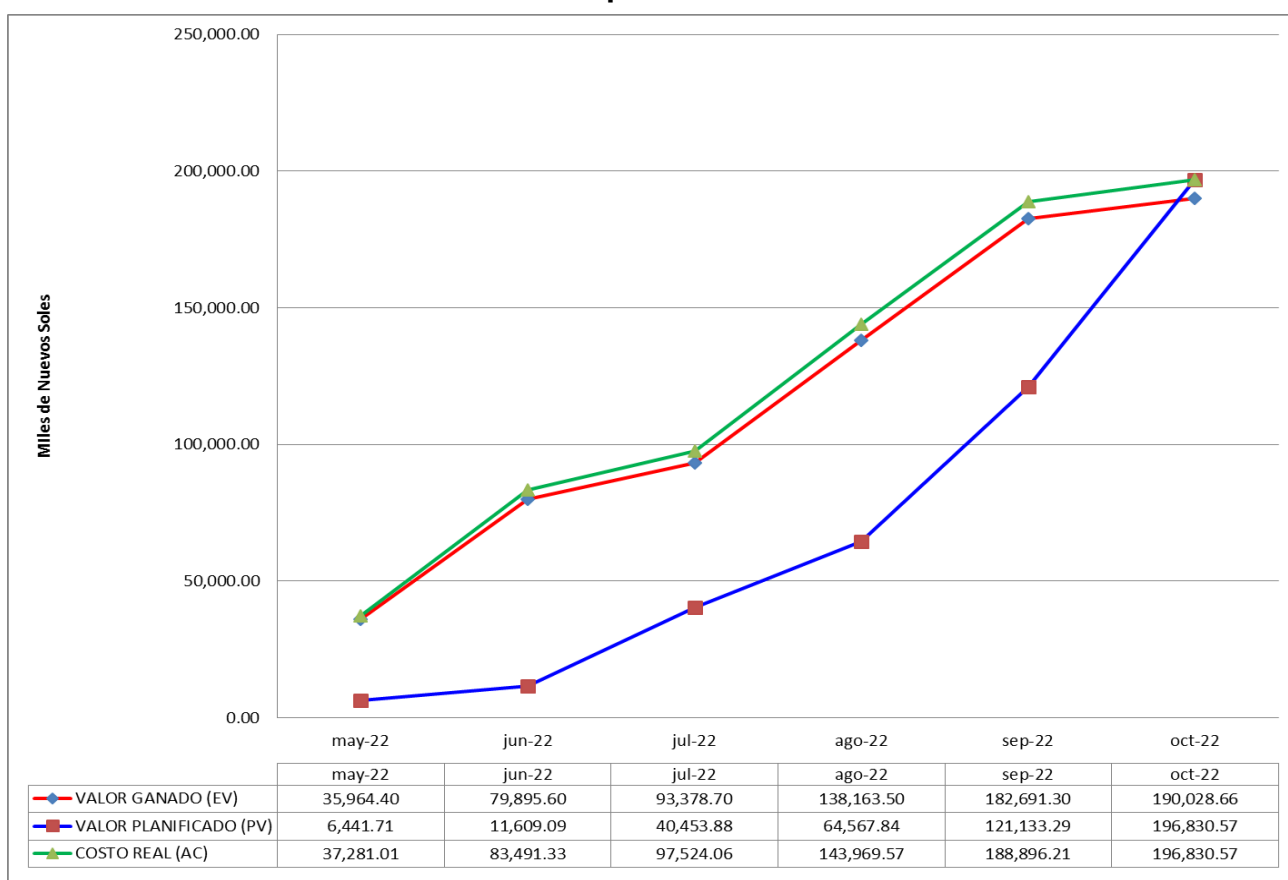
02.02.02	SEGUNDO PISO									
02.02.02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBANILERIA									
02.02.02.01.01	MURO DE CABEZA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	5,318.00	97.2%	5,318.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02.02.02.01.02	MURO DE SOGA CON LADRILLO MACIZO TIPO IV (9x13x24) ASENTADO CON MORTERO C:A 1:4	Miles S/.	3,100.80	98.3%	0.00	2,458.30	345.80	296.70	0.00	0.00
02.02.02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDADURAS									
02.02.02.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES MEZCLA 1:5 E=1.5 CM (INC. COL. EMP.)	Miles S/.	17,325.10	98.7%	0.00	12,876.00	1,847.60	1,850.60	750.90	0.00
02.02.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS MEZCLA 1:5, E=1.5 CM	Miles S/.	12,955.90	90.7%	0.00	9,640.80	1,960.50	690.50	450.90	213.20
02.02.02.03	CIELORRASOS									
02.02.02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA C:A 1:4	Miles S/.	16,822.30	91.6%	0.00	12,896.40	2,385.90	1,540.00	0.00	0.00
02.02.02.04	PISOS Y PAVIMENTOS									
02.02.02.04.02	PISO PORCELANATO DE 0.60x0.60m	Miles S/.	11,299.21	98.2%	0.00	0.00	0.00	10,750.00	460.50	88.71
02.02.02.05	CONTRAZOCALOS									
02.02.02.05.02	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO, H=10cm INTERIOR	Miles S/.	10,410.90	99.1%	0.00	0.00	0.00	9,900.00	510.90	0.00
02.02.02.06	ZOCALOS									
02.02.02.06.01	ZOCALO DE CERAMICO DE 0.27x0.45m	Miles S/.	12,368.50	105.4%	0.00	0.00	0.00	6,240.50	4,980.70	1,147.30
02.02.02.07	COBERTURA LIVIANA									
02.02.02.07.01	COBERTURA DE PLANCHA ONDULADA OPACA ONDA 100 COLOR ROJO -	Miles S/.	1,700.00	88.1%	0.00	0.00	0.00	0.00	1,700.00	0.00
02.02.02.08	CARPINTERIA DE MADERA									
02.02.02.08.01	PUERTA APANELADA DE MADERA CEDRO O SIMILAR	Miles S/.	8,700.00	93.9%	0.00	0.00	0.00	0.00	8,700.00	0.00
02.02.02.08.02	VENTANA DE MADERA CEDRO O SIMILAR CON MALLA ELECTROSOLDADA + Fe	Miles S/.	1,900.00	76.7%	0.00	0.00	0.00	500.00	800.00	600.00
02.02.02.11	PINTURA									
02.02.02.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS, EN CIELORRASOS	Miles S/.	3,780.50	85.8%	0.00	0.00	0.00	1,980.50	1,350.00	450.00
	TOTAL	Miles S/.	190,028.66	96.54%	35,964.40	43,931.20	13,483.10	44,784.80	44,527.80	7,337.36
	AVANCE REAL PARCIAL (EV)	Miles S/.			35,964.40	79,895.60	93,378.70	138,163.50	182,691.30	190,028.66
	AVANCE REAL ACUMULADO (EV)	%			558.31%	688.22%	230.83%	213.98%	150.82%	96.54%

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.1.11. Comparación de Curvas

El gráfico que se presenta a continuación, representa la comparación de las curvas “S” formadas por los valores acumulados del Valor Planificados (PV), Valor Ganado (EV) y Costo Real (AC). En ella se puede observar el avance de lo que se ha ejecutado en un periodo específico, comparado con lo que se debía ejecutar en ese mismo periodo y a que costo se está realizando la obra. Si la curva del Valor Planificado está por encima del Valor Ganado significa que la obra no ha ejecutado lo requerido en la programación y si la curva del Valor Ganado está por encima del Valor Planificado, está indicando que se ha realizado más obra que la que se tenía programada en ese corte. De igual forma se puede comparar la curva del Costo Real con la del Valor Ganado y se puede establecer si los costos de las actividades son mayores o menores que los presupuestados.

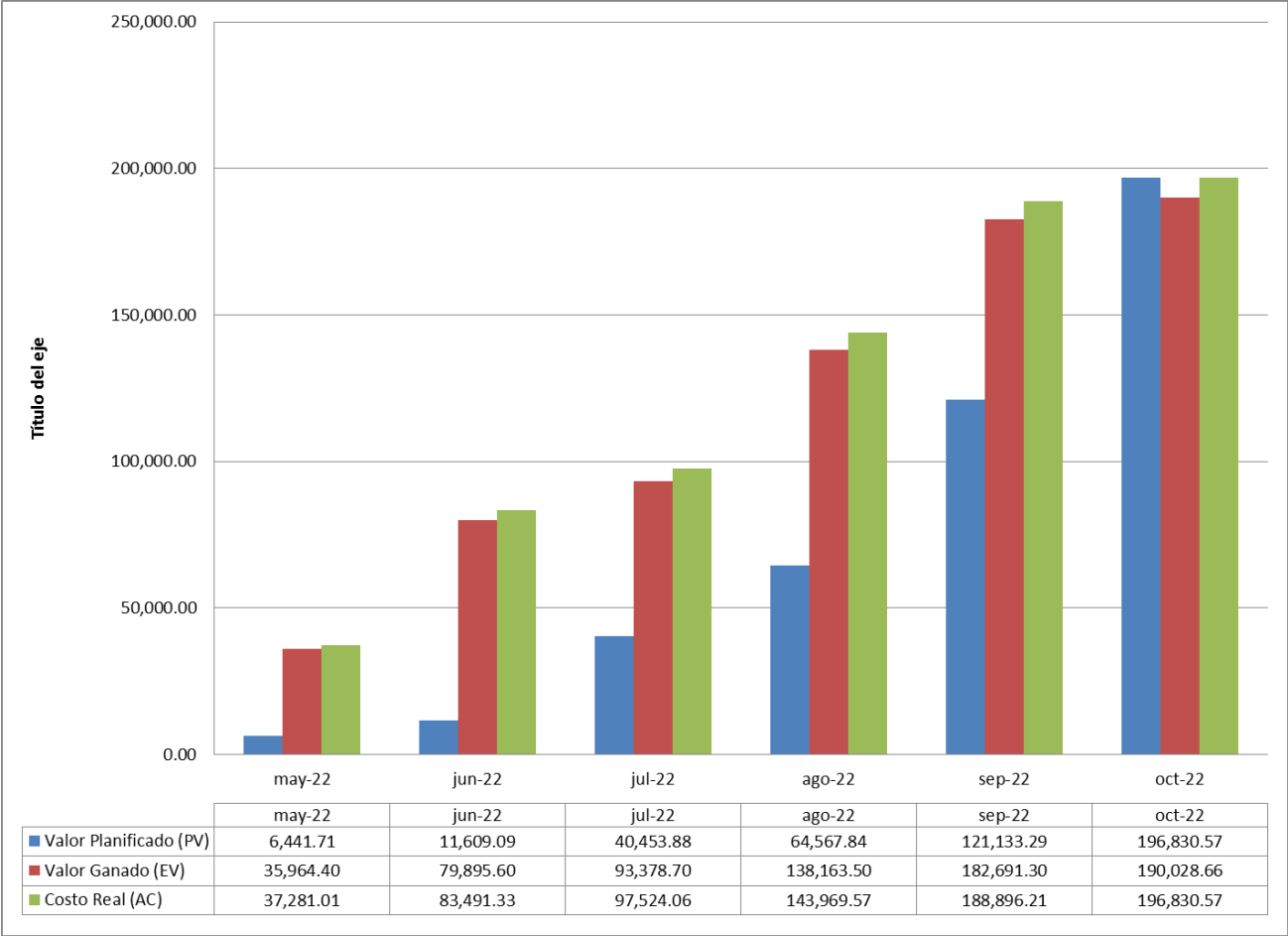
Gráfico 19: Comparación de Curvas S



Fuente: Elaboración propia, 2023

En el gráfico 20 se presenta la comparación de la inversión programada versus lo valorizado y el costo real del mismo mediante el análisis puntual de cada periodo.

Gráfico 20: Análisis de flujos por mes valorizado



Fuente: Elaboración propia, 2023

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En ésta sección se relacionan los resultados de la investigación con el marco teórico, la hipótesis y la propia investigación.

5.1.1. Rendimiento de la Mano de Obra

Una vez calculados los valores del Valor Planificado (PV), Valor Ganado (EV) y Costo Real (AC); se procedió a realizar la evaluación de la evolución de los costos tomando como referencia los datos acumulados mensualmente, según la programación y el presupuesto. En la tabla 16 se detallan los parámetros utilizados para la discusión de los resultados:

Tabla 16: Parámetros Método Valor Ganado

TERMINO	DENOMINACION	FORMULA	CRITERIO
Variación del Cronograma	SV: Schedule Variation	$SV = EV - PV$	SV = 0: A Tiempo SV > 0: Adelanto. SV < 0: Atraso.
Variación del Costo	CV: Cost Variation	$CV = EV - AC$	CV = 0: En Costo CV > 0: Ahorro CV < 0: Sobrecosto
Índice de Desempeño del Cronograma	SPI: Schedule Performance Index	$SPI = EV / PV$	SPI = 1: Igual al Plan SPI > 1: Mayor al Plan SPI < 1: Menor al Plan
Índice de Desempeño de Costos	CPI: Cost Performance Index	$CPI = EV / AC$	CPI = 1: Igual al Presupuesto CPI > 1: Mayor al Presupuesto CPI < 1: Menor al Presupuesto
Índice de Desempeño Global	CSI: Cost-Schedule Index	$CSI = CPI \times SPI$	CSI > 0.9: Ok 0.8 < CSI < 0.9: Chequear CSI < 0.8: Alerta

Fuente: Elaboración Propia 2023, con información del Método del Valor Ganado PMI.

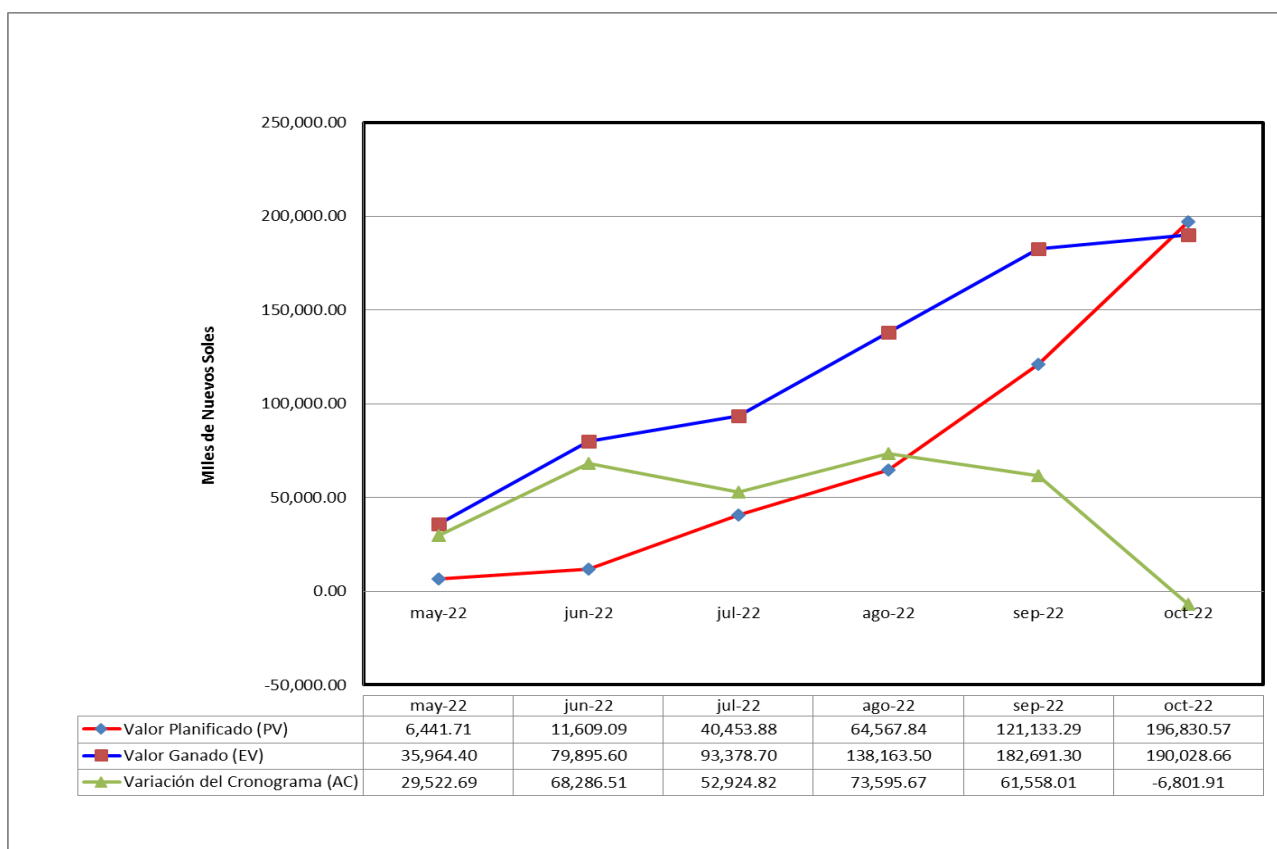
Tabla 17: Indicadores de Variación y Productividad del Costo

COSTO TOTAL DE LA MANO DE OBRA DE LAS PARTIDAS SELECCIONADAS (BAC)						196,830.57	
Mes		may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22
Valor Planificado (PV)		6,441.71	5,167.38	28,844.79	24,113.96	56,565.46	75,697.28
Valor Ganado (EV)		35,964.40	43,931.20	13,483.10	44,784.80	44,527.80	7,337.36
Costo Real (AC)		37,281.01	46,210.32	14,032.73	46,445.51	44,926.65	7,934.38
Valor Planificado Acumulado	PV	6,441.71	11,609.09	40,453.88	64,567.84	121,133.29	196,830.57
Valor Ganado Acumulado	EV	35,964.40	79,895.60	93,378.70	138,163.50	182,691.30	190,028.66
Costo Real Acumulado	AC	37,281.01	83,491.33	97,524.06	143,969.57	188,896.21	196,830.57
Variación del Cronograma	SV	29,522.69	68,286.51	52,924.82	73,595.67	61,558.01	-6,801.91
Variación del Costo	CV	-1,316.61	-3,595.73	-4,145.36	-5,806.07	-6,204.91	-6,801.91
Índice de Rendimiento del Cronograma	SPI	5.58	6.88	2.31	2.14	1.51	0.97
Índice de Rendimiento del Costo	CPI	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97
Índice de Rendimiento Global	CSI	5.39	6.59	2.21	2.05	1.46	0.93

Fuente: Elaboración Propia, 2023

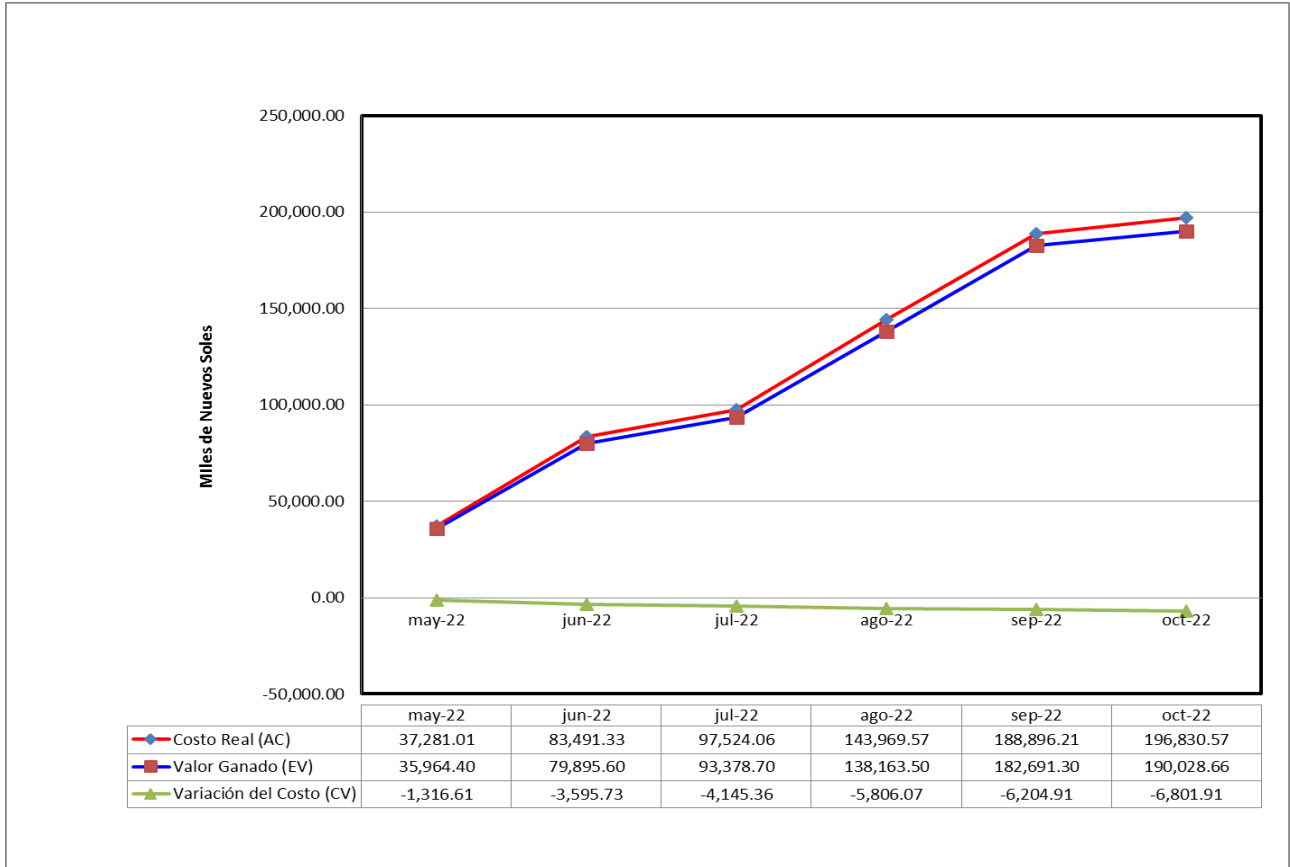
En los gráficos 21, 22 y 23 se presenta gráficamente los resultados presentados en el cuadro anterior.

Gráfico 21: Variación del Cronograma (SV)



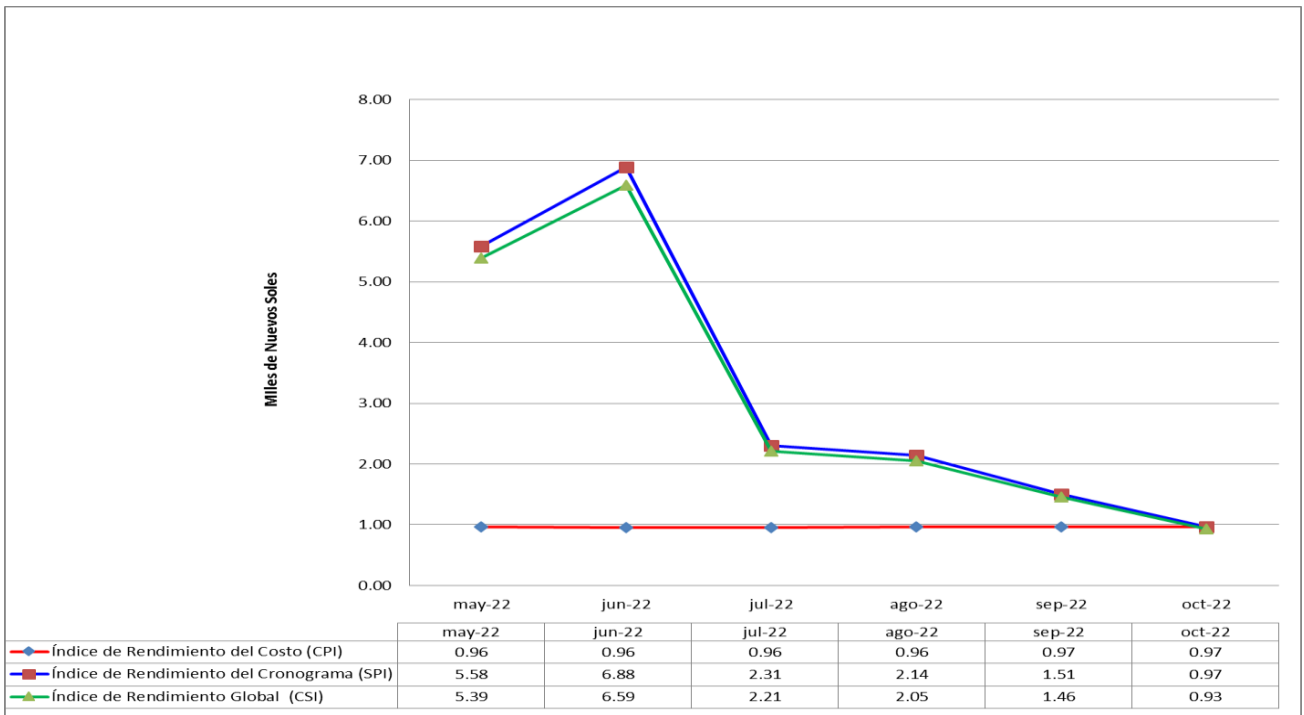
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 22: Variación del Costo (CV)



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 23: Índices de Rendimiento



Fuente: Elaboración Propia, 2023

El análisis realizado de la representación gráfica de los resultados presentada permite realizar el control del rendimiento de la mano de obra a través de la determinación de las variaciones y los indicadores de rendimiento, además de los parámetros de evaluación siguiente:

Tabla 18: Parámetros para la interpretación de resultados

Datos obtenidos		Cronograma		
		SV>0 y SPI>1	SV=0 y SPI=1	SV<0 y SPI<1
Costos	CV>0 y CPI>1	Antes de lo previsto Bajo presupuesto.	En lo previsto. Bajo presupuesto.	Atrasado de lo previsto. Bajo presupuesto.
	CV=0 y CPI=1	Antes de lo previsto En lo presupuestado.	En lo previsto. En lo presupuestado.	Atrasado de lo previsto. En lo presupuestado
	CV<0 y CPI<1	Antes de lo previsto. Sobre costos.	En lo previsto. Sobre costos.	Atrasado de lo previsto. Atrasado de lo previsto.

Fuente: PMI (2005). Practice Estandar for Earned Value Management

En función a los resultados y los parámetros directrices para la interpretación se establece lo siguiente:

- Los resultados de la Variación del Cronograma - SV (indicador positivo) en los cinco primeros meses de ejecución de las partidas seleccionadas determinan que los trabajos realmente ejecutados estuvieron adelantados con respecto a lo planificado.
- Los resultados de la Variación del Costo – CV (El indicador negativo) en los seis meses de control de las partidas seleccionadas indican que el presupuesto total no se incrementó, por el contrario generó un ahorro del 3.5% del presupuesto de la mano de obra de las partidas seleccionadas.

- Los resultados del Índice de Rendimiento del Costo ($SPI > 1$), en la mayoría de los meses controlados determina que durante la etapa de ejecución de la obra los trabajos fueron culminados oportunamente de acuerdo a lo programado.
- Los resultados del Índice de Rendimiento del Costo ($CPI < 1$), en los 6 meses controlados determinan que la empresa contratista ha gastado realmente entre S/ 0.96 y 0.97 soles por cada S/. 1.00 sol pagado por los trabajos ejecutados según las valorizaciones.
- Los resultados del Índice de Rendimiento Global ($CSI > 0.90$), en los 6 meses controlados determinan que el rendimiento global del aporte de la mano de obra en las partidas seleccionadas ha sido eficiente.

5.1.2. Factibilidad de implementación del método del Valor Ganado

Luego de la aplicación del metodo del valor ganado en una obra de construcción y evaluado las condiciones para adecuar procesos que faciliten la implementación se determina la factibilidad técnica y financiera del uso de la metodología del Valor Ganado para optimizar costos durante la ejecución de una obra de edificación.

Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica para la implantación del método del Valor Ganado se sustenta en las mejoras implantadas en base a las deficiencias encontradas en los procesos de control aplicadas actualmente por la empresa constructora evaluada basados basicamente en los aspectos que inciden negativamente sobre el rendimiento del proyecto, sobre todo en la incidencia del costo de las partidas mas significativas.

Las principales ventajas que obtendrían las empresas constructoras tras la aplicación de la técnica del valor ganado como proceso de control, se sustenta en la mejora en la comunicación entre áreas, la mejora en el orden del trabajo, el crecimiento profesional del personal y el control del flujo de trabajo.

Factibilidad Financiera

La factibilidad financiera para la implantación del método del Valor Ganado se sustenta en la optimización de costos en el proceso de ejecución de obras.

Además de que la inversión requerida para la implementación es accesible y se sustenta en los beneficios financieros y utilidades en comparación con el monto total del proyecto.

Tabla 19: Inversión Requerida para la Implantación del Metodo del Valor Ganado

ACTIVIDAD	REQUERIMIENTO PARA IMPLEMENTACIÓN	INVERSIÓN
Creación del Área de Producción	Capacitación de un Profesional que sea el responsable de coordinar la implementación de las nuevas herramientas y gestionar la información de productividad desde las obras a la oficina central.	S/. 10,000.00
Capacitación y Asistencia Técnica	Capacitación del Staff profesional, técnico y obrero, Directivos y Gerentes de la empresa (Incluye material de estudio).	S/. 5,000.00
Incentivos que Promuevan la Implementación	Establecer bonos de productividades por el buen desempeño del recurso humano en todos los niveles y reconocimientos al personal por el cumplimiento de metas y objetivos.	S/. 3,500.00
Requerimientos Adicionales	Adquisición de mobiliario tales como pizarras para la evaluación del desempeño y análisis de productividad, materiales, equipos, herramientas, maquinaria, etc.	S/. 2,500.00
INVERSION REQUERIDA PARA LA IMPLEMENTACIÓN		S/. 21,000.00

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Con los resultados presentados en la tabla precedente es posible determinar el porcentaje de incidencia de la inversión requerida para la implantación del método del valor ganado versus el presupuesto de la obra materia de estudio.

En ese sentido considerando que el presupuesto total de la obra asciende a S/ 5,060,613.45 soles y la inversión estimada para la implantación es de S/ 21,000.00 soles, la incidencia es el 0.41% del presupuesto, lo cual es factible considerando las ventajas y beneficios en términos financieros ya que se garantizaría la utilidad objetivo.

5.2. CONCLUSIONES

- La aplicación de herramientas de gestión de proyectos basadas en los fundamentos de dirección del PMI permite controlar el rendimiento de la mano de obras en edificaciones mejorando los parámetros de eficiencia mediante adecuados procesos de planeamiento y control.
- La evaluación cualitativa y cuantitativa del proceso de control del rendimiento de la mano de obra efectuados a la obra materia de estudio, proporcionan el marco necesario para evaluar la situación actual del mismo, identificar las fallas o puntos clave de mayor deficiencia del proceso y sus causas, así como determinar los requerimientos actuales de dicho proceso y finalmente definir una solución adaptada a las necesidades de la empresa constructora estudiada y su entorno interno y externo.
- El uso de herramientas de gestión de proyectos PMI desde la concepción del proyecto y la adecuada definición del alcance produce beneficios al mismo, un control de las partidas seleccionadas asegura la ejecución exitosa del proyecto desde el inicio hasta su culminación.
- La aplicación del método del Valor Ganado propiciará la implantación de un proceso de control ordenado y estructurado, permitiendo cumplir con las expectativas de ganancias de las empresas constructoras, mediante el aporte de capacidades para agilizar y mejorar sustancialmente las utilidades de los proyectos que tengan a su cargo, además de proporcionarle beneficios técnicos, operativos, financieros y organizacionales.

5.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la técnica del Valor Ganado ya que ésta metodología proporciona herramientas de primera mano para la toma de decisiones oportunas, que permiten llevar a buen término un proyecto. Su implementación, es factible técnica y financieramente ya que no implica grandes inversiones y garantiza grandes beneficios en términos de productividad y eficiencia.
- Es recomendable controlar el rendimiento de las obras mediante la aplicación de métodos y técnicas innovadoras, identificando los requerimientos de los proyectos actuales y proponer la implantación de herramientas de gestión de proyectos para contribuir a la mejora continua del sector construcción.
- Se recomienda que los profesionales responsables de dirigir y ejecutar obras fortalezcan sus capacidades en cuanto a los fundamentos para la gestión de proyectos basados en estándares de calidad certificadas internacionalmente con la finalidad de incrementar los índices de productividad en las edificaciones.
- Se recomienda estructurar los proyectos de tal manera que sean ejecutables y que se pueda tener en gran medida la certeza que podrá ser ejecutado cumpliendo los requerimientos de los clientes, con riesgos controlados y mitigados adecuadamente, garantizando además que el costo, calidad y tiempo sean los necesarios y óptimos para el proyecto a ejecutar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUTISTA, María Eugenia (2009). “Manual de Metodología de la Investigación”. Tercera Edición. Editorial TALIP, Caracas – Venezuela.
- BRICEÑO BALAREZO, Omar Orlando. (2003). “Implantación del Sistema de Planeamiento y Control de Costos por Procesos para Empresas de Construcción”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Lima – Perú.
- CARTAY, I. (1991). “Planificación y control de proyectos”. Universidad del Zulia, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, Maracaibo – Venezuela.
- CCORAHUA CHIRINOS, Elizeo (2016). Tesis Titulada: “Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio Residencial Torre del Sol” – Universidad Andina del Cusco – Perú.
- CHAVEZ RUIZ, Jonatan Rogelio (2018). Tesis Titulada “Implementación de la Metodología del Valor Ganado para Controlar los Costos de una Obra Conexa en la Minera Cerro CORONA, 2017” – Universidad Nacional de Trujillo – Perú.
- CONTRERAS COMETIVOS, Jesenia Isabel (2020). Tesis Titulada “Control de productividad de la mano de obra en el proyecto mejoramiento integral de las condiciones básicas en la I.E. N° 0292, Tabalosos - Lamas - San Martín; 2019” – Universidad Científica del Perú.
- DAVID, FRED. (1994), “La Gerencia Estratégica”. (9na Edición). Fondo Editorial LEGIS. Bogotá – Colombia.
- DURÁN QUEROL, Rodolfo M. (2014). “Gestión y Dirección de Empresas Constructoras” (3ra Edición). Fondo Editorial ICG-Perú.

- GELOS ALFARO, Juan Pablo (2018). En su Tesis Titulada: “Modelo de gestión y control de mano de obra basado en fundamentos de dirección de proyectos PMBOK, para constructora dedicada a edificación en altura en la V Región” – Universidad Técnica Federico Santa María de Chile.
- GHIO CASTILLO, Virgilio (2001), “Productividad en Obras de Construcción: Diagnóstico, Crítica y Propuesta”, Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú.
- GOLDRATT, Eliyahu M. / COX, Jeff (1998), “La Meta, Un Proceso de Mejora Continua”. Segunda Edición, Ediciones Castillo –Monterrey México.
- GONZALES Y ALVARADO (2015), “Optimización de costos utilizando la herramienta de gestión de proyectos en edificios multifamiliares”. Tesis para optar el título de ingeniero civil – Universidad de San Martín de Porres – Lima – Perú.
- GOMES, A. (2004), “Análisis del Valor Ganado”. Ponencia presentada en la II Jornada de Gerencia de Proyectos, Bogotá.
- HERNANDEZ SAMPIERI, C. Roberto / FERNANDEZ OLLADO, Carlos / BAPTISTA LUCIO, Pilar, (1991), “Metodología de la Investigación”, Cuarta Edición Mc Graw – Hill Interamericana de México. S.A. de D.F. – México.
- MORAL MARTÍN, Luis Valentín (2017). Tesis Titulada: “Aplicación del método del valor ganado en proyectos de obra pública” – Universidad de Oviedo – España.
- LORA ZORRILLA, Saulo Jesús (2014). Informe de Suficiencia Titulada: “Metodología de control de productividad en la mano de obra en proyectos de construcción” – Universidad Nacional de Ingeniería - Perú.
- PADILLA BONILLA, Alejandra Amada (2016). Tesis Titulada: “Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR” - Instituto Tecnológico - Costa Rica.

- PADILLA MALDONADO, Joel (2015). Tesis Titulada: “Mejora del control del rendimiento en edificaciones usando el método del valor ganado: Caso Grupo Empresarial de Tarapoto” – Universidad Nacional de Ingeniería – Perú.
- PÁEZ, C. (2003). “Planificación y control del tiempo”. Universidad Católica Andrés Bello, Publicaciones UCAB, Dirección de Postgrado, Gerencia de Proyectos, Caracas – Venezuela.
- PALACIOS, L. (2000). “Principios esenciales para realizar proyectos, un enfoque Latino”. Segunda Edición, Publicaciones UCAB – Venezuela.
- PEREZ Y CASTRO (2016). Tesis Titulada “propuesta para el control de costos de materiales incidentes de edificaciones multifamiliares aplicado a la obra condominio Nuevo Alcazar” – Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Perú.
- PEREZ DEL AGUILA, Wilder y DAVILA RUIZ, Johnny Karon (2022). Tesis Titulada “Optimización de costos en obras de construcción utilizando el método del Valor Ganado, Tarapoto 2021” – Universidad Científica del Perú.
- PRESTO, Soft. (2004) “El método de las Desviaciones de Avance y Coste (Earned Value Management) en el contexto español. Recuperado el 22 de Julio de 2004, de <http://www.soft.es/pages/documentos/articulos/EVMS.HTM>
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2004). “Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)”. Tercera Edición, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 – EE.UU.
- RIVERA PEÑA, Carlos Fernando. (2012). “Guía de Aplicación del Método del Valor Ganado como Sistema Integral de Control, Seguimiento y Supervisión de Obras”. Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Civil, Bucaramanga – Venezuela.

- SÁNCHEZ CÁCERES, Carlos Enrique (2019). Tesis Titulada “Gestión del Valor Ganado para Mejorar el Control de Costos y Tiempo en Obras Civiles en la Refinería la Pampilla (Período 2016-2017)” – Universidad Nacional Federico Villareal – Perú.
- VARGAS PORTILLO, Héctor Leonel (2020). Tesis Titulada “Aplicación del método del valor ganado para administrar proyectos de construcción” – Universidad de El Salvador.