

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2514>

## Diseño de metodología del valor ganado para optimizar el desempeño de la instalación de puentes modulares

Design of earned value methodology to optimize the installation performance of modular bridges

**Jéssica Paipay Casas**

Jessica.paipay.c@uni.pe  
<https://orcid.org/0009-0004-5150-9525>  
Universidad Nacional de Ingeniería  
Lima – Perú

**Alcides Joo Aguayo**

ajoo@uni.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0002-8459-8489>  
Universidad Nacional de Ingeniería  
Lima – Perú

Artículo recibido: 02 de agosto de 2024. Aceptado para publicación: 17 de agosto de 2024.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### Resumen

En el presente estudio se verificó el grado de optimización del desempeño en el marco de las guías ANSI EIA 748 y PMBOK para la instalación de puentes modulares. Esta problemática surgió de la ausencia de información oportuna para determinar el estado real del desempeño en la instalación de puentes modulares en un determinado tiempo, el objetivo fue diseñar una metodología del valor ganado para optimizar el desempeño de la instalación de puentes modulares. La investigación fue del tipo aplicada, de nivel correlacional, de diseño experimental de corte cuasiexperimental. La muestra fue de tipo censal. Los instrumentos que se aplicaron fueron la lista de verificación del valor ganado para medir el nivel de desempeño y los formatos para los reportes semanal, quincenal y mensual. Para el diseño de la investigación se realizó un diagnóstico preliminar que sirvió de referencia al medir el grado de influencia al optimizar el desempeño en la instalación de puentes modulares, para el desarrollo de la metodología se utilizó la guía ANSI EIA 748 y la guía PMBOK, en la aplicación de la metodología del valor ganado se mide el nivel de optimización del desempeño en la instalación de los puentes modulares. Se concluyó que el nivel alcanzado en el desempeño de la metodología del valor ganado (post test) fue de un 90% frente a un 11% obtenido en el diagnóstico preliminar (pre test).


*Palabras clave:* valor ganado, desempeño, diseño, metodología, puentes modulares

### Abstract

In this study, the degree of performance optimization was verified within the framework of the ANSI EIA 748 and PMBOK guides for the installation of modular bridges. This problem arose from the absence of timely information to determine the real state of performance in the installation of modular bridges in a given time. The objective was to design an earned value methodology to optimize the performance of the installation of modular bridges. The research was of the applied type, correlational level, with a quasi-experimental experimental design. The sample was of the census type. The instruments that were applied were the earned value checklist to measure the level of performance and the formats for the weekly, biweekly and monthly reports. For the design of the research, a

preliminary diagnosis was made that served as a reference when measuring the degree of influence when optimizing performance in the installation of modular bridges. For the development of the methodology, the ANSI EIA 748 guide and the PMBOK guide were used. In the application of the earned value methodology, the level of performance optimization in the installation of modular bridges is measured. It was concluded that the level achieved in the performance of the earned value methodology (post test) was 90% compared to 11% obtained in the preliminary diagnosis (pre test).

*Keywords:* earned value, performance, modular bridge, metrics

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Cómo citar: Paipay Casas, J., & Joo Aguayo, A. (2024). Diseño de metodología del valor ganado para optimizar el desempeño de la instalación de puentes modulares. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (4), 3558 – 3587. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2514>

## INTRODUCCIÓN

En Perú, debido a los fenómenos climáticos (inundaciones) ocurridos en el 2017 aproximadamente 400 puentes fueron dañados de la Red Vial Sub Nacional, para ello el gobierno peruano ha considerado la instalación de puentes Bayle y restaurar las comunicaciones entre las comunidades afectadas (Alvarado D., 2017).

La demanda de este tipo de proyectos de infraestructura genera que las empresas del rubro tengan que mejorar su desempeño, a través de una propuesta técnica económica adecuada, que le permita obtener utilidades y satisfacer las necesidades del cliente y de los usuarios.

En la Región Puno, existen 4 puentes modulares ubicados en los distritos de Lampa, Huancané, Ayaviri y Santa Rosa, los que fueron instalados entre los meses agosto a diciembre del 2022 (SE@CE 3.0-Buscador Público, 2023), estos proyectos especiales de ejecución de obra de infraestructura de transporte descentralizado, solo utilizan la proyección de la curva S, el cual se presenta en las valorizaciones mensualmente, esto no le permite tener un control eficiente de la proyección precisa de su desempeño del costo y tiempo. Asimismo, se evidencia que los residentes de obras o líderes de las empresas contratistas, no cuentan con habilidades técnicas, ni experiencia en control de costos y tiempo, no tienen conocimiento del uso de la técnica del valor ganado que le permita a la gerencia tener información oportuna para la toma de decisiones estratégicas.

En los proyectos de instalación de puentes modulares, se evidencian que presentan la ausencia de uso de una metodología y de herramientas de gestión de control de costos y tiempo, los contratistas ejecutores no realizan mediciones de control desempeño en la ejecución de sus actividades. Especialmente ocurren los problemas en la ejecución de la partida de movimiento de tierra, a pesar de que existe un presupuesto asignado, los contratistas ejecutores no lo ejecutaron en primera instancia de acuerdo a lo previsto, solo cuando se realizan anotaciones en el cuaderno por parte del supervisor sobre las observaciones en dicha partida contractual, recién procedieron a subsanar las observaciones generando retrasos en la obra.

Esta situación del no cumplimiento de ejecución dentro del plazo contractual del sub presupuesto de accesos, de las partidas de relleno con material de préstamo, afirmado y transporte y eliminación de material excedente, debido a la ausencia y desconocimiento de una metodología de control de costos y tiempo no pueden realizar las mediciones de su desempeño.

La investigación presenta el problema general ¿Cómo diseñar una metodología del valor ganado para optimizar el desempeño de la instalación de puentes modulares?

Esta investigación se justifica debido a que permitirá demostrar que mediante la aplicación de la metodología del valor ganado es posible optimizar el desempeño de los costos y tiempos, al definir los objetivos, las metas que se quiere alcanzar como ser una empresa diferenciada mejorando su competitividad, esto generará una mayor rentabilidad empresarial. Asimismo, al dar solución al problema de investigación, se brindará un mejor servicio y se logrará cumplir con las expectativas del cliente y de los usuarios. También se emplea como guía para futuras investigaciones por los resultados obtenidos, ya que no se cuenta con información exclusivamente en puentes modulares para medir el desempeño en estos tipos de proyectos de corta duración, al contener pautas que son adaptadas a las necesidades de cada empresa.

El objetivo general de la investigación fue diseñar una metodología del valor ganado para optimizar el desempeño en puentes modulares, como objetivos específicos fueron realizar el diagnóstico preliminar del control de proyectos, desarrollar y aplicar una metodología del valor ganado todo ellos referidos a optimizar el desempeño en puentes modulares.

La hipótesis planteada fue el diseño de una metodología del valor ganado que optimizará el desempeño de la instalación de puentes modulares.

De las investigaciones realizadas por Pazmiño (Pazmiño & Calle, 2021) refiere que las causas de los retrasos en los proyectos de construcción son los sobrecostos y los retrasos en el tiempo de ejecución. Viles (Viles y otros, 2018) refiere que la causa de los retrasos en la ejecución de los proyectos de construcción se debe a la mano de obra, financieros y de diseño, los cuales generan sobrecostos a los proyectos. Asimismo, de las evaluaciones de las investigaciones de Mejía et al. (Mejía-Aguilar y otros, 2022), Doloit et al. (Doloi y otros, 2012) han demostrado que los sobrecostos se dan en tanto en los países desarrollados y en los países en desarrollo, siendo los países desarrollados mayores que en los de vía en desarrollo. Inclusive los proyecto que utilizan software en gestión de proyectos como lo reporta Hameed et al. (Hameed & Abdul, 2014) en su investigación aún presentan sobrecostos en los proyectos.

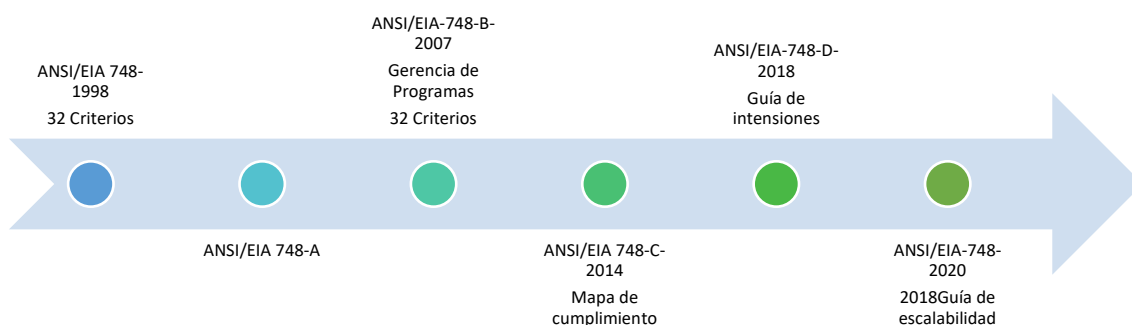
Una de las técnicas utilizada para el desempeño de los proyectos es la ANSI/EIA 748, presenta 32 lineamientos, constituido por 3 elementos el valor planeado, el valor ganado y el costo actual, contempla indicadores de desempeño, de variación y de pronóstico (NDIA ANSI EIA-748 - Standard for Earned Values Management System Intent Guide, 2005). Otra de las técnicas usualmente utilizadas es la guía PMBOK, conformada por procesos, cada proceso está conformado por entradas, por herramientas y técnicas y por salidas (Project Management Institute, Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (sexta edición), 2017).

La técnica del valor ganado nace por la necesidad de contar con una metodología que pueda controlar el desempeño de los proyectos.

La guía de Intenciones 748 es una de la metodología utilizada para medir el desempeño de los proyectos. A continuación, se presentan las versiones del ANSI/EIA 748 a través del tiempo (figura 1).

**Figura 1**

*Línea de Tiempo*



Otras de las metodologías para medir el desempeño es la de la guía PMBOK, también se muestra su evolución a través del tiempo (figura 2).

**Figura 2**

*Línea de Tiempo Guía PMBOK*



**Fuente:** adaptado de (Jayo, 2020).

## **DESARROLLO**

### **Valor ganado**

La gestión del valor ganado es un método de gestión del desempeño, facilita el análisis y toma de decisiones (ISO 21508, 2018). Asimismo, “es una herramienta de gestión que integra el alcance, el cronograma y parámetros de costos del proyecto” (Wanner, Earned Value Management - 60 Minutes Compact Knowledge, 2021). Con la metodología del valor ganado se evalúa el avance, la proyección y el desvío del proyecto en relación a su línea base por lo que las partes interesadas podrán tomar decisiones estratégicas oportunas referente a la situación actual del proyecto (Moreno, 2018). La metodología del valor ganado analiza la línea base del desempeño con la línea base real tanto del cronograma como la de costos (Royero y otros, 2022).

Un sistema de gestión del valor ganado es un conjunto de procedimientos, herramientas y métodos para establecer y mantener el control de un proyecto o programa (ISO 21508, 2018), la metodología está conformada por 5 categorías tales como: organización; planificación, programación y presupuesto; consideraciones contables; informes de análisis y gestión; revisión y mantenimiento de datos y los 32 lineamientos establecidos en la (NDIA ANSI EIA-748 - Standard for Earned Values Management System Intent Guide, 2005). Asimismo, el método del valor ganado es una decisión estratégica de la alta gerencia para el control del proyecto, su aplicación es a través de indicadores de desempeño (costo y tiempo) que permiten conocer el desenvolvimiento del proyecto para tomar decisiones adecuadas (Teixeira y otros, 2020).

En las investigaciones de (Netto y otros, 2020) y de (Przywara & Rak, 2021) verifican que el valor ganado muestra información oportuna en el momento requerido sobre el estado actual del proyecto, asimismo, reporta las variaciones y realiza proyecciones sobre el proyecto. El estudio de (Proaño-Narváez y otros, 2022) determinó que el valor ganado es una técnica apropiada para el análisis del costo de los proyectos. Asimismo, la investigación de (Cristancho y otros, 2022) demostró la eficacia de los indicadores de cronograma y alcance de un periodo a otro en el departamento de planeación de la escuela militar de suboficiales Sargento Inocencio Chincá. El estudio de Priyo realizado en Indonesia (Earned Value Management System in Indonesian Construction Projects, 2021) también confirma que el método del valor ganado realiza estimaciones de costo y tiempo en tiempo real y con proyecciones a futuro. (Netto y otros, 2020) encuentra a la capacitación y al grado de madurez como factores de éxito en la técnica del valor ganado. El estudio de (Bagherpour y otros, 2019) identifica que la

“inestabilidad del mercado de la construcción” y los indicadores macroeconómicos” como los factores que afectan al éxito del valor ganado.

A continuación, se muestra en la figura 3, la jerarquía de las definiciones del valor ganado, mencionados en el Estándar EVMS EIA-748.

**Figura 3**

*Jerarquía de los Términos*



**Fuente:** adaptado de (Wanner, Earned Vue Management - 60 Minutes Compact Knowledge, 2021).

Se confirma la eficacia de la aplicación del valor ganado con algunos estudios realizados por Sánchez (Sánchez, 2019) demostró que con la implementación de la gestión del valor ganado se logró obtener una mejora en el desempeño de costo y tiempo de una obra civil en la Refinería la Pampilla; Hanco (Hanco y otros, 2019) demostró que obtuvo un adecuado manejo de la metodología del valor ganado en la construcción de puentes sobre intercambios viales; Ulloa (Ulloa, 2021) demostró que con la técnica del valor ganado se pudo conocer el estado actual y su proyección de cada actividad de trabajo del proyecto en proyecto de construcción en su etapa de ejecución para empresas pequeñas y medianas; Cacho (Cacho, 2021), demostró que el nivel de desempeño aplicando el valor ganado en la empresa constructora Vargas E.I.R.L. mejoró notablemente, logrando estabilizar los indicadores de tiempo y costos; Núñez (Núñez & Díaz, 2021) demostró que logró la mejora en el proceso de control del proyecto vial, por medio de la una estandarización de procedimientos e indicadores del valor ganado en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Quilca – Matarani; Alvarado (Alvarado, 2022), demostró que con la aplicación del valor y cronograma ganado se logró determinar retrasos, adelantos, sobrecostos, ahorros, la eficiencia y proyecciones del proyecto en Dicoma construcción; Cholán (Cholán, 2022), demostró las variaciones existentes con la gestión de costos y tiempos en la ejecución del proyecto Home Green, debido al incremento de la valoración total de la obra; Dupperly (Dupperley y otros, 2022) diseñó el sistema de gestión de valor ganado para el grupo empresarial Proyectar Ingeniería S.A.S, asimismo, para la implementación y validación de la metodología se tomó un proyecto en ejecución por la empresa; Malpica (Malpica y otros, 2022) demostró que con el análisis de los indicadores se encontraron desvíos en el presupuesto afectando el alcance y cronograma; Royero (Royero y otros, 2022), diseñó e implementó una herramienta de valor ganado (EVM) para un

proyecto de alcantarillado de la empresa, la cual fue automatizada, que ayudó a que la organización evite sobrecosto, retrasos e incumplimiento en el alcance.

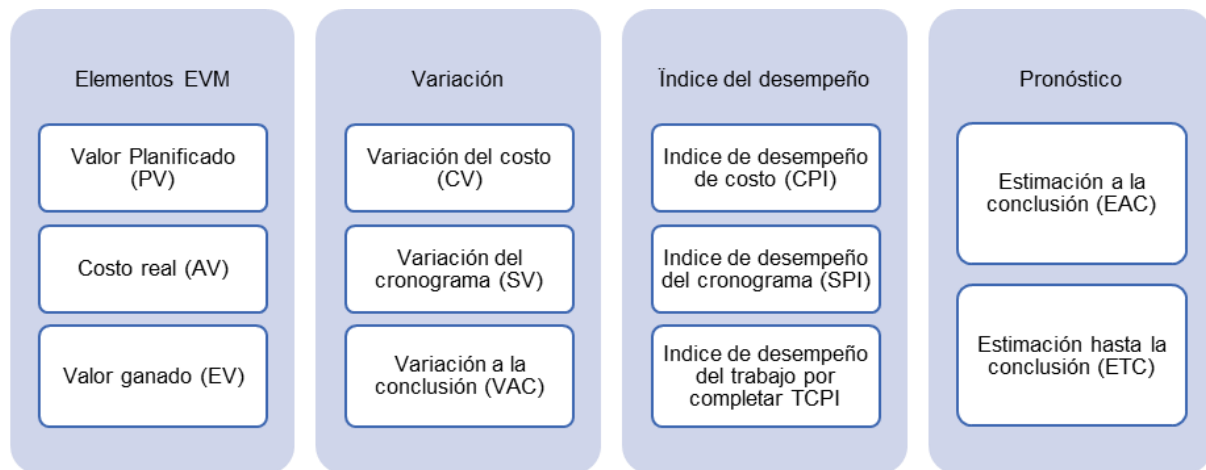
Por lo que la investigadora concluye que el valor ganado es una de las técnicas para el control de costos y tiempo de un proyecto, integra las dimensiones del alcance, cronograma y costos, asimismo, representa el rendimiento actual y estima las desviaciones futuras del proyecto, a través de indicadores de desempeño, así como proyecciones de costos finales y a fecha de término del proyecto.

### Métricas

Se utilizan para medir el desempeño y el progreso de un proyecto. Se realizan los cálculos a partir de los tres elementos del valor ganado: el valor planificado (PV), el costo real (AC) y el valor ganado (EV), para calcular las variaciones, los índices de desempeño y los pronósticos, como se muestra en la figura 4.

**Figura 4**

*Métricas de Gestión del Valor Ganado*



**Fuente:** adaptado de (Mármol, 2019).

### Variaciones

En la tabla 1 se muestra las probabilidades de ocurrencia de las curvas tanto de la variación del cronograma, de la variación de costos y de la variación a la conclusión. Las posibilidades son que puedan estar debajo, igual o encima de la curva BAC.

**Tabla 1**

*Análisis del Valor Ganado*

| Variación    | Leyenda                      | Análisis                                       |
|--------------|------------------------------|--|
| SV = EV - PV | SV= Variación del cronograma | Si el SV < 0, adelanto respecto al cronograma. |
|              | EV= Valor ganado             | Si el SV = 0, igual al cronograma.             |
|              | PV = Valor planeado          | Si el SV > 0, retraso respecto al cronograma.  |
| CV = EV - AC | CV= Variación del costo      | Si el CV < 0, menor costo planificado.         |
|              | EV= Valor Ganado             | Si el CV = 0, igual al costo planificado.      |
|              | AC= Costo real               | Si el CV > 0, mayor costo planificado.         |

|                |                                      |   |
|----------------|--------------------------------------|---|
| VAC= BAC - EAC | VAC= Variación a la conclusión       | Si el VAC < 1, indicará el sobrecoste en el que hemos incurrido para terminar el proyecto.    |
|                | BAC= Presupuesto ta la conclusión    | Si el VAC = 1, indicará que el coste de nuestro proyecto a quedado por debajo del presupuesto |
|                | EAC= Presupuesto hasta la conclusión | Si el VAC > 1, la actividad o el proyecto tiene un costo real menor al presupuestado.         |

**Fuente:** adaptado de (Abreu et al., 2018, p.114).

### Índices del desempeño

En la tabla 2 se muestra las probabilidades de ocurrencia de las curvas tanto del índice del cronograma, del índice de costos y del índice a la conclusión. Las posibilidades son que puedan estar debajo, igual o encima de la curva BAC.

**Tabla 2**

*Análisis de los Índices de Desempeño*

| Desempeño                      | Legenda   | Análisis  |
|--------------------------------|---|---|
| SPI=EV/PV                      | SPI= Índice del desempeño   | Si el SPI menor a 1, la actividad o el proyecto está retrasado respecto a lo planeado.  |
|                                | EV = Valor Ganado   | Si el SPI es igual a 1, la actividad o el proyecto está al día según lo planeado.   |
|                                | PV= Valor Planeado  | Si el SPI es mayor a 1, la actividad o el proyecto está adelantado respecto a lo planeado.  |
| CPI = EV / AC                  | CPI = Índice del desempeño  | Si el CPI < 1, la actividad o el proyecto tiene un costo real mayor al presupuestado.   |
|                                | EV = Valor Ganado   | Si el CPI = 1, la actividad o el proyecto tiene un costo real igual al proyectado.  |
|                                | AC = Costo real   | Si el CPI > 1, la actividad o el proyecto tiene un costo real menor al presupuestado.   |
| TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC) | TCPI = Índice del desempeño del trabajo por completar<br>BAC= Presupuesto a la conclusión<br>AC= Costo real<br>EV= Valor Ganado | Si el TCPI < 1, más difícil de completar, significa que hay holgura para gastar más, sin exceder el presupuesto del proyecto          |
|                                |   | Si el TCPI = 1, ajustado al cronograma, se prevé que el rendimiento del proyecto finalice tal como se había planificado               |
|                                |   | Si el TCPI > 1, es más fácil de completar, se debe mejorar la eficiencia de nuestros recursos para no exceder el presupuesto inicial. |

**Fuente:** adaptado de (Abreu et al., 2018, p.114).

### Pronósticos

En la tabla 3 se muestra los tipos de estimación a la conclusión y en la tabla 4 se muestra los tipos de la estimación a la conclusión. Las posibilidades son que puedan estar debajo, igual o encima de la curva BAC.



**Tabla 3**

*Estimación a la Conclusión*

| <b>Estimación hasta la conclusión</b>                | <b>Leyenda</b>                       |
|--|--------------------------------------|
| Escenario optimista<br>EAC = AC+BAC - EV             | EAC = Estimación a la conclusión     |
|  | AC = Costo real                      |
|  | BAC= Presupuesto a la conclusión     |
|  | EV = Valor ganado                    |
| Escenario Probable<br>EAC = BAC / CPI                | EAC = Estimación a la conclusión     |
|  | BAC = Presupuesto a la conclusión    |
|  | CPI = Índice del desempeño del costo |
| Escenario pesimista<br>EAC = AC+(BAC-EV) / (CPI*SPI) | EAC = Estimación a la conclusión     |
|  | AC = Costo real                      |
|  | EV = Valor ganado                    |
|  | SPI= Índice del desempeño            |
|  | CPI = Índice del desempeño del costo |
| EAC esperado   | EACesp = (EACop+4EACpob+EACpes)/6    |

**Fuente:** adaptado de (Laureano, 2019).

**Tabla 4**

*Estimación hasta la Conclusión*

| <b>Estimación a la conclusión</b> | <b>Variación</b> | <b>Leyenda</b>   |
|-----------------------------------|------------------|--|
| ETC = BAC - AC                    | Atípica          | ETC = Estimación hasta la Conclusión<br>BAC = Presupuesto a la conclusión<br>AC = Costo real   |
| ETC = (BAC - EV) / CPI            | Típica           | ETC = Estimación hasta la Conclusión<br>BAC = Presupuesto a la conclusión<br>EV = Valor Ganado<br>CPI = Índice del desempeño de costo      |
| ETC = (BAC - EV) / SPI            | Recomendado      | ETC = Estimación hasta la Conclusión<br>BAC = Presupuesto a la conclusión<br>EV = Valor Ganado<br>SPI = Índice del desempeño de cronograma |

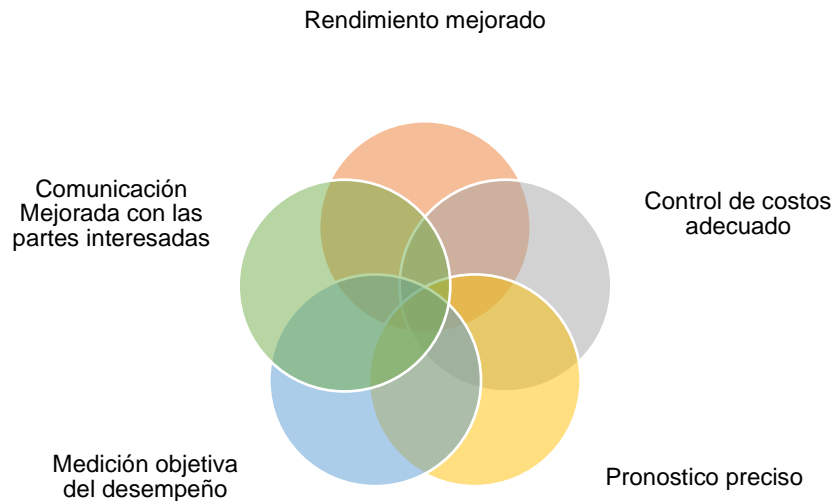
**Fuente:** adaptado de (Olarte et al., 2014, p. 40-41).

## Ventajas del valor ganado

En la figura 5 se muestran las ventajas del valor ganado que tenemos.

**Figura 5**

*Ventajas del Valor Ganado*



**Fuente:** adaptado de (Faster Capital, 2023).

## Desempeño

El desempeño es el efecto del esfuerzo individual o colectivo, el cual consiste en medir la eficiencia y la eficacia que alcanza la organización o individuo (Arca, 2023) (Arca, 2023). En este caso el desempeño es el rendimiento que alcanza la organización en la instalación de puentes modulares. Una de las metodologías más usadas para medir el desempeño es la del valor ganado.

## Puentes modulares

Son elementos prefabricados con soldadura en base a aceros estructurales en base a módulos de 3 m de longitud y 2.50 m de altura, son productos desarrollado que va desde los 12 m hasta los 60 m de largo (creciendo en módulos de 3 metros en 3 metros), tanto para una o dos vías. Las piezas se ensamblan y refuerzan según la luz de apoyo con pasadores (pines), cuando se trata de puentes de uso temporal, y con pernos de alta resistencia, cuando son definitivos. (Perú Construye, 2021).

Estos puentes modulares se caracterizan por ser instalados en periodos cortos de tiempo, pueden soportar la carga de diseño para el camión HL-93 del reglamento americano AASHTO LRFD, es decir cargas superiores a 45 Toneladas, con facilidad en el armado, poseen tableros metálicos con superficie antideslizante o de alta fricción para los neumáticos, salva obstáculos para luces de 15 a 57 metros de longitud (Provias Descentralizado, 2018). Como se muestra en la figura 6.

**Figura 6**

*Puente Modular Tipo BERD*



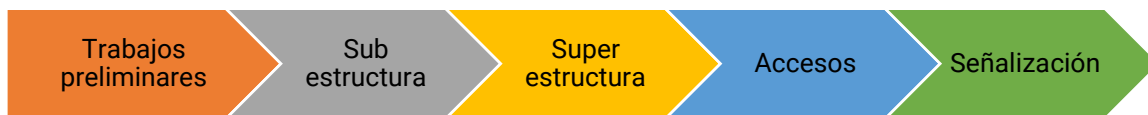
**Nota:** Puente modular tipo BERD de L= 56.00 m, A=4.00 m.

### Proceso constructivo

El proceso constructivo de la instalación de puentes modulares, consta de los siguientes procesos, el cual se muestran en la figura 7.

**Figura 7**

*Proceso Constructivo del Puente Modular Tipo BERD*



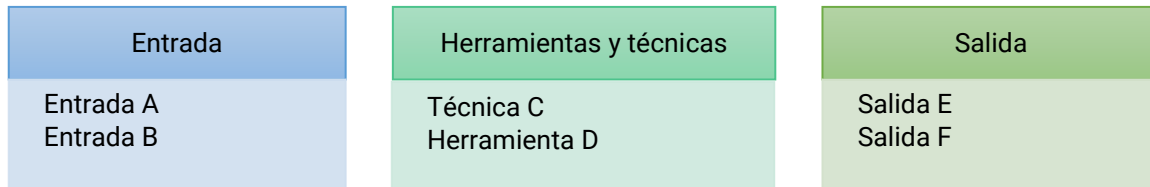
Los trabajos preliminares involucran la movilización y desmovilización de equipos, el control topográfico, el desbroce y limpieza del terreno, el mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial, el campamento, la demolición de estructuras de concreto y el transporte con la eliminación del material de demolición, el tiempo programado para los sub procesos fueron de 60, 60, 6, 60, 7, 14 y 14 días respectivamente. La sub estructura involucra la ejecución de la estructura de apoyo, el muro de contención, el parapeto, la losa de aproximación y el muro contra impacto en ambas márgenes del río, con una resistencia de  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , el tiempo programado para la ejecución fueron de 16, 13, 9, 7 y 5 días respectivamente. La superestructura involucra el transporte (puente y nariz) y el montaje y lanzamiento (puente y nariz) del puente modular, el transporte se realiza desde los almacenes del MTC (Lima) hacia el lugar de la obra, luego de instalado el puente se realiza la prueba del torque y finalmente la prueba de carga, el tiempo de transporte programado son de 39 días calendarios y para el montaje y lanzamiento 15 días calendarios. Los accesos lo conforman la excavación para explanaciones, el relleno con material de préstamo, el afirmado y el transporte y eliminación de material excedente, el tiempo programado fueron de 3 días para cada subproceso. La señalización está conformada por 2 señalizaciones informativas y 2 señalizaciones preventivas, cuyo tiempo programado fue de 1 día para ambos casos. El tiempo de ejecución contractual de la obra fue de 60 días calendarios.

**Proceso**

En la figura 8 se muestra un proceso según la dirección de proyectos, el cual está conformado por entradas, por salidas y por herramientas y técnicas, los cuales se relacionan entre sí en un proceso y con otros procesos.

**Figura 8**

*Proceso*



Fuente: Adaptado de Project Management Institute, Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), 2017).

**METODOLOGÍA**

La metodología de la investigación fue de tipo aplicada, ya que utiliza la teoría científica para adaptarla a la realidad en optimizar el desempeño en puentes modulares (Mendoza & Ramirez, 2020), con un enfoque cuantitativo, para analizar los datos recolectados de las mediciones realizadas para medir el nivel de conocimiento de la metodología del valor ganado alcanzado (Álvarez, 2020), con diseño no experimental, ya que las variables no son manipuladas (Rodríguez, 2020), de corte longitudinal ya que se realiza la medición en diferentes un momentos de la investigación (Vásquez y otros, 2023), de nivel correlacional, ya que se intenta determinar cómo se relacionan las variables independientes con la dependiente (Polanía y otros, 2020), se utilizó la técnica de observación, se aplicó la lista de cotejo, para medir el nivel de cumplimiento de la metodología del valor ganado y se reportó el análisis de los datos recolectados en diferentes periodos de tiempo a través de los formatos de reporte de personal, equipos y semanal. La muestra lo conformaron 15 colaboradores que participaron en la instalación del puente modular caracterizada por: residente, asistente de residente, asistente de seguridad, ssoma, topógrafo, administrador, supervisor. Los datos se consolidaron en tablas a través de cifras porcentuales y se procesaron a través del estadístico SPSS versión 27. Se determinó que los datos son paramétricos al realizarse la prueba de normalidad y al tener la muestra menor de 30 datos, se aplicó la prueba paramétrica de Shapiro Wilk, donde se demostró la relación de causa efecto entre las variables con la prueba de T- Student.

En la figura 10 se muestra la estructuración del diseño de la metodología del valor ganado, en base a la guía de intenciones EIA-748-D-sistema de gestión del valor ganado para establecer las directrices del EVM y la guía PMBOK sexta edición para establecer los procesos (entradas, herramientas y salidas). La investigación desarrolló el valor ganado para proyectos pequeños, el cual no requiere la aplicación de los 32 lineamientos del EVMS, debido a que el nivel detalle no es igual al de un proyecto grande y complejo (Asociación Industrial de Defensa Nacional (NDIA), 2020). La estructura de la metodología está conformada por 5 categorías (organización, planificación, consideraciones contables y análisis).

**Figura 10**

*Estructura de Metodología del Valor Ganado*



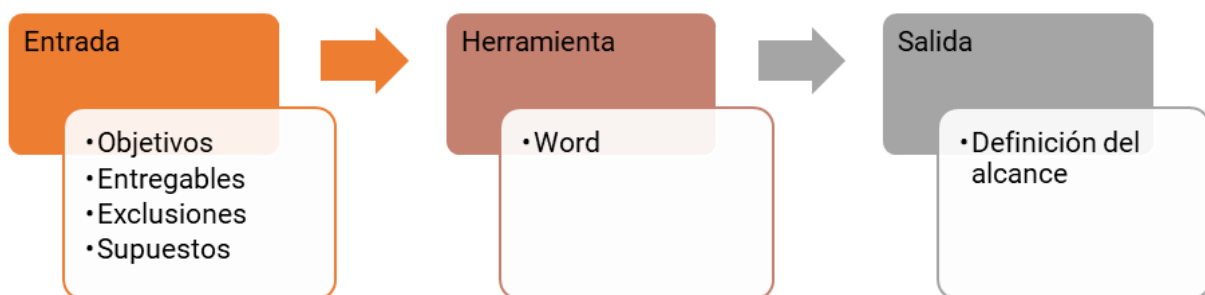
**Fuente:** adaptado de (Earned Value Management Systems EIA-748 -B Intent Guide, 2018).

**Organización**

Conforma el alcance, el EDT, el diccionario del EDT y la OBS. Ver figura 11.

**Figura 11**

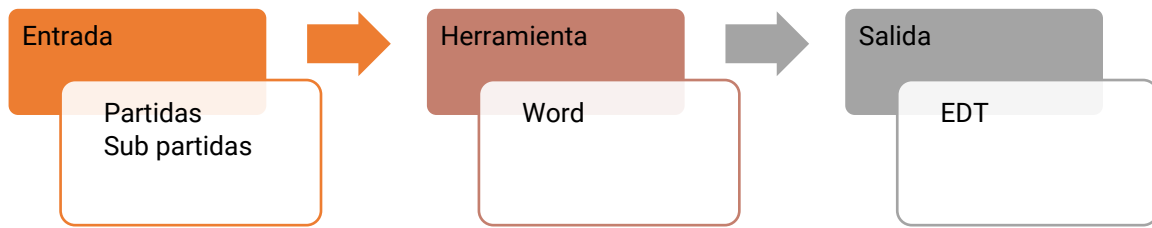
*Proceso del Alcance*



En la figura 12 El proceso del alcance se definió el formato del alcance, el cual incluye objetivos, entregables, exclusiones y supuestos. El alcance se comunica a todos los involucrados.

**Figura 12**

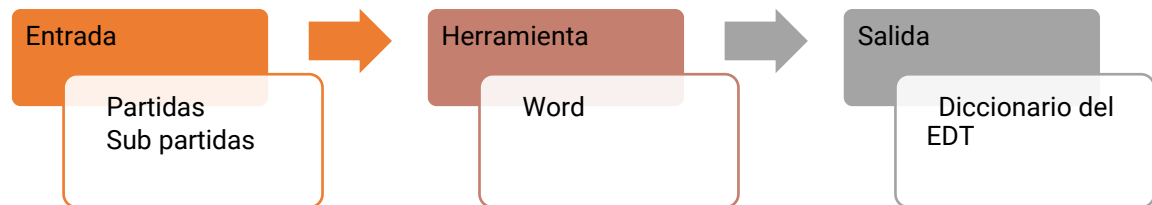
*Proceso de Desglose del Trabajo (EDT)*



En la figura 13 La estructura de desglose del trabajo se realizó en base a las partidas del presupuesto contractual, es decir en base al presupuestado ofertado en la licitación y se adjunta con la firma del contrato.

**Figura 13**

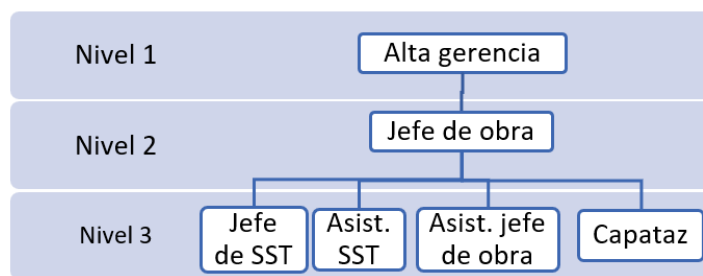
*Proceso del Diccionario del (EDT)*



En la figura 14 se muestra el nivel jerárquico de la obra la cual lo conforma el primer nivel por el gerente general, el segundo nivel el jefe de obra, en el tercer nivel lo conforma el jefe de seguridad, el asistente de seguridad, el asistente de residente y el capataz.

**Figura 14**

*Nivel Jerárquico*



## Planificación

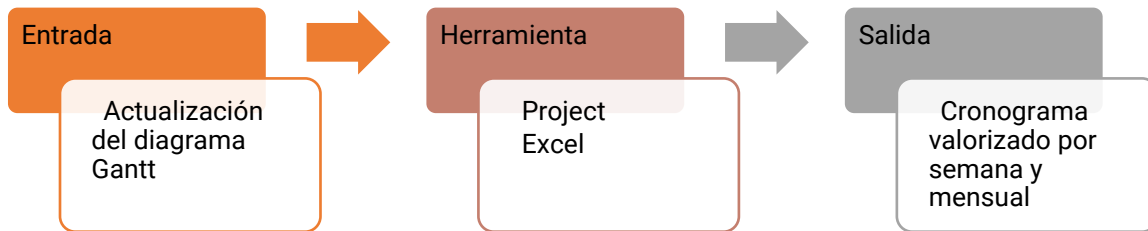
Lo conforma la programación y los hitos

En la figura 15 se muestra la programación del proyecto, este se encuentra dentro del expediente técnico el cual es colgado en la página de la Organización para la Seguridad y Cooperación en Europa (OSCE) en el proceso de licitación, el ganador de la buena pro procede a la actualización, el cual es

aprobado por la supervisión de obra si este se encuentra debidamente actualizado para luego ser enviado a la entidad Provias Descentralizado.

**Figura 15**

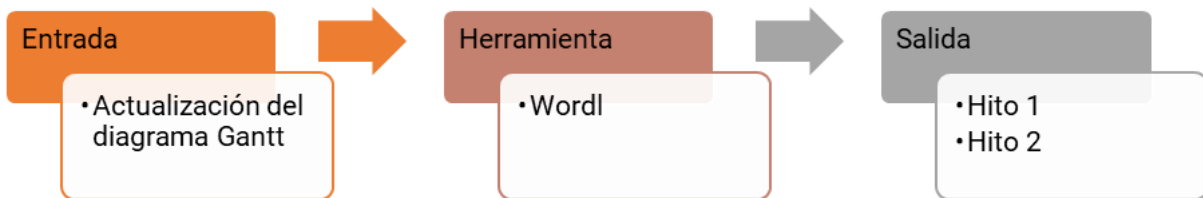
*Proceso del Cronograma*



En la figura 16 se muestra el proceso de hitos.

**Figura 16**

*Proceso del Hitos*

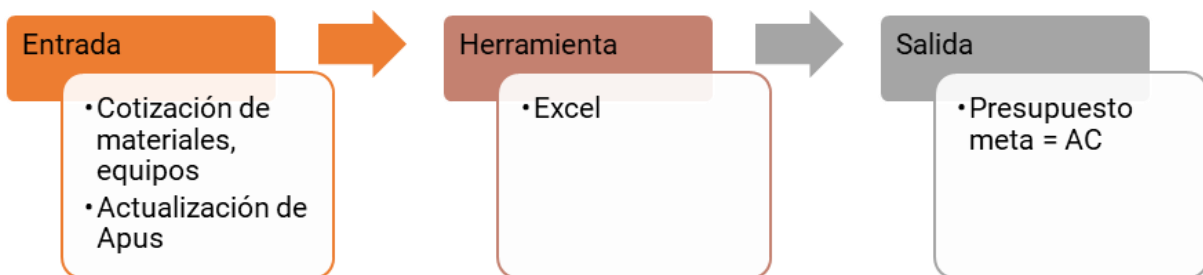


### Consideraciones contables

En la figura 17 se muestra la estimación de costos, este se realiza a través de cotizaciones de los recursos, por lo que se actualiza el presupuesto y este se convierte el presupuesto meta, es decir se obtienen los valores para el costo actual (AC).

**Figura 17**

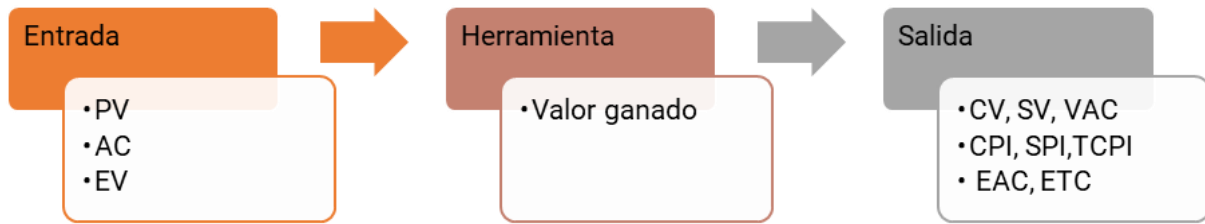
*Proceso de Estimación de Costos*



En la figura 18 se muestra que el proceso de análisis tiene como entrada al valor planeado (PV), costo actual (AC) y valor ganado (EV), teniendo como herramienta el valor ganado y como salida las métricas: varianzas (variación del costo (CV), variación del cronograma (SV), variación a la conclusión (VAC)), índices del desempeño (índice de costos (CPI), índice del tiempo (SPI), índice del trabajo por completar (TCP)) y pronósticos (estimación a la conclusión (EAC), estimación hasta la conclusión (ETC)).

**Figura 18**

*Proceso de Análisis*



### Revisión y actualización de datos

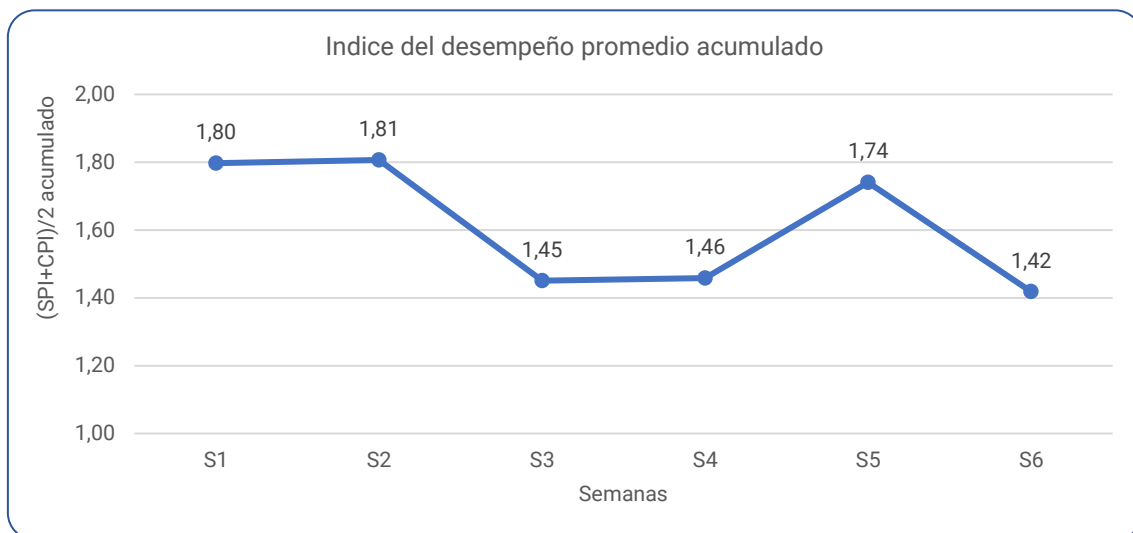
En este caso se utiliza cuando hay cambios en la línea base del proyecto, usualmente sucede cuando hay cambios en el alcance.

### RESULTADOS

El estudio analizó la variable dependiente: desempeño, donde se utilizaron los elementos y métricas del valor ganado. En el gráfico 1 se muestra la tendencia del índice del desempeño promedio acumulado del costo y del tiempo reportado semanalmente, varía en el rango de 1.80 a 1.42. Empieza con 1.80 en la semana 1 y termina con 1.42 en la semana 6, lo que reporta mayores gastos en los costos que en los establecidos en el presupuesto contractual.

**Gráfico 1**

*Tendencia del Desempeño Promedio Acumulado*



En la tabla 5 se reportan los datos del SPI, CPI y del desempeño promedio acumulado semanalmente, donde se muestra que el promedio más alto es en la semana 2 con 1.81, seguido de en la semana 1 con 1.80 y de la semana 5 con 1.74, la tendencia continúa decreciendo en la semana 4 con 1.46, en la semana 5 con 1.45 hasta la semana 6 con 1.42.



Se evidencia que después de desarrollar la metodología del valor ganado para la empresa de instalación de puentes modulares la empresa ahora ya puede contar con información oportuna para la toma de decisiones de las partes interesadas.

**Tabla 5**

*Desempeño Promedio Acumulado*

| Semanas     | S1   | S2   | S3   | S4   | S5   | S6   |
|-------------|------|------|------|------|------|------|
| SPI         | 2.61 | 2.64 | 1.95 | 1.94 | 2.2  | 1.64 |
| CPI         | 0.98 | 0.97 | 0.95 | 0.98 | 1.28 | 1.20 |
| (SPI+CPI)/2 | 1.80 | 1.81 | 1.45 | 1.46 | 1.74 | 1.42 |

El estudio analizó la variable independiente: metodología del valor ganado, conformado por 3 dimensiones: diagnóstico preliminar, desarrollo de la metodología y aplicación de la metodología del valor ganado. Para el diagnóstico preliminar y final se utilizó el pre test y el post test, asimismo, se emplearon los formatos de reporte diario, semanal y mensual para reportar el valor ganado.

En la tabla 6 se evidencia que el nivel alcanzado de desempeño, en los resultados del pre test se obtuvo solo un 11%, a diferencia del post test que alcanzó un mayor porcentaje siendo de 90%. Asimismo, se muestra que el desempeño con metodología del valor ganado todas las fases tienen un nivel máximo de intervención del 20%. Asimismo, se muestra que en el pre test la organización y la planificación alcanzaron un 5%, el análisis alcanzó un 0%, las condiciones contables y la revisión de datos alcanzaron un 0%, por lo tanto los resultados alcanzados sobre el desempeño no obtienen un resultado positivo. En el resultado del post test se muestra que las condiciones contables y la revisión de datos mejoraron en un 15%, es de suma importancia contar con los reportes de gastos realizados para alimentar a los análisis de precios unitarios y general el presupuesto meta, ya que son la base para poder determinar los índices del desempeño, las variaciones y los pronósticos del desempeño en la instalación de puentes modulares, la organización, la planificación y el análisis alcanzaron el 20%.

**Tabla 6**

*Reporte del Desempeño*

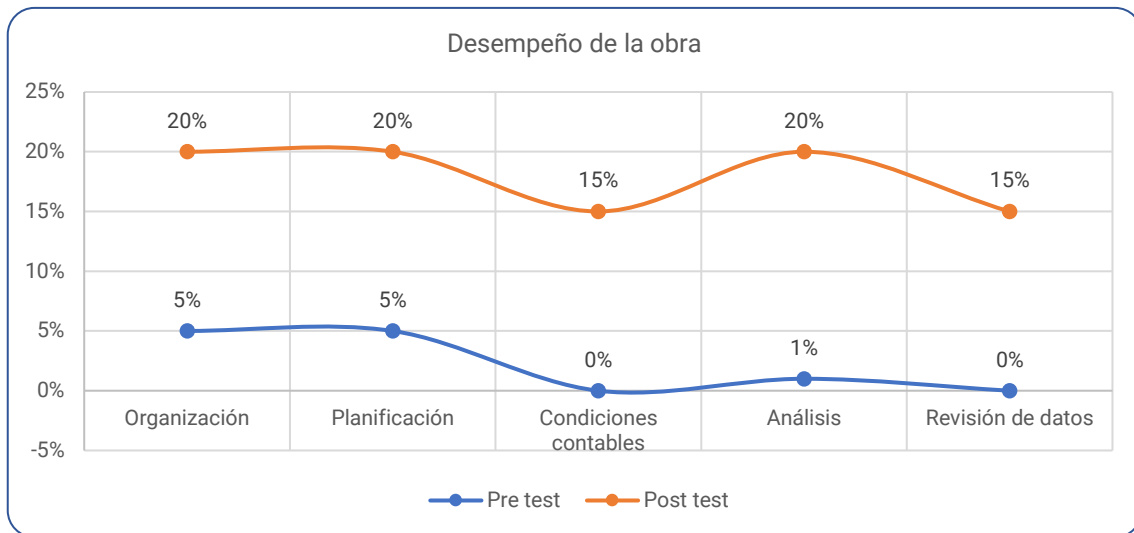
| ítem                         | Criterios             | % intervención | Pre test    | Post test  |
|------------------------------|-----------------------|----------------|-------------|------------|
| 1                            | Organización          | 20%            | 5%          | 20%        |
| 2                            | Planificación         | 20%            | 5%          | 20%        |
| 3                            | Condiciones contables | 20%            | 0%          | 15%        |
| 4                            | Análisis              | 20%            | 1%          | 20%        |
| 5                            | Revisión de datos     | 20%            | 0%          | 15%        |
| <b>Nivel de cumplimiento</b> |                       | <b>100 %</b>   | <b>11 %</b> | <b>90%</b> |

En el gráfico 2 del pre test se muestra que la organización y la planificación alcanzaron el 5%, el análisis alcanzó el 1%, las condiciones contables y la revisión de datos alcanzaron el 0%; en la empresa solo utilizaban el acta de entrega de terreno, el acta de inicio de obra, se actualizaba el cronograma valorizado a la fecha de inicio de obra y mensualmente se reportaban en las valorizaciones la curva S (programado Vs ejecutado) indicando si la obra se encontraba atrasada, adelantada o normal. Del post test se muestra que la organización, la planificación y el análisis alcanzaron el 20%, para ello se implementa el enunciado del alcance, EDT, diccionario de EDT, matriz RAM; se actualiza el cronograma a la fecha de inicio de ejecución contractual; asimismo se implementa la variación, índices de desempeño, pronósticos, respectivamente de cada indicador; las condiciones contables y la revisión de datos alcanzaron el 15% aquí se utilizó el presupuesto contractual y el 'presupuesto meta el cual se

implementó parcialmente; asimismo se implementó, pero no se aplicó en esta investigación respectivamente de cada indicador.

**Gráfico 2**

*Desempeño de la Metodología del Valor Ganado*



En el gráfico 3 se muestra los porcentajes de cada semana, la tendencia de la programación inicial acumulado o valor planificado (PV) es creciente, en la semana 1 se obtuvo el 2.42%, la semana 2 se obtuvo el 5.45%, en la semana 3 se obtuvo el 10.97%, en la semana 4 se obtuvo el 23.18%, en la semana 5 se obtuvo el 29.81%, en la semana 6 se obtuvo el 51.73%, en la semana 7 se obtuvo el 72.20%, en la semana 8 se obtuvo el 91.32%, en la semana 9 se obtuvo el 100%.

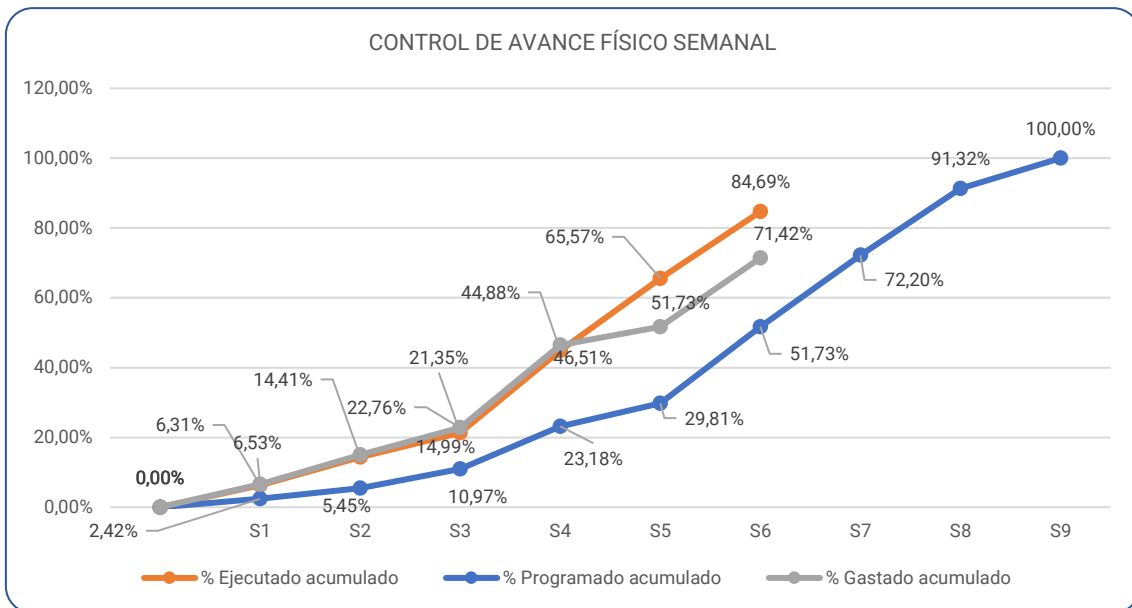
También se muestra el gasto acumulado o valor actual (AV), el corte se realizó en la semana 6, la tendencia del gasto acumulado o valor actual (AV) es creciente, en la semana 1 se obtuvo el 6.53%, la semana 2 se obtuvo el 14.99%, en la semana 3 se obtuvo el 22.76%, en la semana 4 se obtuvo el 46.51%, en la semana 5 se obtuvo el 51.73%, en la semana 6 se obtuvo el 71.42%.

De igual manera se muestra la programación ejecutada acumulado o valor ganado (EV), el corte se realizó en la semana 6, la tendencia de la programación ejecutada acumulado o valor ganado (EV) es creciente, en la semana 1 se obtuvo el 6.31%, la semana 2 se obtuvo el 14.41%, en la semana 3 se obtuvo el 21.35%, en la semana 4 se obtuvo el 44.88%, en la semana 5 se obtuvo el 65.57%, en la semana 6 se obtuvo el 84.67%. De los resultados obtenidos se evidencia que la curva del valor actual se encuentra por encima de la curva del valor ganado y del presupuesto programado, lo que reporta que se hay un sobrecosto en la ejecución de la obra.

Asimismo, se mencionan que los valores BAC, PV, EV, donde el BAC corresponde al presupuesto de la instalación de puentes modulares, cuyo monto es de S/. 757,506.42. El PV corresponde al valor planificado cuyo monto es de S/. 391,839.25, el AC corresponde al valor actual cuyo monto es de S/. 641,527.46 y el EV que corresponde al valor ganado cuyo monto es de S/. 541,045.70.

**Gráfico 3**

*Control de Avance Físico Semanal de PV, AC, EV*



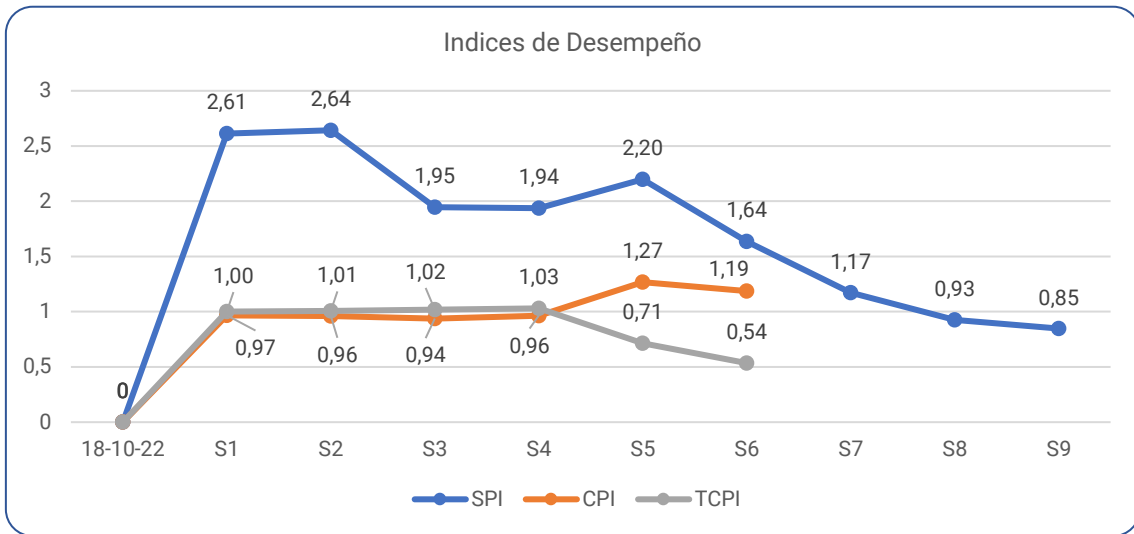
En la figura 21 se muestra que en la semana 1 el CPI es 0.97, es decir que por cada S/. 1 que gastamos obtuvimos de la entidad S/. 0.97 y se valorizó 47,826.12 gastando 49,459.29 (obra con sobrecosto); en la semana 2 el CPI es 0.96 es decir que por cada S/. 1 que gastamos obtuvimos de la entidad S/. 0.96 y se valorizó S/. 109,184.77 gastando S/. 113,570.54 (obra con sobrecosto); en la semana 3 el CPI es 0.94, es decir que por cada S/: 1 que gastamos obtuvimos de la entidad S/. 0.94 y se valorizó S/. 161,723.80, gastando S/. 172,411.27 (obra con sobrecosto); en la semana 4 el CPI es 0.96, es decir que por cada S/: 1 que gastamos obtuvimos de la entidad S/. 0.96, es decir se valorizó S/. 339,984.07, gastando S/. 352,327.32 (obra con sobrecosto); en la semana 5 el CPI es 1.27, es decir que por cada S/: 1 que gastamos obtuvimos de la entidad S/. 1.27 y se valorizó S/. 496,729.52, gastando S/. 391,879.36 (obra con sobrecosto); en la semana 6 el CPI es 1.64, es decir que por cada S/: 1 que gastamos obtuvimos de la entidad S/. 1.64 y se valorizó S/. 641,527.46, gastando S/. 541,045.70 (obra con sobrecosto).

Asimismo, se muestra que en la semana 1 el SPI es 2.61, es decir que por cada S/. 1 programado para valorizar dicha semana se está ejecutando 2.61 (proyecto adelantado); se muestra que en la semana 2 el SPI es 2.64, es decir que por cada S/. 1 programado para valorizar dicha semana se está ejecutando 2.64 (proyecto adelantado); se muestra que en la semana 3 el SPI es 1.95, es decir que por cada S/. 1 programado para valorizar dicha semana se está ejecutando 1.95 (proyecto adelantado); se muestra que en la semana 4 el SPI es 1.94, es decir que por cada S/. 1 programado para valorizar dicha semana se está ejecutando 1.94 (proyecto adelantado); se muestra que en la semana 5 el SPI es 2.61, es decir que por cada S/. 1 programado para valorizar dicha semana se está ejecutando 2.61 (proyecto adelantado); se muestra que en la semana 6 el SPI es 1.6, es decir que por cada S/. 1 programado para valorizar dicha semana se está ejecutando 1.6 (proyecto adelantado).

También, se muestra que en la semana 1 el TCPI es 1, es decir que se va a cumplir con el presupuesto y tiempo contractual y el rendimiento debe de ser del 100%, en la semana 2 el TCPI es 1.01 y el rendimiento debe ser de 101%, en la semana 3 el TCPI es 1.02 y el rendimiento debe ser de 102%, en la semana 4 el TCPI es 1.03 y el rendimiento debe ser de 103%, en la semana 5 el TCPI es 0.71 y el rendimiento debe ser de 71%, en la semana 6 el TCPI es 0.54 y el rendimiento debe ser de 54%.

**Gráfico 4**

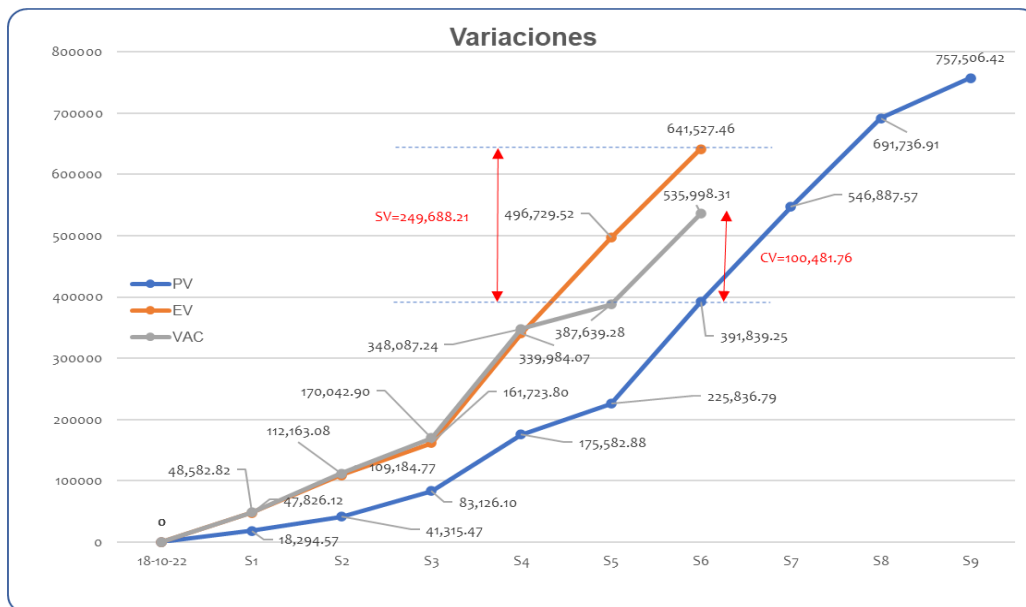
Índice de Desempeño SPI, CPI, TCPI



En el gráfico 5 se muestra que el valor ganado está por encima del valor programado, es decir que la obra se encuentra adelantada con un monto de S/. 249,688.21, y ejecutado con un costo de S/. 100,481.76 hasta la semana 6.

**Gráfico 5**

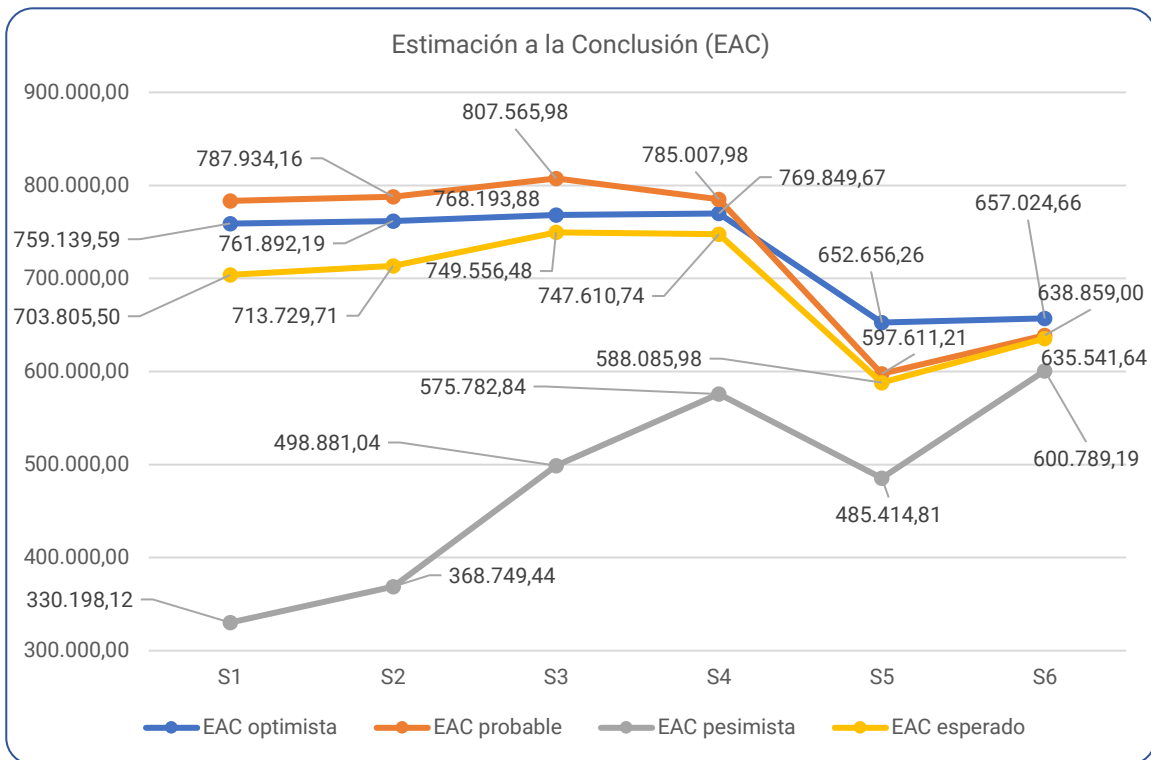
Variaciones SV, CV



En el gráfico 5 se muestran los cálculos obtenidos sobre la estimación a la conclusión (EAC), con las 3 tendencias del EAC (optimista, probable y pesimista) y el EAC esperado. Asimismo, se muestran la representación del EAC, siendo el EAC esperado = S/. 635,541.64, el cual se encuentra debajo del BAC = S/. 757,506.42, esto quiere decir que la obra se va a concluir sin déficit financiero.

**Gráfico 6**

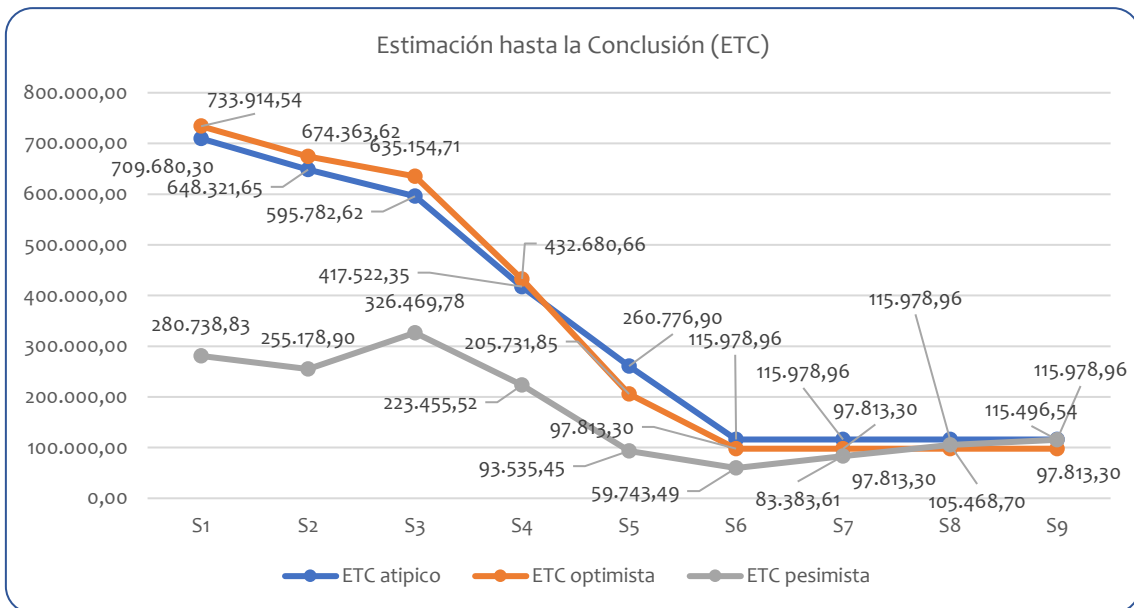
*EAC Optimista, EAC Probable, EAC Pesimista y EAC Esperado*



En el gráfico 7 se muestran los cálculos para la estimación hasta la conclusión (ETC), presentando las 3 tendencias (atípica, optimista y pesimista). Asimismo, se aprecia la tendencia del ETC, el cual indica cuánto se gastará para completar el proyecto, siendo el ETC optimista de S/.97, 813.30, el cual está debajo del ETC pesimista con S/. 115,496.54 y el ETC atípico se encuentra encima de todos con S/. 115,978. 96.

**Gráfico 7**

*ETC Optimista, ETC Probable, ETC Pesimista y ETC Esperado*



**DISCUSIÓN**

**Contrastación de la hipótesis**

Para la prueba de normalidad de la hipótesis, se declaró la hipótesis, se estableció el nivel de confianza = 95% y el nivel de significancia = 5%, se estableció la regla de decisión donde: Si  $p \leq 5\%$ , se rechaza  $H_0$  y si  $p > 5\%$ , se acepta  $H_0$ .

**Tabla 7**

*Declaración de Hipótesis*

| Hipótesis Estadística General   | Regla de decisión                  |
|---|------------------------------------|
| $H_0$ : El desempeño antes y después del diseño de la metodología del valor ganado tiene una distribución normal    | Si $p \leq 5\%$ , se rechaza $H_0$ |
| $H_a$ : El desempeño antes y después del diseño de la metodología del valor ganado no tiene una distribución normal | Si $p > 5\%$ , se acepta $H_0$     |

Con el uso del SPSS versión 27, se obtienen los resultados como se muestran en la tabla 8. Y en la figura 27 se muestra la tendencia de la distribución normal.

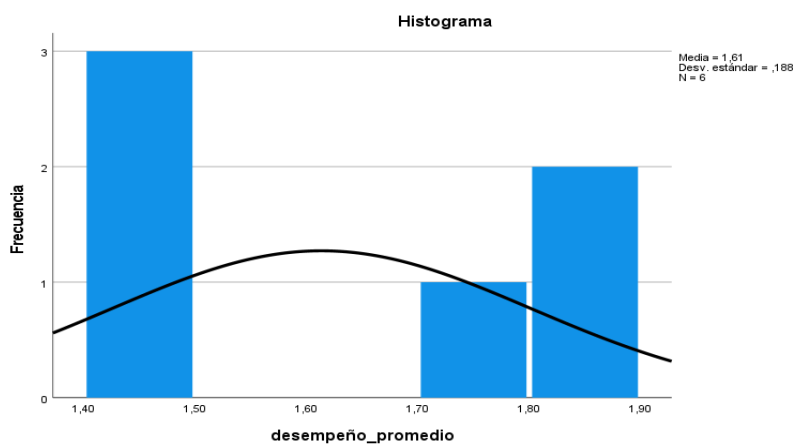
**Tabla 8**

*Prueba de Normalidad*

| Valor ganado                      | Shapiro-Wilk |    |      | Decisión<br>$p > \alpha, p \leq \alpha$ | Interpretación  |
|-----------------------------------|--------------|----|------|---|---|
|                                   | Estadístico  | gl | Sig. |   |   |
| (SPI+CPI)/2<br>Desempeño promedio | 0.788        | 6  | 0.46 | $0.46 > 0.05$                           | Acepto Ho, los datos tienen un comportamiento normal. |

**Gráfico 8**

*Distribución Normal del Desempeño Promedio Acumulado*



Del cálculo obtenido del desempeño promedio, este resultó mayor a 0.05, esto indica que los datos tienen una distribución normal. Asimismo, como la muestra es  $\leq 30$  datos, se utiliza el estadígrafo de Shapiro Wilk, para ello se utiliza la prueba paramétrica T-Student.

Para la prueba de T- Student para una muestra, se procesaron los datos en el programa SPSS versión 27, en la tabla 5 se muestra que se declaró la hipótesis, estableciéndose la regla de decisión donde: Si  $p \leq 5\%$ , se rechaza Ho y Si  $p > 5\%$ , se acepta Ho. Asimismo, se estableció el nivel de confianza del 95% y una significancia de 5%, Como se muestra en la tabla 9 .

**Tabla 9**

*Declaración de Hipótesis de Prueba T - Student*

| Hipótesis estadística |                               | Regla de decisión               |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Ho                    | Las varianzas son iguales.    | Si $p \leq 5\%$ , se rechaza Ho |
| Ha                    | Las varianzas no son iguales. | Si $p > 5\%$ , se acepta Ho     |

En la tabla 10 se muestran los resultados de la prueba de T- Student para una muestra.

**Tabla 10**

*Prueba T - Student*

|                                       | Estadístico | gl | Sig. | Decisión<br>$p > \alpha$ , $p \leq \alpha$ | Interpretación   |
|---------------------------------------|-------------|----|------|--|--|
| (SPI+CPI)/2<br>Desempeño<br>promedio  | 20.996      | 5  | 0.01 | $0.01 \leq 0.05$                           | Rechazó H0 (hipótesis nula) y acepto y acepto Ha, (hipótesis alterna) es decir las varianzas, son diferentes, por lo que refiere que si hay diferencias significativas en el desempeño de la instalación del puente modular.             |
| Diferencia<br>(Post test-Pre<br>test) | 14.00       | 4  | 0.01 | $0.01 \leq 0.05$                           | Rechazó H0 (hipótesis nula) y acepto y acepto Ha, (hipótesis alterna) es decir las varianzas, son diferentes, por lo que refiere que si hay diferencias significativas en el control del desempeño de la instalación del puente modular. |

El análisis inferencial se realiza por medio del programa SPSS versión 27, la prueba de normalidad se aplicó tanto para las hipótesis generales como para las hipótesis específicas. Y al tener la muestra menor de 30 datos y tener los datos un comportamiento normal, se aplicó la prueba de T-Student para muestras relacionadas, esto quiere decir que la muestra es tomada en dos momentos diferentes, para la hipótesis general, y la prueba Anova de un factor a las hipótesis específicas.

A continuación, en la tabla 11 se muestran las declaraciones de las hipótesis, el nivel de confianza=95%, el nivel de significancia=5%, y el establecimiento de la regla de decisión donde: Si  $p \leq 5\%$ , se rechaza Ho y Si  $p \geq 5\%$ , se acepta Ho.

**Tabla 11**

*Declaración de Hipótesis*

| Hipótesis General   | $\alpha = 0.05$    | Decisión                     |
|---|--------------------|------------------------------|
| H0= La cultura de seguridad antes y después, de la aplicación del SG-SST en la instalación del puente modular sigue una distribución normal.    | Si $p \leq \alpha$ | Se acepta H1, se rechaza H0. |
| H1= La cultura de seguridad antes y después, de la aplicación del SG-SST en la instalación del puente modular no sigue una distribución normal. | Si $p > \alpha$    | Se acepta H0, se rechaza H1. |



En la tabla 12 se muestran los resultados de la prueba de T-Student.

**Tabla 12**

*Prueba T - Student*

| Descripción | Shapiro-Wilk |    |       | Decisión                    | Interpretación  |
|-------------|--------------|----|-------|-----------------------------|---|
|             | Estadístico  | gl | Sig.  | $p > \alpha, p \leq \alpha$ |   |
| Pre_Test    | 0.804        | 30 | 0.000 | $0.000 \leq 0.05$           | Acepto H1, los datos del pretest no tienen un comportamiento normal.                            |
| Post_Test   | 0.916        | 30 | 0.021 | $0.021 \leq 0.05$           | Acepto H1, los datos del post test no tienen un comportamiento normal.                          |
| Diferencia  | 0.932        | 30 | 0.055 | $0.055 > 0.05$              | Acepto Ho, los datos a diferencia del post test y del pre test tienen un comportamiento normal. |

### **RECOMENDACIONES**

Replicar la metodología en futuros proyectos de puentes modulares, aplicándose desde un inicio los criterios del valor ganado para el éxito de los proyectos. Para continuar utilizando la metodología del valor ganado, se requiere que el residente de obra tenga conocimiento de la metodología del valor ganado para que pueda liderar la materia y poder ampliar la metodología en todos sus proyectos a nivel organizacional.

La próxima propuesta es implementar la técnica del Lean Construction y seguir mejorando el control de proyectos en los proyectos de puentes modulares.

Para la aplicación de la metodología, se requiere el uso de los formatos de forma adecuada de tal manera que al realizar el cruce de información no exista incongruencias, además se debe numerar los registros reportados.

Contar con el apoyo de la alta gerencia para el logro de los objetivos de la metodología del valor ganado. Capacitar al personal para el desarrollo adecuado durante la implementación de la metodología del valor ganado. Y contar con el asesoramiento de personal especializado para realizar el mantenimiento de la metodología.

### **CONCLUSIÓN**

Se logró optimizar el desempeño en la instalación de puentes modulares con la metodología del valor ganado, se obtuvo un 79% después de haber aplicado la metodología del valor ganado, lográndose una mejora del control de desempeño, con la estandarización de los procesos y aplicación de las métricas, demostrándose a través de la prueba de hipótesis con el estadístico T-Student, las diferencias significativas en las varianzas del desempeño promedio acumulado, es decir con la metodología propuesta la empresa ya cuenta con información oportuna para la toma de decisiones de las partes interesadas.

Se realizó el diagnóstico preliminar del control de proyectos de la instalación de puentes modulares, verificando que solo se utilizaba el valor planeado (PV), el valor ganado (EV) y el índice del desempeño de costos (CPI), en cual no le permitía contar con información idónea y precisa sobre el desempeño de la obra, esto se esquematiza a través del diagrama de flujo. Se realizó la verificación inicial del desempeño obteniéndose el 11%, según la metodología propuesta.

Se diseñó la metodología del valor ganado en base a la Guía de intenciones EIA-748-D-Sistema de Gestión del Valor Ganado, conformada por los 5 procesos: organización, planificación, consideraciones contables, análisis y revisión de datos, y en base a la guía PMBOK versión 6, cada criterio se consideró como un proceso el cual constaba de entrada, salida y de herramientas y técnicas. Para ello el personal debe contar con capacitación para poder desarrollar de forma adecuada la información, a través de la estandarización de los procesos.

Se aplicó la metodología del valor ganado en base a la propuesta de la metodología del valor ganado, lográndose estandarizar los procesos de control de proyectos en la instalación de puentes modulares, aplicándose las métricas de variación (SV, CV y VAC), desempeño (SPI, CPI Y TCPI) y pronósticos (ETC y EAC), para la toma de decisiones de las partes interesadas, la investigación se realizó desde la semana 1 a la semana 6,. Asimismo, se realizó la verificación del nivel de cumplimiento a través del check list de valor ganado obteniéndose el 90% de cumplimiento.

## REFERENCIAS

Alvarado, A. J. (2022). Propuesta de Implementación de la metodología de Valor Ganado y Cronograma Ganado como herramienta para el Control del Costo y Plazo de proyectos de DICOMA CONSTRUCCIÓN. Revista del Instituto tecnológico de Costa Rica escuela de ingeniería en construcción. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14278>

Alvarado, D. (11 de mayo de 2017). Conoce la importancia de los puentes modulares de Áncash y La Libertad. El Comercio. <https://www.nitro.pe/el-urbano/conoce-la-importancia-de-los-puentes-modulares-de-ancash-y-la-libertad.html>

Álvarez, A. (2020). Clasificación de las Investigaciones. <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%20%20%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Arca, J. (21 de octubre de 2023). LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/concepto-del-desempe%C3%B1o-jorge-antonio-arca>

Asociación Industrial de Defensa Nacional (NDIA). (2020). Earned Value Management Systems Guideline Scalability Guide (revisión 2 ed.). <https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/2535991/NDIA%20IPMD%20Earned%20Value%20Management%20System%20Guideline%20Scalability%20Guide.pdf>

Bagherpour, M., Khaje, M., Mahmoudi, A., & Deng, X. (2019). Modelado estructural interpretivo en la gestión del valor ganado. Revista de Ingeniería Civil y Gestión, 26(6). <https://journals.vilniustech.lt/index.php/JCEM/article/view/12182>

Cacho, E. M. (2021). La administración del valor ganado y su incidencia en el desempeño de la ejecución de obras en la empresa constructora Vargas E.I.R.L: 2019. [Tesis para doctor en ciencias mención: Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4555>

Cholán, M. E. (2022). Implementación del Sistema de Gestión Mediante el Método del Valor Ganado Aplicado al Proyecto Home Green Trujillo 2022. [Tesis para el título de maestro en ingeniería civil con mención en dirección de proyectos de la construcción, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/103597>

Cristancho, R. D., Sanabria, D. A., & Barrero, J. E. (6 de JULIO de 2022). Adaptación de las técnicas de earned value management y earned schedule a los procesos de control del Departamento de Planeación de la Escuela Militar de Suboficiales "Sargento Inocencio Chincá". Revista Ingeniare(32).

Doloi, H., Sawhney, A., Iyer, K. C., & Rentala, S. (2012). Análisis de los factores que afectan a los retrasos en los proyectos de construcción de la India. En Revista Internacional de Gestión de Proyectos. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786311001384?via%3Dihub>

Dupperley, M., Cárdenas, I., Padrón, R., Gualdrón, C., & Villa, J. (2022). Control System for Project Management in a Construction Sector Company through the Earned Value Technique in the Caribbean. Revista LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-pandemic. [https://laccei.org/LACCEI2022-BocaRaton/full\\_papers/FP387.pdf](https://laccei.org/LACCEI2022-BocaRaton/full_papers/FP387.pdf)

Earned Value Management System in Indonesian Construction Projects. (9 de marzo de 2021). Revista The International Journal of Integrated Engineering, 13(3).

Earned Value Management Systems EIA-748 -D Intent Guide. (2018). [https://www.ndia.org/-/media/sites/ndia/divisions/ipmd/division-guides-and-resources/ndia\\_ipmd\\_intent\\_guide\\_ver\\_d\\_july19\\_2018.ashx?la=en](https://www.ndia.org/-/media/sites/ndia/divisions/ipmd/division-guides-and-resources/ndia_ipmd_intent_guide_ver_d_july19_2018.ashx?la=en)

Faster Capital. (2 de diciembre de 2023). <https://fastercapital.com/es/contenido/Gestion-del-valor-ganado-dominar-la-gestion-del-valor-ganado-para-una-presupuestacion-de-proyectos-exitosa.html>

Hameed, A., & Abdul, I. (2014). Análisis SEM-PLS de los factores inhibidores del rendimiento de costos para grandes proyectos de construcción en Malasia: perspectiva de clientes y consultores. En A. Hameed, & I. Abdul (Edits.), Revista Mundo Científico (Vols. Análisis SEM-PLS de los factores inhibidores del rendimiento de costos para grandes proyectos de construcción en Malasia: perspectiva de clientes y consultores). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1155/2014/165158>

Hanco, H., Mendoza, W. W., Sanchez, J. A., & Saldaña, R. (2019). Implementación del Last Planner y la metodología del valor ganado en proyectos civiles construcción de puentes red vial 5 – Huacho. [Tesis para maestro en gerencia de la construcción moderna, Universidad Nacional Federico Villareal]. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652128/Hanco\\_NH.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652128/Hanco_NH.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

ISO 21508. (2018). Gestión del valor ganado en la gestión de proyectos y programas. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/63582/bbe7d58846244d4aa4aa8a967192f589/ISO-21508-2018.pdf>

Jayo, E. (31 de octubre de 2020). Línea de tiempo del PMBOK, hasta la 7ma edición. <https://edgarjayo.wordpress.com/2020/10/31/linea-de-tiempo-del-pmbok-hasta-la-7ma-edicion/>

Laureano, E. R. (2019). Análisis de la aplicación de gestión del valor ganado y programación ganada en el control de costos y cronograma en la obra: «Mejoramiento del servicio de transitabilidad Vehicular y peatonal en los jirones: Fitzcarrald y Nueva Florida, en el distrito de. [Titulo para el título de ingeniero civil, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7090>

Malpica, M. J., Gil, P. J., & Urcia, M. (2022). El impacto de la gestión del valor ganado en un proyecto de construcción social. Revista Científica Yachaq. <https://doi.org/https://doi.org/10.46363/yachaq.v6i1.5>

Mármol, A. J. (2019). Project Management. [https://www.google.com.pe/books/edition/Project\\_Management/wXfIDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=metricas+evm&pg=PA123&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Project_Management/wXfIDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=metricas+evm&pg=PA123&printsec=frontcover)

Mejía-Aguilar, G., Gutiérrez-Prada, J. A., Portilla-Carreno, O. H., Medina-Martínez, & Alberto, B. (2022). Evaluación de los retrasos en actividades de construcción utilizando redes Bayesianas: Caso de estudio. En Revista Scielo. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-38032022000200216](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032022000200216)

Mendoza, Á. O., & Ramirez, J. M. (2020). Aprendiendo metodología de la investigación. <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/523/1/LISTO%202.pdf>

Moreno, L. E. (2018). Control de alcance, tiempo, costo en proyectos del sector público utilizando la metodología de valor ganado. Revista Cámara de Comercio de Bogotá. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/items/a24a7e0b-9c0a-4a18-bb9a-fcedc98af607>

NDIA ANSI EIA-748 - Standard for Earned Values Management System Intent Guide. (2005). <https://www.acqnotes.com/Attachments/ANSI%20EIA%20748-%20EVMS%20Intent%20Guide.pdf>

Netto, J. T., Aleluia, A. P., & Neves, J. A. (marzo de 2020). Factores críticos y beneficios en el uso de la Gestión del Valor Ganado en la construcción. Revista BJO&PM, 17(1). <https://bjopm.org.br/bjopm/article/view/571>

Núñez, E. E., & Díaz, G. N. (2021). Mejora del proceso de control en proyectos viales aplicando la metodología del valor ganado. Caso proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Dv. Quilca – Matarani. [Tesis para el título de máster en dirección de proyectos de la construcción, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/items/9bed3f78-a7cd-4c33-9040-b97208e381e6>

Pazmiño, E. H., & Calle, C. J. (2021). Análisis relativo para identificar las causas de retrasos en las obras de construcción. Caso de estudio Cuenca-Ecuador. En Revista Ciencia Digital. <file:///C:/Users/Jessica/Downloads/1572-Article%20Text-7847-1-10-20210401.pdf>

Perú Construye. (2021). Soluciones Integradoras de acero, 52. <https://peruconstruye.net/2018/11/16/puentes-modulares-soluciones-integradoras-en-acero/>

PMI. (2011). Practice Standard for Earned Value Management-segunda edición. [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/248474/mod\\_resource/content/1/PMI%20-%20Earned%20Value%20Standard%20-%202nd.%20edition%202011%20-%20EN.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/248474/mod_resource/content/1/PMI%20-%20Earned%20Value%20Standard%20-%202nd.%20edition%202011%20-%20EN.pdf)

PMI. (2019). The Standard for Earned Value Management. (segundo estandar).

Polanía, C. L., Cardona, F. A., Castañeda, G. I., Vargas, I. A., Calvache, O. A., & Abanto, W. I. (2020). Metodología de Investigación Cuantitativa & Cualitativa Aspectos conceptuales y prácticos para la aplicación en niveles de educación superior. <https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/596>

Proaño-Narváez, M. F.-., Vásquez, Pablo, Avila-Calle, & Marco. (2022). Método del Valor Ganado (EVM) para Proyectos de Construcción: Actual Aplicación y proyecciones futuras. Revista Buildings. <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/3/301>

Project Management Institute. (2017). Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Pennsylvania, EEUU. [https://www.u-cursos.cl/usuario/9ab2176940ab9954ced859e56499d050/mi\\_blog/r/Project\\_Management\\_Institute-Guia\\_de\\_los\\_fundamentos\\_para\\_la\\_direccion\\_de\\_proyectos\\_\(Guia\\_del\\_PMBOK\)-Project\\_Management\\_Institute\\_\\_Inc\\_\(2017\).pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/9ab2176940ab9954ced859e56499d050/mi_blog/r/Project_Management_Institute-Guia_de_los_fundamentos_para_la_direccion_de_proyectos_(Guia_del_PMBOK)-Project_Management_Institute__Inc_(2017).pdf)

Project Management Institute. (2017). Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (sexta edición). [https://www.u-cursos.cl/usuario/9ab2176940ab9954ced859e56499d050/mi\\_blog/r/Project\\_Management\\_Institute-Guia\\_de\\_los\\_fundamentos\\_para\\_la\\_direccion\\_de\\_proyectos\\_\(Guia\\_del\\_PMBOK\)-Project\\_Management\\_Institute\\_\\_Inc\\_\(2017\).pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/9ab2176940ab9954ced859e56499d050/mi_blog/r/Project_Management_Institute-Guia_de_los_fundamentos_para_la_direccion_de_proyectos_(Guia_del_PMBOK)-Project_Management_Institute__Inc_(2017).pdf)

Project Management Institute. (2021). Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). <https://we-educacion.com/pmbok>

Provias Descentralizado. (2018). Adquisición de estructuras modulares metálicas livianas y de fácil armado para el montaje de 98 "puentes modulares" vehiculares. [http://www.proviasdes.gob.pe/exp\\_int/2018/Estudios/ET-GIE\\_2018.pdf](http://www.proviasdes.gob.pe/exp_int/2018/Estudios/ET-GIE_2018.pdf)

Przywara, D., & Rak, A. (3 de febrero de 2021). Monitoreo de las variaciones de tiempo y costo de la programación utilizando indicadores simples del método del valor ganado. *Revista Applied Sciences*. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/4/1357>

Rodríguez, Y. (2020). Metodología de la investigación. [https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n/x9s6EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=que+es+Investigaciones+no+experimentales%2B2022&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n/x9s6EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=que+es+Investigaciones+no+experimentales%2B2022&printsec=frontcover)

Royero, E., Pérez, Y., & Fera, J. J. (2022). Herramienta de valor ganado (Evm) para el control de proyectos en una empresa de construcción. *Revista Webology*, 19(6). [https://www.webology.org/data-cms/articles/20221123014955pmwebology%2019%20\(6\)%20-%2056.pdf](https://www.webology.org/data-cms/articles/20221123014955pmwebology%2019%20(6)%20-%2056.pdf)

Sánchez, C. E. (2019). Gestión del valor ganado para mejorar el control de costos y tiempo en obras civiles en la refinería La Pampilla (período 2016-2017). [Tesis para maestro en gerencia de la construcción moderna, Universidad Nacional Federico Villareal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3416>

SE@CE 3.0-Buscador Publico. (2023). OSCE. <https://prodapp2.seace.gob.pe/seacebus-uiwd-pub/buscadorPublico/buscadorPublico.xhtml>

Teixeira, J., Fernandes, N., Aleluia, A., & Neves, J. (2020). Factores críticos y beneficios en el uso de la gestión del valor ganado en construcción. *Revista Brasileña de Gestión de Operaciones y Producción*, 17(1). <https://bjopm.org.br/bjopm/article/view/571>

Ulloa, F. M. (2021). Propuesta de aplicación de la técnica del valor ganado en un proyecto de construcción durante la etapa de su ejecución para pequeñas y medianas empresas de construcción. [Tesis para el título de maestro en dirección de la construcción, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655925>

Vásquez, A. A., Guanuchi, L. M., Cahuana, R. D., Vera, R. M., & Tisoc, J. H. (2023). Métodos de investigación científica. <https://doi.org/https://doi.org/10.35622/inudi.b.94>

Viles, E., González, J., Santilli, A., & Rudeli, N. (2018). Causas de retrasos en proyectos de construcción. En *Revista Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6996988>

Wanner, R. (2021). *Earned Value Management - 60 Minutes Compact Knowledge*. [https://www.google.com.pe/books/edition/Earned\\_Value\\_Management\\_60\\_Minutes\\_Compact\\_Knowledge/hgYqEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=60+Minutes+Compact+Knowledge&pg=PT10&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Earned_Value_Management_60_Minutes_Compact_Knowledge/hgYqEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=60+Minutes+Compact+Knowledge&pg=PT10&printsec=frontcover)

Wanner, R. (2021). *Earned Value Management - 60 Minutes Compact Knowledge*. [https://www.google.com.pe/books/edition/Earned\\_Value\\_Management\\_60\\_Minutes\\_Compact\\_Knowledge/hgYqEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=evm+books&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Earned_Value_Management_60_Minutes_Compact_Knowledge/hgYqEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=evm+books&printsec=frontcover)