ATMIRE

Title	Mejora en la utilidad bruta de una empresa constructora mediana con el uso de Last Planner System y valor ganado. Caso de estudio: proyectos de estabilización de taludes para mineria
Item Type	http://purl.org/coar/resource_type/c_bdcc
Authors	Moreno Saavedra, Eliezer
Publisher	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)
Rights	http://purl.org/coar/access_right/c_abf2
Download date	2026-11-27 11:56:51
Item License	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Link to Item	https://hdl.handle.net/10757/689576

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

ESCUELA DE POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

MEJORA EN LA UTILIDAD BRUTA DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA MEDIANA CON EL USO DE LAST PLANNER SYSTEM Y VALOR GANADO. CASO DE ESTUDIO: PROYECTOS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES PARA MINERIA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado como parte de los requisitos para optar el grado académico de Maestro en Dirección de la Construcción

AUTOR(ES)

Moreno Saavedra, Eliezer 0009-0003-8336-8344

ASESOR(ES)

Paredes Minaya, Percy Alfredo 0000-0002-0702-3729

Lima, 04 de febrero de 2026

Dedicatoria

A mi hermosa familia, que son los que alegran mi vida.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a mi familia y a mis padres, quien fueron mi soporte en todo este tiempo de estudios, en mis momentos difíciles, así como también en los más felices estos últimos dos años.

En especial un reconocimiento al UPC por los conocimientos impartidos en esta maestría, enseñanzas que perdurarán en mi vida laboral y que espero también transmitir.

Resumen

La incorporación de las nuevas formas y métodos del como planificar, controlar y hacer seguimiento en los proyectos de construcción en estos últimos años han aumentado progresivamente; esto gracias a las filosóficas como Lean Construcción y Valor Ganado, etc.; que han demostrado su efectividad cuando se implementan en los proyectos. Así pues, de forma práctica, la utilización de herramientas como el Sistema Last Planner se ha popularizado en edificaciones, gradualmente su aplicación se ha diversificado en proyectos de construcción en minería, infraestructura, etc. y a su vez en proyectos específicos como en estabilización de taludes y protección.

Por otro lado, la aplicación de las herramientas de Gestión de Valor Ganado en los proyectos de construcción permite mejorar los resultados de rentabilidad esperados por las empresas constructoras, lo que al corto y mediano plazo beneficia no solo a la empresa sino también a los clientes.

La presente investigación es una investigación aplicada correlacional y explicativa. Aplica las herramientas de Last Planner System y Gestión de Valor Ganado para mejorar la rentabilidad en proyectos de estabilización de taludes teniendo como histórico los resultados de una empresa dedicada a la ejecución dichas obras en minería. La población del estudio estuvo conformada los resultados operativos de los proyectos ejecutados en el año 2022, 2023 y 2024 e información financiera. Como resultado se obtuvo un incremento del margen bruto en un 10% en el año 2024.

Palabras clave: Gestión de Proyectos; Last Planner System; Planificación, Valor Ganado.

Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado: [Selecciona con (X) uno o más ODS relacionados con el tema de investigación del trabajo]

Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)	**Marque**
ODS 1: Fin de la pobreza||GDS 1: No poberty	
ODS 2: Hambre cero||GDS 2: Zero hunger	
ODS 3: Salud y bienestar||GDS 3: Good health and well-being	
ODS 4: Educación de calidad||GDS 4: Quality education	
ODS 5: Igualdad de género||GDS 5: Gender equality	
ODS 6: Agua limpia y saneamiento||GDS 6: Clean water and sanitation	
ODS 7: Energía asequible y no contaminante||GDS 7: Affordable and clean energy	
ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico||GDS 8: Decent work and economic growth	X
ODS 9: Industria, innovación e infraestructuras||GDS 9: Industry innovation and infraestructura	X
ODS 10: Reducción de las desigualdades||GDS 10: Reduced inequalities	
ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles||GDS 11: Sustainable cities and communities	
ODS 12: Producción y consumo responsables||GDS 12: Responsable comsuption and production	
ODS 13: Acción por el clima||GDS 13: Climate action	
ODS 14: Vida submarina||GDS 14: Life bellow water	
ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres||GDS 15: Life and land	
ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas||GDS 16: Peace, justice and strong institutions	
ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos||GDS 17: Parnerships for the goals	

Improvement in gross profit of a medium construction company with the use of Last Planner System and Earned Value.

Case study: Slope stabilization projects for mining

Abstract

The incorporation of new systems and methodologies for planning, control and monitoring of construction projects in recent years has progressively increased; this thanks to philosophical ones such as Lean Construction and Earned Value, etc.; that have proven their effectiveness when implemented in projects. Thus, in a practical way, the application of Lean Construction tools such as the Last Planner System has become popular in buildings, little by little its application has diversified in construction projects in mining, infrastructure, etc. and at the same time in projects that are not as well-known as slope stabilization and protection.

On the other hand, the application of Earned Value Management tools in construction projects allows improving the profitability results expected by construction companies, in turn this in short- and medium-term benefits not only company but also clients.

The present research was of a descriptive correlational type, with a non-experimental. Apply the Last Planner System and Earned Value Management tools to increase profitability in slope stabilization and protection contracts, taking as a historical record the results of a company dedicated to the execution of slope stabilization works in mining. The study population consisted of the operational results of the projects executed in 2022, 2023 and 2024 and financial information. As a result, increase in gross margin by 10% respect by 2024.

Keywords: Project management; Last Planner System; Planning, Earned Value.

E202310249_ Moreno Saavedra, Eliezer_ MEJORA EN LA UTILIDAD BRUTA DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA MEDIANA CON EL USO DE LAST PLANNER SYSTEM Y VALOR GANADO. CASO DE ESTUDIO: PROYECTOS DE ESTABILIZACIÓN DE

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	16%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	latam.redilat.org Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	<1%
9	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Instituto Madrileno de Formacion Trabajo del estudiante	<1%
11	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
12	docs.com Fuente de Internet	<1%
13	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Tabla De Contenido

Capitulo 1: Introducción 1

1.1 Introducción 1
1.2 Planteamiento del problema 1
1.3 Formulación del problema 2
1.4 Objetivos del trabajo de investigación 2
1.4.1 Objetivo General 2
1.4.2 Objetivos Específicos 3
1.5 Justificación 3
1.6 Alcances 3

Capitulo 2: Marco teórico 4

2.1 Lean Construction 4
2.1.1 Filosofía Lean Construction 4
2.1.2 Tipos de trabajo 6
2.2 Last Planner System 7
2.2.1 El ultimo planificador 7
2.2.2 Debe – se puede – se hará 8
2.2.3 Flujo de valor 9
2.2.4 Beneficios de Last Planner System 10
2.2.5 Planificación de fases 11
2.3 Gestión de Valor Ganado (EVM) 11
2.3.1 Términos usados en Valor Ganado 13
2.3.2 Métricas y ecuaciones en gestión de valor ganado (EVM) 13
2.4 Aplicación de Gestión de Valor Ganado (GVG) 17
2.4.1 Aplicación de GVG en planificación 17
2.4.2 El alcance 17
2.4.3 El cronograma 17
2.4.4 Los recursos y costos 17
2.4.5 Formula fija 18
2.4.6 Porcentaje completado 18
2.5 Pasos para la ejecución de la GVG 19

2.5.1 Inicio 19
2.5.2 Planificación 19
2.5.3 Ejecución, seguimiento y control (para cada periodo de informes) 19

Capítulo 3: Metodologia 20

3.1 Marco referencial 20
3.1.1 Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción 20
3.1.2 El impacto de la gestión del valor ganado en un proyecto de construcción social 21
3.1.3 Diseño de metodología del valor ganado para optimizar el desempeño de la instalación de puentes modulares 22
3.2 Descripción de la organización 23
3.2.1 Descripción de la empresa caso de estudio 23
3.2.2 Características de la empresa 23
3.2.3 Alcances de la empresa y principales clientes 23
3.3 Diagnóstico de los años de estudio 24
3.3.1 Resultados financieros por año 24
3.3.2 Resultados de proyectos incidentes por año 25
3.3.3 Incidencia de partidas en presupuestos 1
3.4 Diagnóstico de la empresa caso de estudio 1
3.4.1 Detalle de los sub problemas que se presentaron en los proyectos 1
a) Sub problema 01: Partida de "Desquinche de talud" 1
b) Sub problema 02: Partida de "Instalación de Malla" 2
3.4.2 Análisis de Causas Raíz 1
3.4.3 Análisis de restricciones de diversos proyectos 1

Capítulo 4: Análisis de resultados 2

4.1 Propuesta de Valor 2
4.1.1 Implementación de Last Planner System 2
4.1.2 Reunión de equipo de trabajo 2
4.1.3 Elaboración de los Master Plan (MSP) 3
4.1.4 Elaboración del Lookahead Planning (LAP) 1
4.1.5 Plan de Trabajo Semanal (PTS) 1

4.1.6 Diagnóstico de resultados del año 2024 2
4.1.7 Incidencia de partidas del 2024 4
4.1.8 Indicadores de Last Planner System del año 2024 1
4.1.8.1 PPC promedio anual 1
4.1.8.2 Análisis de restricciones 3
4.1.8.3 Causas de No Cumplimiento 3
4.1.9 Indicadores del GVG por año 1
4.1.9.1 Indicador de Valor Ganado año 2022 1
4.1.9.2 Indicadores del GVG del año 2023 2
4.1.9.3 Indicadores del GVG del año 2024 3
4.1.10 Gráficos de Valor Ganado 1
4.1.10.1 Gráfico de Valor Ganado del año 2022 1
4.1.10.2 Gráfico de Valor Ganado del 2023 2
4.1.10.3 Gráfico de Valor Ganado del 2024 3

Capitulo 5: Conclusiones y recomendaciones 1

5.1 Conclusiones 1
5.2 Recomendaciones 3

6. Referencias 4

7. Anexos 1

Anexo 01: Resultados financieros del año 2022, 2023 y 2024 1

Lista de Tablas

Tabla 1 Resultados financieros del año 2022 y 2023

Tabla 2 Clasificación de los desperdicios

Tabla 3 Métricas de Valor Ganado

Tabla 4 Técnica de medición de valor ganado

Tabla 5 Tabla de los resultados financieros del año 2022 y 2023

Tabla 6 Resultados financieros por obras del año 2022

Tabla 7 Resultados financieros por obras del año 2023

Tabla 8 Incidencias de las partidas incidentes del 2022 y 2023

Tabla 9 Principales causas que generan retrasos en los proyectos

Tabla 10 Puntos clave en reunión Last Planner System

Tabla 11 Resultados financieros del año 2024

Tabla 12 Resultados financieros de obras varias del año 2024

Tabla 13 Incidencias de las partidas incidentes del 2024

Tabla 14 Incidencias de las partidas incidentes del 2024

Tabla 15 Indicares del PPC de los proyectos ejecutados en el año 2024

Tabla 16 Causas de No Cumplimiento

Tabla 17 Resultados de Valor Ganado en el año 2022

Tabla 18 Resultados de Valor Ganado en el año 2023

Tabla 19 Resultados de Valor Ganado en el año 2024

Tabla 20 Comparativa de Margen Bruto de los años 2022, 2023 y 2024

Tabla 21 Comparativa de CPI y SPI de los años 2022, 2023 y 2024

Lista de Figuras

Figura 1 Grafica de Metodología Lean

Figura 2 Circulo de improductividad de una empresa

Figura 3 Gráfico de planificación

Figura 4 Esquema del DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE

Figura 5 Planificación colaborativa

Figura 6 Flujo de valor en construcción

Figura 7 Ejemplo de Plan de Fases de construcción de una vivienda unifamiliar

Figura 8 Combinación de Línea Base de Medición del Rendimiento

Figura 9 Gráfico de valor ganado

Figura 10 Gráfico de valor ganado Tiempo – Costo

Figura 11 Elementos de la Gestión de Valor Ganado

Figuera 12 Evolución del PAC general en Medellín

Figura 13 Índice de Desempeño SPI, CPI, TCPI

Figura 14 Trabajos de desquinche en talud en vía de mediano tránsito

Figura 15 Trabajos de tendido de malla en tajo minero

Figura 16 Trabajos de perforación de anclajes con martillo neumático manual

Figura 17 Trabajos de perforación de anclajes con equipo perforador ligero

Figura 18 Trabajos de inyección de anclajes en talud

Figura 19 Trabajos de lanzando de concreto “shotcrete” en talud

Figura 20 Valoración de Causas de No Cumplimiento

Figura 21 Master Plan de los proyectos en ejecución en las principales mineras

Figura 22 Look ahead del proyecto en la U.M. Anglo American Quellaveco de la semana 50, 51 y 52

Figura 23 Look ahead del proyecto en la U.M. Nexa Resources de la semana 34, 35 y 36

Figura 24 Plan de Trabajo Semanal en la U.M. Sourthen de la semana 49

Figura 25 Plan de Trabajo Semanal en la U.M. Anglo American Quellaveco de la semana 43

Figura 26 Ejecución de Plan de Trabajo Semanal en proyecto minero

Figura 27 Tendencia de PPC Anual

Figura 28 Categorización y porcentaje de Causas de Incumplimiento

Figura 29 Análisis de Valor Ganado del año 2022

Figura 30 Gráfico de SPI – CPI del año 2022

Figura 31 Análisis de Valor Ganado del año 2023

Figura 32 Gráfico de SPI – CPI del año 2023

Figura 33 Análisis de Valor Ganado del año 2024

Figura 34 Gráfico de SPI – CPI del año 2024

Capitulo 1: Introducción

1.1 Introducción

En los últimos años, ha crecido el conocimiento de diversas filosofías y herramientas:

> La construcción ha mantenido sus principios sin mejorar su desempeño. Por eso, se introduce la filosofía Lean para optimizar recursos, costos y plazos. (Botero & Álvarez, 2005, p. 66)

Este estudio propone implementar el Last Planner System y la Gestión de Valor Ganado en empresas de estabilización de taludes, como guía para su adopción en proyectos.

Gonzales Muñoz (2012) menciona acerca las herramientas de Lean:

> Introducir una herramienta de mejor control en la planificación ayuda a prever problemas en la ejecución. Esto permite anticipar problemas, identificar causas de incumplimiento y analizar restricciones de procesos. Esto mejora el control y fomenta la mejora continua, que es el aporte clave del *Last Planner*. (p.14)

Por otro lado, lo ganado en un proyecto es un punto importante para la rentabilidad en los contratos de construcción, por lo que referente al GVG:

> La metodología del Valor Ganado (EVM) contribuye significativamente al control y producción al abordar tres áreas clave de la gestión de proyectos: alcance, tiempo y costo. Esta metodología es una herramienta clave en la gestión de proyectos de construcción, ya que proporciona una visión integral del desarrollo en términos de calidad, costo y tiempo. Su implementación permite determinar el estado de la obra respecto a la programación, la eficiencia de recursos, el ahorro o sobrecosto presupuestario, el uso del tiempo y los costos de trabajos pendientes y finales. (Rivera Peña, 2012, p. 11)

1.2 Planteamiento del problema

Los proyectos de estabilización de taludes en minería presentan retos significativos, por lo que requieren altos controles operacionales. Las empresas buscan mejorar sus procesos según los estándares de seguridad y enfrentar la complejidad logística para la adquisición de materiales y equipos. Las minas realizan continuamente obras grandes y

medianas para asegurar sus operaciones a largo plazo. Se incluyen trabajos de sostenimiento de taludes, un control de ingeniería en evolución para mejorar la seguridad y eficiencia en su ejecución.

Los riesgos en estos proyectos han identificado actividades improductivas, causando incumplimientos en plazos y sobrecostos que afectan los márgenes de la empresa.

El análisis busca evaluar el impacto del Last Planner System y Valor Ganado en los resultados operativos de 2024, con un margen bruto superior al 30%, en comparación con menos del 22% en 2022 y 2023, además de identificar desviaciones y brechas organizacionales.

Tabla 1

Resultados financieros del año 2022 y 2023

Año	**2023**	**%**	**2022**	**%**
	S/.		S/.	
Ventas Netas Proyectos	29,483,638		14,496,235	
(-) Costo de Ventas	(23,556.917)		(10,945.072)	
Utilidad de Obra	**5,926,721**	**20.10%**	**3,551,163**	**24.50%**
(-) Costo Taller - Almacén	(889,165)		(560,983)	
Utilidad bruta	**7,037,556**	**17.09%**	**2,990,180**	**20.63%**
Utilidad Meta		30.00%		30.00%
Diferencia		**-12.91%**		**-9.37%**

Nota. La información fue extraída de una fuente privada, la misma que es consecuencia de la recopilación y análisis de la empresa de estudio.

1.3 Formulación del problema

¿Se puede mejorar la rentabilidad de las empresas contratistas dedicadas al rubro de la estabilización de taludes en operaciones mineras, usando Last Planner System y Gestión de Valor Ganado?

1.4 Objetivos del trabajo de investigación

1.4.1 Objetivo General

- Aplicar Last Planner System y Valor Ganado para la mejora de la utilidad bruta de los proyectos de estabilización de taludes en minería en empresas de construcción medianas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar los factores que afectan a la utilidad bruta en los proyectos de la empresa.
- Determinar herramientas del Last Planner System y Valor Ganado para mejoran la utilidad bruta.
- Implementar Last Planner System y Valor Ganado en proyectos de estabilización de taludes en minería.
- Determinar la mejora de la utilidad bruta al usar Last Planner System y Valor Ganado.
- Determinar beneficio costo de la implementación de Lean Construction Y Valor Ganado.

1.5 Justificación

La gran competencia a nivel nacional y mundial actualmente obliga a las empresas constructoras a optimizar sus procesos y mejorar el uso de los recursos de mano de obra como de sus activos, que les permitan ser cada día más competitivas, adaptables al mercado y rentables.

Cada empresa debe contar con una adecuada gestión de proyectos y dirección de contratos en cada uno de sus proyectos de estabilización de taludes, por lo cual, deben contar con una gestión de presupuesto meta y una gestión de riesgos para que se pueda hacer buen seguimiento y control en la ejecución del proyecto.

Es por ella que, se realizará la comparación entre los resultados operativos de los años 2022 y 2023 con los resultados del año 2024; así mismo ver cómo se afecta al resultado el utilizar Lean Construction y Valor Ganado para así poder contrastar el incremento de la utilidad bruta de la empresa del rubro de estabilización de taludes.

1.6 Alcances

Del caso de estudio

- No se tendrá en cuenta los indicadores del área comercial.
- No se tendrá en cuenta el análisis financiero por proyecto si no a nivel global por año.
- El alcance se limita al diagnóstico de los años 2022, 2023 y 2024 que provocaron una variación de los márgenes brutos de la empresa.

Capitulo 2: Marco teórico

2.1 Lean Construction

2.1.1 Filosofía Lean Construction

Lean Construction es un enfoque de gestión de producción para entregar proyectos. Gestionar con LC abarca desde el inicio hasta el fin del proyecto. Estas herramientas mejoran la productividad del proyecto a lo largo de su ciclo de vida.

Busca impulsar a las organizaciones hacia la mejora continua y ventaja competitiva, aplicando sus principios en todas las fases de un proyecto: Inicio, Ejecución, Puesta en Marcha, Operación y Mantenimiento. Busca eliminar actividades improductivas en la construcción mediante herramientas que optimizan los procesos. El sistema Lean surgió del Sistema de Producción Toyota (TPS), de Toyota Motors, enfocado en ofrecer productos de alta calidad, bajo costo, y entregas rápidas, eliminando desperdicios y tareas sin valor. El Sistema de producción de Toyota se basa en dos pilares: 'Just in Time', que asegura entregas a tiempo, y 'Jidoka', que se centra en el control de la producción para detectar desviaciones y sus causas, mejorando a través de trabajo estandarizado y Kaizen. Usamos el ciclo de Deming para la mejora continua: proponer, implementar, medir y corregir (Pons, 2014, p.15).

Figura 1

Grafica Metodología Lean



Nota. De “British Digital LLC – Apply Knowledge”, Coordination academic, 2020 (https://britishdigital.us/metodologia-lean-como-lograr-la-perfeccion-reduciendo-desperdicios/).

Tabla 2

Clasificación de desperdicios

Desperdicios	Descripción
Sobreproducción	Producción de volúmenes excesivos o anticipados; creación de planos innecesarios o excesivamente detallados; uso de equipamiento innecesariamente sofisticado; y calidad superior a la requerida.
Esperas o Tiempo de Inactividad	Las demoras en el trabajo pueden deberse a falta de datos, información, planos, materiales o equipos; necesidad de esperar aprobaciones o la finalización de tareas previas; problemas de financiamiento y personal; acceso limitado al área de trabajo; falta de coordinación entre especialistas y equipos; contradicciones en la documentación; retrasos en transporte e instalación, escasez de herramientas, repeticiones por cambios en el diseño y accidentes por fallas en medidas de seguridad.
Transporte Innecesario	Se describe el transporte innecesario de recursos en el proyecto, a menudo por mala distribución y falta de planificación. Esto resulta en menos horas laborables, desperdicio de energía, uso ineficiente del espacio y riesgo de pérdida de materiales.
Sobre procesamiento	Procedimientos adicionales en la construcción que afectan el consumo excesivo de recursos. Supervisión y control complementarios, como inspecciones redundantes.
Exceso de Inventario	Se refiere a inventarios excesivos o prematuros que pueden causar pérdida de material por deterioro, obsolescencia, mal almacenamiento, robo y vandalismo. Este fenómeno requiere más personal para gestionar el excedente y genera costos por compras anticipadas.
Movimientos Innecesarios	Se refiere a acciones ineficaces de empleados por uso de equipos inapropiados, métodos ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del espacio laboral, causando desperdicio de tiempo y ausencias.
Defectos de Calidad	Inconsistencias en diseño y planos, métodos de trabajo inadecuados y personal poco calificado llevan a repetir trabajos y a la insatisfacción del cliente.
Talento	Se desperdician tiempo, ideas y oportunidades, lo que impide un aprendizaje efectivo y rendimientos óptimos. Esto sucede por la falta de motivación y atención hacia los empleados, así como por una fuerza laboral mal preparada y desinformada.

Nota. De “Clasificación de los desperdicios en la construcción”, por F. Pons Achell, 2014 (https://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction-1.pdf).

En el año 1996, Womack y Jones precisaron bases de la filosofía Lean:

a) **Añade Valor.**

   Lean Construction aporta valor adicional al cliente al ofrecerle un producto diseñado para satisfacer sus necesidades, con un precio ajustado y entregado en el momento oportuno (Womack & Jones, 1996).

   Cadena de Valor.

   Se refiere a actividades que convierten e integran materiales en un producto final (Womack & Jones, 1996).

b) **Flujo.**

   El principio busca mejorar el flujo de operaciones que generan valor, donde las actividades valiosas para el cliente son solo una parte del total. El enfoque Lean busca eliminar actividades que no aportan valor para optimizar la productividad (Womack & Jones, 1996).

c) **Sistema Pull (Jalar).**

   Este sistema, ligado a la metodología Just in Time, se enfoca en la demanda del consumidor para eliminar el exceso de inventario (Womack & Jones, 1996).

d) **Perfección.**

   Según Womack y Jones (1996) este procedimiento añade valor según las necesidades del cliente y reduce desperdicios, usando tres herramientas:

   - Kaizen o mejora continua.
   - Estandarización de procesos.
   - Plan de acción - Ciclo de Deming

2.1.2 Tipos de trabajo

Muda es un término japonés que significa desperdicio, refiriéndose a actividades que consumen recursos sin aportar valor. Incluye errores que necesitan corrección y producción de artículos no deseados, generando exceso de inventario. Incluye pasos innecesarios, movimientos de empleados, transporte de productos sin propósito y grupos en espera por retrasos en actividades previas. Se refiere a bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente (Womack & Jones, 1996).

Figura 2

Circulo de improductividad de una empresa



Nota. De "Introducción a Lean Construction" por F. Pons Achell, 2014 (https://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction-1.pdf).

Según Pons Achell (2014) la metodología Lean de Lean Construction clasifica los siguientes tipos de trabajos:

- Trabajo Productivo (TP): Actividad que contribuye a la producción.
- Trabajo Contributario (TC): Actividad indispensable para realizar los trabajos productivos.
- Trabajo No Contributario (TNC): Trabajo innecesario que generan pérdida y no agregan valor.

2.2 Last Planner System

2.2.1 El ultimo planificador

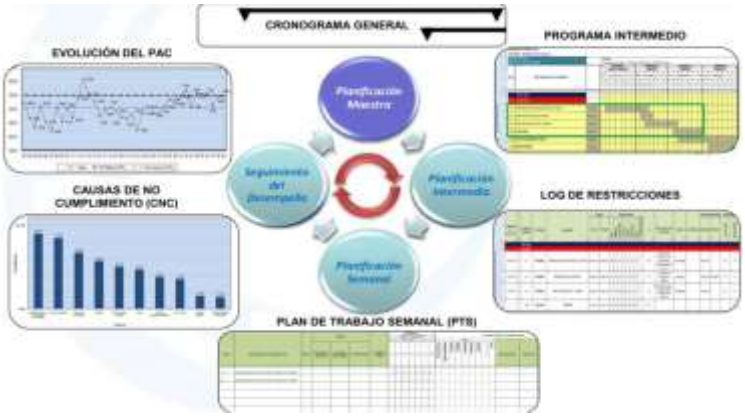
El Ultimo Planificador es el experto en dinámicas laborales y en la correcta ejecución de tareas, encargado de garantizar un flujo de trabajo predecible al asignar tareas a empleados según la realidad de cada puesto, en lugar de basarse en planes teóricos (Pons & Rubio, 2019).

En la fase de implementación, los planificadores encargados supervisan tareas en las empresas subcontratistas, abarcando aspectos como estructura, refuerzo, encofrado, yeso, alicatado, tabiquería, carpintería, cerrajería e instalaciones. En las reuniones semanales de LPS, el equipo directivo de la constructora, incluyendo al jefe de obra y capataces, actúa como planificador final para actividades del contratista principal (Pons & Rubio, 2019).

Para aquellas subcontratas que no asistieron a la reunión, los planificadores deben gestionar todos los oficios del proyecto y estar al tanto de la situación del sitio semanalmente. Conocen al personal disponible, los recursos y el rendimiento de los equipos. También son interlocutores competentes que aseguran los recursos para cumplir los compromisos (Pons & Rubio, 2019).

Figura 3

Gráfico de planificación



Nota. De "Análisis de restricciones y productividad utilizando el sistema last planner para mejorar el flujo de trabajo en el túnel de presión en la central hidroeléctrica Quitaracsa I - 2015" por O. Herrera y J. Sánchez, 2014 (http://hdl.handle.net/10757/620545).

2.2.2 Debe – se puede – se hará

Según Glenn Ballard, en un sistema convencional, el desempeño del planificador se evalúa sin distinguir entre "lo que debería hacerse" y "lo que es factible". Al preguntar sobre las actividades de la próxima semana, la respuesta más común suele ser "lo del plan" o "lo urgente". Este enfoque es de tipo PUSH, donde los supervisores intentan presionar a los subordinados para que produzcan a pesar de los obstáculos. La irregularidad en los recursos y las finalizaciones impredecibles afectan la relación entre lo que se realizará y lo que debería hacerse, debilitando la planificación de la producción efectiva (Pons & Rubio, 2019).

Figura 4

Esquema del DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE



Nota. De "Lean Construction y la Planificación colaborativa – Metodología de Last Planner System", por F. Pons y I. Rubio, 2019 (https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf).

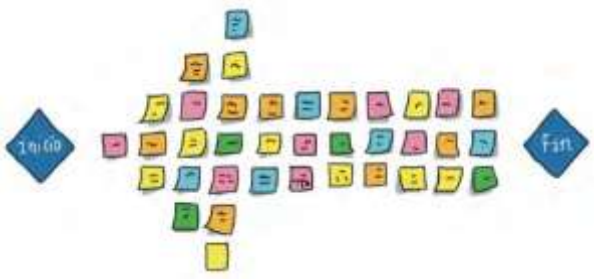
2.2.3 Flujo de valor

De acuerdo con Pons y Rubio (2019) el flujo de valor abarca desde el diseño hasta el lanzamiento y desde la orden hasta la entrega. En la práctica, se puede analizar un flujo más limitado, como la entrega del diseño o la construcción de una estructura, y puede conceptualizarse de varias maneras según el proceso evaluado.:

- En la fabricación, se utilizan máquinas fijas y se manejan productos semi-elaborados (trabajo en proceso) que se trasladan entre estaciones de trabajo.
- En construcción, el producto está fijo mientras los equipos multidisciplinarios se mueven para facilitar el inicio de trabajos posteriores.
- En diseño, el flujo implica la colaboración entre especialistas que comparten entregas e información hasta completar el proyecto (Pons & Rubio, 2019).

Figura 5

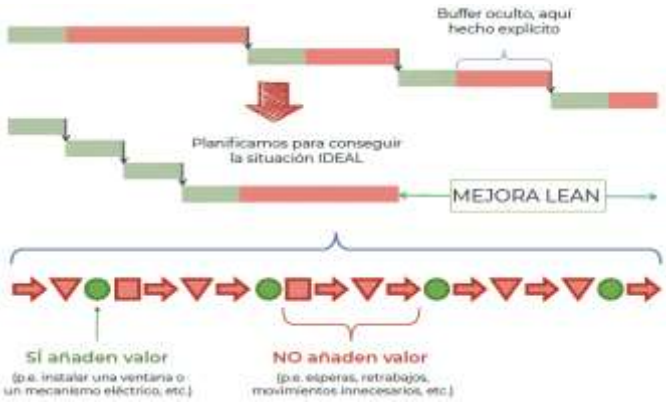
Planificación colaborativa



Nota. De "Metodología de Last Planner System" por F. Pons y I. Rubio, 2019 (https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf).

Figura 6

Flujo de valor en construcción



Nota. De "Planificación Colaborativa - Metodología de Last Planner System" por F. Pons y I. Rubio, 2019 (https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf).

2.2.4 Beneficios de Last Planner System

LPS ha manifestado ser una excelente herramienta para alcanzar los objetivos de Lean Construction de aumentar la entrega de valor al cliente, mejorando la productividad, reduciendo los desperdicios e incrementando la rentabilidad de las empresas. (Pons & Rubio, 2019).

A continuación, se resume algunas ventajas de la Metodología del Last Planner System:

- Mayor beneficio y cumplimiento del presupuesto. Reducción de costes.
- Mejora de la productividad, la calidad y la seguridad. Reducción de los plazos de entrega.
- Un retorno de trabajo entre los subcontratistas, la comunicación y los compromisos.
- Detectar y eliminar ineficiencias y limitaciones para aumentar la entrega de valor.
- Facilita la comprensión de las interdependencias con otros subcontratistas.
- Fomenta la intervención temprana de los involucrados, promoviendo una colaboración más estrecha.
- Oportunidades de mejora en prontas etapas.
- Mejora la gestión del riesgo, controla la variabilidad, es por ello que reduce las reclamaciones.
- Proporciona flujo continuo y previsible de trabajo, lo que permite administrar bien la incertidumbre.

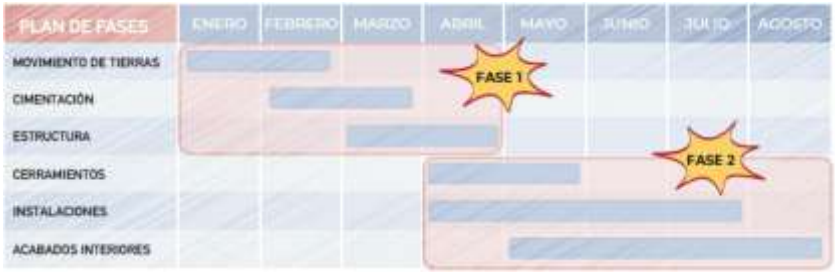
- Desarrolla la creatividad y la mejora continua.
- Mayor satisfacción en los clientes y stakeholders en general (Pons & Rubio, 2019).

2.2.5 Planificación de fases

Esta fase del sistema tiene como objetivo definir y verificar las tareas necesarias para cumplir los requisitos del proyecto. Es crucial que todos los responsables de actividades y áreas funcionales colaboren para alinear objetivos y estrategias. Generalmente, la planificación dura entre 3 y 6 meses, aunque puede variar según el proyecto. Al finalizar, se creará un plan de trabajo colaborativo, identificando las principales restricciones del proyecto (Pons & Rubio, 2019).

Figura 7

Ejemplo de Plan de Fases de construcción de una vivienda unifamiliar



Nota. De "Planificación colaborativa – Metodología de Last Planner System", por F. Pons y I. Rubio, 2019 (https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf).

2.3 Gestión de Valor Ganado (EVM)

Según Laureano (2019) describe la Gestión del Valor Ganado como una metodología para planificar y supervisar el rendimiento de un proyecto, integrando alcance, programación, costos y riesgos para evaluar objetivamente su progreso.

La gestión del valor ganado compara el trabajo realizado hasta un momento específico con estimaciones previas, evaluando el trabajo hecho, el que falta y los recursos necesarios para completar el proyecto.

Esta metodología permite estimar el tiempo y el costo total del proyecto, siempre que se mantengan las condiciones del cronograma.

Este instrumento requiere una línea base integral para evaluar el rendimiento del proyecto. Los principios de gestión del valor ganado (EVM) son aplicables a todos los proyectos, sin importar su tamaño o sector.

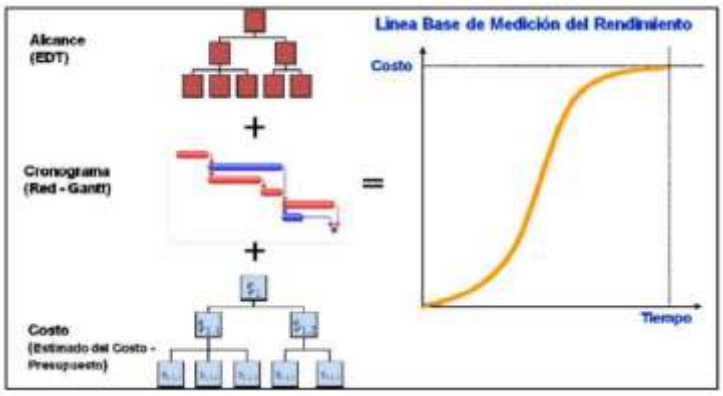
Según la Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), Fifth Edition, la gestión del valor ganado se define como una metodología que integra indicadores de alcance, tiempo y recursos con el fin de medir el desempeño y progreso del proyecto. Esta técnica recopila datos del proyecto que luego son evaluados siguiendo criterios y reglas previamente establecidos (Project Management Institute [PMI], 2013).

Su análisis nos permitirá:

- Revisar si se ha excedido o no el presupuesto del proyecto y con qué impacto.
- Revisar si se han producido adelantos o atrasos en el cronograma del proyecto.
- Analizar la situación del proyecto en términos de coste y tiempo.
- Analizar si los datos obtenidos son favorables o desfavorables para el proyecto.
- Realizar proyecciones de costos basadas en hipótesis, según el estado del proyecto.
- Determinar si se debe continuar o no con el proyecto, evaluar si corresponde solicitar recursos adicionales y tomar cualquier decisión pertinente al respecto (PMI, 2013)

Figura 8

Combinación de Línea Base de Medición del Rendimiento



Nota. De "Project Management Institute - Practice Standard for Earned Value Management", por Newtown Square, 2002 (https://www.researchgate.net/profile/Behzad-Maleki-Vishkaei/post/Cost_Estimation_Project_Management/attachment/5c9f27bdcfe4a729949a0f5c/AS%3A742068263591937%401553934269557/download/PMI-EVM.pdf).

2.3.1 Términos usados en Valor Ganado

- Valor Planificado (Planned Value, PV): Es el presupuesto aprobado para las actividades a realizar, correspondiente a la línea base de presupuesto hasta la fecha de seguimiento.
- Coste Real (Actual Cost, AC): Total acumulado de gastos hasta la fecha en el trabajo realizado.
- Valor Ganado (Earned Value o EV): Mide lo realizado durante su ejecución, convirtiendo el progreso en un valor monetario al multiplicarlo por el costo presupuestado, comparando lo proyectado con lo ejecutado.

Se expresa en porcentajes, dividiendo el presupuesto hasta la terminación - Budget at Completion, BAC (PMI, 2011):

$$PV\ \% = PV/BAC$$

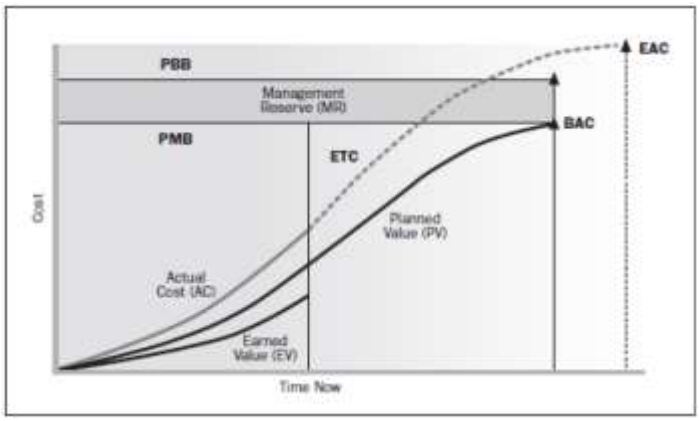
$$EV\ \% = EV/BAC$$

$$AC\ \% = AC/BAC$$

2.3.2 Métricas y ecuaciones en gestión de valor ganado (EVM)

Figura 9

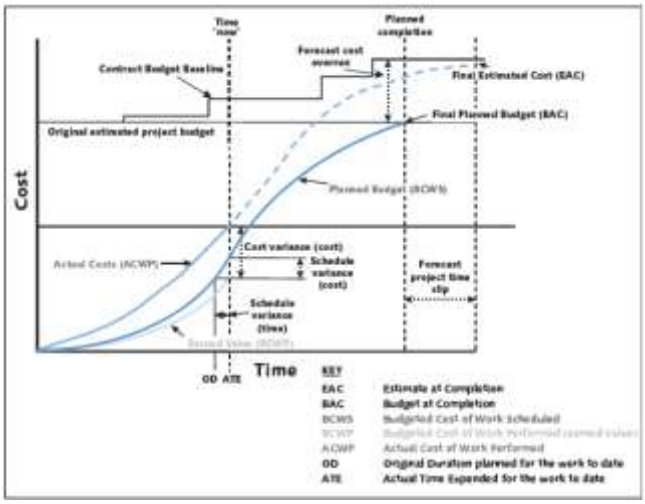
Gráfico de valor ganado



Nota. De “Practice standard for value management - Second Edition”, por PMI, 2011 (https://www.researchgate.net/profile/Behzad-Maleki-Vishkaei/post/Cost_Estimation_Project_Management/attachment/5c9f27bdcfe4a729949a0f5c/AS%3A742068263591937%401553934269557/download/PMI-EVM.pdf).

Figura 10

Gráfico de valor ganado Tiempo – Costo



Nota. De “Earned value management”, por APM guidelines, 2008 (https://vle.seu.ac.lk/pluginfile.php/162241/mod_resource/content/1/EVM%20Guide.pdf).

- Base del Presupuesto del Proyecto (PBB): se refiere al presupuesto contractual acordado con los clientes, a veces llamado costo de venta.
- Reserva de Gestión (MR): es la diferencia entre el presupuesto del contrato y el Plan de Gestión del Proyecto (PMB). Esta partida es para mitigar riesgos desconocidos y no está en el presupuesto base.

  La reserva de gestión son proyecciones sobre las reservas para manejar el cronograma. Las reservas se gestionan para control gerencial y cubrir tareas no planificadas del proyecto. Su objetivo es anticipar factores desconocidos que podrían afectar el proyecto.
- Línea Base de Medición del Desempeño referente a Performance Measuremnt Baseline (PMB): es una forma que contiene la línea base del alcance, cronograma y costos. El PMB se representa con la curva "S", lo que admite diferenciar lo realizado con lo propuesto.
- Valor Planificado (PV): representado como Planned value o Budgeted cost of work scheduled (BCWS), es el presupuesto determinado al trabajo considerado.

- Presupuesto Total (BAC), representado Sum of budgeted cost of work schedule (ΣBCWS), es el valor planificado al culminar el proyecto.
- Costo Real (AC), representado como Actual Cost of Work Performed (ACWP), es el total de coste incurridos hasta el tiempo de análisis determinado.
- Valor Ganado (EV), o earned value o budgeted cost of work performed (BCWP).

A continuación, se representa las métricas usadas en la gestión de valor ganado teniendo en referencia la guía del PMBOK ® sexta edición 2017.

Tabla 3

Métricas de Valor Ganado

Abreviatura	Nombre	Definición de Glosario	Como se Utiliza	Fórmula
PV	Valor Planificado	El presupuesto aprobado para la tarea programada.	Valor del trabajo planificado hasta una fecha límite del proyecto.	
EV	Valor Ganado	Trabajo realizado hasta la fecha en relación con el presupuesto aprobado.	Valor estimado de trabajos completados en un momento específico, sin incluir costos incurridos.	EV=sum of the planned value of completed work
AC	Costo Real	Costo efectivo de una actividad en un tiempo específico.	El costo real de todos los trabajos al momento de la fecha de corte.	
BAC	Presupuesto hasta la conclusión	Total de presupuestos asignados para el trabajo.	Valor total del trabajo planificado según la línea base de costos del proyecto.	
CV	Variación del Costo	El déficit o superávit presupuestario se define como la diferencia entre el valor generado y el costo.	Diferencia entre el valor del trabajo realizado hasta una fecha de corte y los costos reales hasta ese momento.	
SV	Variación del Cronograma	La medida en que el proyecto está por delante o detrás del horario en relación con la fecha de entrega planificada en un momento específico, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado.	La diferencia entre el trabajo realizado hasta una fecha de corte y el que se espera completar en ese momento.	SV=EV-PV

VAC	Variación a la Conclusión	Estimación del déficit o superávit presupuestario, definido como la diferencia entre el presupuesto final y las proyecciones de cierre.	Variación de costos al finalizar el proyecto.	VAC=BAC - EAC
CPI	Índice de Desempeño de Costo	Evaluación de eficiencia como la relación entre el valor ganado y el costo real.	Un CPI de 1.0 indica que el proyecto se ajusta al presupuesto, reflejando que el trabajo realizado se corresponde con el costo. Otros valores indican el porcentaje de desviación de costos respecto al presupuesto original.	CPI = EV / AC
SPI	Índice de Desempeño de Cronograma	Indicador de eficiencia del cronograma como la proporción entre valor ganado y planificado.	Un SPI de 1,0 significa que el proyecto avanza según lo previsto, con el trabajo realizado igual al planificado. Otros indicadores muestran la desviación de costos respecto al presupuesto.	SPI = EV / PV
EAC	Estimación a la Conclusión	El costo total del proyecto es la suma del costo real hasta ahora y la estimación para completarlo.	Si se prevé que el CPI se mantendrá, se puede calcular la EAC con la siguiente fórmula: Si el trabajo futuro sigue el cronograma, se recomienda usar: Si el plan original ya no es pertinente, se sugiere usar: Se recomienda usar si el CPI y el SPI afectan las tareas pendientes:	EAC = BAC / CPI EAC = AC + BAC - EV EAC = AC + ETC ascendente EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI x SPI)]
ETC	Estimación a la Conclusión	Estimación del costo para completar actividades del proyecto.	Si el trabajo progresa según lo planeado, se puede calcular el costo restante para finalizar la tarea autorizada de la siguiente manera: Reevalúe el trabajo pendiente de abajo hacia arriba.	ETC = EAC -AC ETC = Volver a estimar
TCPI	Índice de Desempeño del Trabajo por Completar	Evaluación de costos para alcanzar un objetivo de gestión, calculada como el cociente entre el costo necesario para finalizar tareas y el presupuesto disponible.	Se debe preservar la eficiencia para cumplir con el plan. Es esencial mantener la eficiencia para lograr la Evaluación de Calidad.	TCPI = (BAC – EV)/(BAC – AC) TCPI = (BAC – EV)/(EAC – AC)

Nota. De “Guía del PMBOK® sexta edición”, por PMI 2017 (https://catalogo.upc.edu.pe/permalink/51UPC_INST/7catuc/cdi_econis_primary_894933906).

Figura 11

Elementos de la Gestión de Valor Ganado



Nota. De "Project Management Institute Practice Standard for Earned Value Management", por Newtown Square, 2002 (https://www.researchgate.net/profile/Behzad-Maleki-Vishkaei/post/Cost_Estimation_Project_Management/attachment/5c9f27bdcfe4a729949a0f5c/AS%3A742068263591937%401553934269557/download/PMI-EVM.pdf).

2.4 Aplicación de Gestión de Valor Ganado (GVG)

2.4.1 Aplicación de GVG en planificación

La implementación efectiva de la Gestión de Valor Ganado (GVG) requiere integrar alcance, cronograma y costo en la planificación del proyecto (PMI, 2013).

2.4.2 El alcance

Se recomienda desglosar las tareas según los lineamientos establecidos para crear una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) adecuada para el proyecto (PMI, 2013).

2.4.3 El cronograma

La Gestión de Valor Ganado (GVG) se implementa utilizando información de un Diagrama de Gantt y un cronograma dinámico. Facilita ver las repercusiones de cambios en el cronograma, permitiendo tomar medidas correctivas a tiempo (PMI, 2013).

2.4.4 Los recursos y costos

Para implementar la GVG, cada tarea debe tener los recursos y tarifas adecuados.

La asignación temporal del presupuesto y las metodologías para medir el valor ganado son clave para implementar la Gestión de Valor Ganado (GVG) en un proyecto. Para esta distribución es importante considerar la técnica adecuada para encontrar el valor ganado (EV) durante la vida del proyecto (PMI, 2013).

Tabla 4

Técnica de medición del valor ganado

Características de los Entregables	**Duración de la tarea**	**Técnica recomendada para la medición del valor ganado recomendada**	
Tangibles	1 ó 2 periodos de medición	Formula fija	
	Más de 2 periodos de medición	Hitos ponderados	
		Porcentaje completado	% duración completada
			% trabajo completado
			% unidades físicas completadas
			% físico completado
Intangibles	Cualquier duración	Esfuerzo proporcional	
		Nivel de esfuerzo	

Nota. De “PMBOK”, por PMI, 2013 (https://catalogo.upc.edu.pe/permalink/51UPC_INST/7catuc/cdi_elibro_books_ELB178506).

2.4.5 Formula fija

Es un método simplificado para evaluar eficientemente el avance de tareas. Las modalidades son 0/100 (se reconoce 100% al finalizar) y 50/50 (50% al iniciar y 50% al concluir). Se usará 0/100 para actividades cortas, 50/50 para medias y 30/70 para largas (PMI, 2013).

2.4.6 Porcentaje completado

Es la metodología más común, que evalúa el progreso según el porcentaje de cumplimiento actual, el cual varía según las características de la tarea y los resultados esperados.

- % de Duración completada = Duración real a la fecha / Duración total
  Se recomienda usarlo en tareas con rendimiento lineal durante su duración.
- % de Trabajo completado = Trabajo real a la fecha / Trabajo total

Se sugiere para tareas donde el avance parcial coincide con la proporción de horas trabajadas respecto al total.

- % de Unidades físicas completadas = Unidades físicas reales a la fecha / Unidades totales
  Se recomienda su uso en actividades que evalúen el progreso por unidades físicas completadas, como metros cúbicos de concreto o toneladas de acero.
- % Físico completado = Estimación del avance físico a la fecha de análisis.
  Se sugiere usarlo en actividades donde se mida el progreso por volumen físico y donde no se puedan aplicar las tres técnicas mencionadas (PMI, 2013).

2.5 Pasos para la ejecución de la GVG

2.5.1 Inicio

- Definir las medidas iniciales y utilizarlos de herramienta de análisis en Excel.
- Definir los términos de calidad que se deben usar para el control y monitoreo del proyecto acorde al plan de gestión del costo (PMI, 2013).

2.5.2 Planificación

- Definir la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)
- Utilizar la técnica de comprobación del valor ganado calculando SPI y CPI.
- Asignar los recursos/costos en cada una de las tareas.
- Establecer la asignación del presupuesto a lo largo del proyecto y su tiempo.
- Instaurar la línea base de medición del rendimiento (PMI, 2013).

2.5.3 Ejecución, seguimiento y control (para cada periodo de informes)

- Definir las fechas de los entregables (Hitos – informes semanales y mensuales).
- Registrar el % de avance acorde a la técnica de medición del V.G.
- Calcular constantemente el SPI y CPI.
- Actualizar el trabajo sobrante.
- Realizar un análisis de datos de la GVG.
- Definir o calcular vários prognósticos (forecast).
- Plantear acciones correctivas acorde a la necesidad.
- Entregar informes que incluyan indicadores de desempeño de forma semanal.
- Mantener la integridad en la línea base que se mide del rendimiento (PMI, 2013).

Capítulo 3: Metodologia

3.1 Marco referencial

Last Planner System es una herramienta utilizada en la industria de la construcción para poder mejorar el seguimiento de la planificación, Reducir la incertidumbre y la variabilidad. Mejorar los resultados de los proyectos y detectar posibles obstáculos que se abordan antes de que ralenticen el flujo.

Por otro lado, Gestión de Valor Ganado es una técnica de gestión de proyectos que permite controlar el progreso de un proyecto y se basa en comparar el trabajo realizado con el planificado a través de indicadores y graficas. Proporciona una medida objetiva del progreso del proyecto, también permite detectar problemas y desviaciones al igual que LPS, optimiza la asignación de recursos y por último facilita la comunicación entre las partes interesadas.

A continuación, se presenta casos de estudios a manera de referencia, en los cuales se aprecia el proceso de gestión de estas metodologías.

3.1.1 Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción

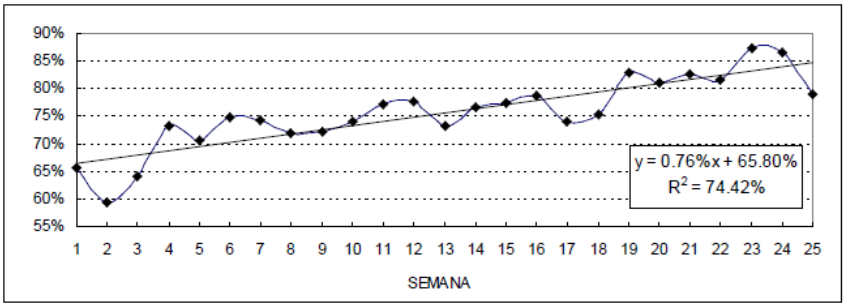
El sistema Last Planner mejora la planificación y control en proyectos de construcción, aumentando la fiabilidad y reduciendo la incertidumbre. En Medellín, se observó un incremento en el indicador PAC, con el cumplimiento del 65% en la primera semana y el 85% en la vigésima quinta semana de implementación (Botero & Alvarez, 2005).

La planificación intermedia, el diseño del plan de trabajo semanal y la realización de reuniones de seguimiento respecto a lo planificado tienen un impacto positivo en el progreso del proyecto y en su rendimiento en diversas dimensiones:

- La comunicación es clave, ya que la planificación y las actividades diarias se realizan colaborativamente en el sitio de construcción.
- Es esencial incluir a docentes, supervisores y contratistas en la planificación para garantizar su compromiso.
- Una cultura de medición es fundamental para establecer benchmarks relacionados con el desempeño del proyecto de mejora continua. Esto se lleva a cabo una vez que se ha definido el indicador PAC para evaluar el cumplimiento de lo planificado y se implementa la herramienta de forma sistemática.

Figuera 12

Evolución del PAC general en Medellín



Nota. De "Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín. Universidad del Norte Colombia - Ingeniería y Desarrollo", por L. Botero & M. Álvarez, 2005.

3.1.2 El impacto de la gestión del valor ganado en un proyecto de construcción social

Al aplicar la Gestión del Valor Ganado, es clave considerar planificación y ejecución del proyecto. En la planificación, se elabora la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) para definir los entregables en un proyecto de construcción. La fase de ejecución debe alinearse con las líneas bases de alcance, costo y cronograma. Esto se debe a que, durante la ejecución, variables como mano de obra, materiales y herramientas cambian constantemente, requiriendo actualizaciones diarias del progreso. Este proyecto se concibió como una Asociación Público-Privada (APP). El estado implementa viviendas sociales mediante el programa FONDO MIVIVIENDA. La entidad privada tiene un terreno propio y colabora con un bono estatal para ayudar a personas de bajos recursos. Ambas partes del proyecto no han implementado la Gestión del Valor Ganado (EVM) ni una Oficina de Gestión de Proyectos (PMO). Esta situación obstaculiza la adopción de buenas prácticas, como el control de costos y la gestión de desviaciones. El Cliente elaboró un APU con costos no realistas en Suma Alzada, afectando la línea base de costos. El Contratista realizó prácticas inadecuadas al no analizar los APUs según el mercado, resultando en entregables de mala calidad y incumplimiento contractual, lo que afectó negativamente el proyecto. La correcta aplicación de la Gestión del Valor Ganado beneficia todos los proyectos al interactuar con las líneas base en la ejecución. Al finalizar estos proyectos, se obtienen lecciones y un respaldo de las iniciativas, lo que fomenta la mejora continua ante desviaciones o pérdidas (Malpica & Gil, 2022).

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

Se mejoró el rendimiento de instalación de puentes modulares al aplicar la metodología del valor ganado, alcanzando el 79%. Mejoró el control del desempeño, estandarizó procesos y utilizó métricas. El análisis con la prueba T-Student mostró diferencias significativas en las varianzas del desempeño promedio. Por lo tanto, la metodología propuesta ha proporcionado información oportuna para la toma de decisiones.

Se realizó un diagnóstico preliminar sobre el control de proyectos de puentes modulares, evidenciando el uso exclusivo de PV, EV y CPI. Esta limitación impide obtener información precisa sobre el rendimiento del proyecto, como se muestra en un diagrama de flujo. La verificación inicial arrojó un 11% según la metodología establecida.

La metodología del valor ganado se basa en la Guía EIA-748-D y se articula en cinco procesos: organización, planificación, contabilidad, análisis y revisión. Se utilizó la Guía PMBOK, versión 6, donde cada criterio se consideró un proceso con entradas, salidas y herramientas. Es crucial que el personal reciba capacitación adecuada para estandarizar y desarrollar información eficazmente (Paipay & Joo, 2024).

Figura 13

Índice de Desempeño SPI, CPI, TCPI



Nota. De “Diseño de metodología del valor ganado para optimizar el desempeño de la instalación de puentes modulares. Revista latinoamericana de ciencias sociales y humanidades” por J. Paipay & A. Joo, 2024.

3.2 Descripción de la organización

3.2.1 Descripción de la empresa caso de estudio

La empresa tiene como objetivo el velar por la garantía de sus trabajos y mejorar los procesos de para la ejecución de sus proyectos de estabilización de estabilización de taludes en minería, con la vanguardia que los caracteriza. La empresa propone satisfacer las necesidades de sus clientes que, por el intemperismo, cambios climáticos y lluvias constantes en la parte andina del territorio nacional tiene estructuras propensas a sufrir daños significativos que pueden llegar hasta para las operaciones en la Unidad Minera.

En el año 2022 y 2023 la empresa ha sufrido caída de la utilidad bruta a nivel general menor a un 30% que es lo que tienen como meta, es por ello que en el año 2024 la empresa realizo un cambio de dirección para revertir sus resultados operacionales, que se han visto afectados por la falta de previsión, crecimiento del volumen de venta no esperada, además de la falta de un sistema de planificación y control de los distintos proyectos que ejecuta por año (Información privada, 2025).

3.2.2 Características de la empresa

- Sede central: Lima
- Rubro: Construcción y/o otras categorías
- Especialidad: Estabilización de taludes y estructuras de protección
- Inicio operaciones: 2009
- Metrados ejecutados 2024:
  - Instalación de mallas: 291, 444.00 m2
  - Perforación de anclajes: 34,040.00 ml
  - Shotcrete: 1,225 m3
- Volumen de venta anual: 20 millones soles
- Margen bruto anual: 30% (Información privada, 2025).

3.2.3 Alcances de la empresa y principales clientes

Los principales clientes de la empresa en estudio son unidades mineras que se encuentran en el territorio peruano, pero también cuenta con clientes de energía e infraestructura. A continuación, se listan por categoría (Información privada, 2025):

- **Unidades Mineras:** Antamina, La Área, La Zanja, Toquepala, Quellaveco, Cuajone, Yanacocha, Las Bambas, etc.

- **Centrales hidroeléctricas:** Celepsa, Cheves, La Oroya, Cerro del águila, etc.
- **Infraestructura:** OHLA S.A., COSAPI S.A., JJC S.A., Besalco S.A., SACYR S.A., Cumbra S.A., etc (Información privada, 2025).

3.3 Diagnóstico de los años de estudio

3.3.1 Resultados financieros por año

Para el siguiente trabajo de investigación de la empresa del rubro de estabilización, se analizarán los resultados operativos de los años 2022, 2023 y 2024.

Tabla 5

Tabla de los resultados financieros del año 2022 y 2023

Año	S/. 2023	%	S/. 2022	%
Facturación a Terceros	22,525,514.75	76.40%	12,756,704.00	88.00%
Facturación a Vinculadas	6,958,123.25	23.60%	1,739,530.81	12.00%
Cifra de Negocio	29,483,638.00	100.00%	14,496,234.81	100.00%
Producción Pendiente Facturar	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Producción	**29,483,638.00**	**100.00%**	**14,496,234.81**	**100.00%**
Materiales	15,625.44	0.05%	8,720.04	0.06%
Portes	-758,391.52	-2.57%	-369,114.12	-2.55%
Alquileres	-2,345,132.14	-7.95%	-958,122.47	-6.61%
Gasoil	-78,954.24	-0.27%	-31,655.33	-0.22%
Subcontratación	-53,781.11	-0.18%	-985,621.18	-6.80%
Otros consumos en Obra	-5,181,528.78	-17.57%	-2,689,544.41	-18.55%
Consumos	**-8,402,162.35**	**-28.50%**	**-5,025,337.47**	**-34.67%**
MOD Obras Propias	-5,578,524.33	-18.92%	-2,685,632.77	-18.53%
MOD Obras Ingenieros	-4,000,253.90	-13.57%	-1,369,758.90	-9.45%
Dietas y gastos viaje MOD	-4,005,251.05	-13.80%	-869,214.78	-6.00%
EPIS, Seguridad y Formación	-814,332.74	-2.76%	-469,256.65	-3.24%
Coste Personal Obra	**-12,398,362.02**	**-48.84%**	**-5,393,863.10**	**-37.21%**
Repuestos y Útiles (costes)	-38,142.22	-0.13%	-38,142.22	-0.26%
Amortización Equipos Obra	-718,250.28	-2.44%	-487,729.08	-3.36%
Coste Obra	**-23,556,916.87**	**-79.90%**	**-10,945,071.87**	**-75.50%**
Utilidad Obra	**5,926,721.13**	**20.10%**	**3,551,162.94**	**24.50%**
Personal Taller Almacén	-572,370.44	-1.94%	-368,122.79	-2.54%
Gastos Directos Taller-Almacén	-186,984.77	-0.63%	-122,245.32	-0.84%
Gastos Generales Taller-Almacén	-40,998.55	-0.14%	-19,978.57	-0.14%
Reparación y Conservación	-88,811.08	-0.30%	-50,636.09	-0.35%
Coste Taller-Almacén	**-889,164.84**	**-3.02%**	**-560,982.77**	**-3.87%**
Utilidad Bruto	**5,037,556.29**	**17.09%**	**2,990,180.17**	**20.63%**

Nota. La información fue extraída de una fuente privada, la misma que es consecuencia de la recopilación y análisis de la empresa de estudio.

3.3.2 Resultados de proyectos incidentes por año

A continuación, se mostrarán los proyectos más relevantes de los años 2022 y 2023 gestionados con métodos tradicionales y el resultado del 2024 donde se aplicaron la metodología del Last Planner System y Gestión el Valor Ganado para la mejor de la rentabilidad bruta.

Tabla 6

Resultados financieros por obras del año 2022

Obras	U.M. QUELLAVECO	%	U.M. UNTUCA - 1ERA FASE	%	U.M. UNTUCA - 2DA FASE	%	C.H. BAÑOS	%	C.H. RUCUY	%	TRIANGULO MACROPOLIS	%
Facturación a Terceros	6,927,652.25	80.97%	622,826.21	100.00%	1,165,904.04	100.00%	447,900.36	100.00%	476,938.25	100.00%	340,926.79	100.00%
Facturación a Vinculadas	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Cifra de Negocio	**6,927,652.25**	**80.97%**	**622,826.21**	**100.00%**	**1,165,904.04**	**100.00%**	**447,900.36**	**100.00%**	**476,938.25**	**100.00%**	**340,926.79**	**100.00%**
Producción	**8,556,054.35**	**100.00%**	**622,826.21**	**100.00%**	**1,165,904.04**	**100.00%**	**447,900.36**	**100.00%**	**476,938.25**	**100.00%**	**340,926.79**	**100.00%**
Materiales	-860,987.83	-10.06%	-173,270.31	-27.82%	-190,992.03	-16.38%	-113,621.48	-25.37%	-62,802.48	-13.17%	-103,570.44	-30.38%
Portes	-230,672.67	-2.70%	-38,560.17	-6.19%	-40,544.07	-3.48%	-20,071.02	-4.48%	-11,038.98	-2.31%	-12,025.60	-3.53%
Alquileres	-736,389.01	-8.61%	-26,448.64	-4.25%	-49,929.47	-4.28%	-19,724.48	-4.40%	-26,563.05	-5.57%	-10,219.72	-3.00%
Subcontratación	-371,410.62	-4.34%	-610.17	-0.10%	0.00	0.00%	-4,341.60	-0.97%	-1,911.60	-0.40%	0.00	0.00%
Otros consumos en Obra	571,573.65	6.68%	55,702.38	8.94%	-112,614.32	-9.66%	-3,221.82	-0.72%	17,005.24	3.57%	-3,392.08	-0.99%
Consumos	**-1,627,886.48**	**-19.03%**	**-183,186.91**	**-29.41%**	**-394,079.89**	**-33.80%**	**-160,980.40**	**-35.94%**	**-85,310.87**	**-17.89%**	**-129,207.84**	**-37.90%**
MOD Obras Propias	-2,196,697.95	-25.67%	-87,547.73	-14.06%	-262,400.70	-22.51%	-48,014.70	-10.72%	-47,279.37	-9.91%	-24,757.33	-7.26%
MOD Obras Ingenieros	-1,132,036.64	-13.23%	-150,299.26	-24.13%	-47,920.09	-4.11%	-60,605.14	-13.53%	-19,731.73	-4.14%	-20,195.69	-5.92%
Dietas y gastos viaje MOD	-448,949.39	-5.25%	-7,157.51	-1.15%	-64,782.22	-5.56%	-31,094.16	-6.94%	-7,167.17	-1.50%	-17,363.00	-5.09%
EPIS, Seguridad y Formación	-150,713.86	-1.76%	-12,359.39	-1.98%	-81,665.00	-7.00%	-18,494.19	-4.13%	-6,970.76	-1.46%	-11,133.83	-3.27%
Coste Personal Obra	**-3,928,397.85**	**-45.91%**	**-257,363.89**	**-41.32%**	**-456,768.01**	**-39.18%**	**-158,208.19**	**-35.32%**	**-81,149.03**	**-17.01%**	**-73,449.85**	**-21.54%**
Repuestos y Útiles (costes)	-716,665.07	-4.55%	-50,019.48	-8.03%	-19,723.91	-1.69%	-23,240.21	-5.19%	-150,817.98	-31.62%	-58,524.19	-17.17%
COSTE OBRA	**-6,271,959.39**	**-73.30%**	**-490,570.28**	**-78.77%**	**-870,571.81**	**-74.67%**	**-342,428.80**	**-76.45%**	**-317,277.88**	**-66.52%**	**-261,181.88**	**-76.61%**
UTILIDAD OBRA	**2,284,094.97**	**26.70%**	**132,255.93**	**21.23%**	**295,332.23**	**25.33%**	**105,471.56**	**23.55%**	**159,660.37**	**33.48%**	**79,744.91**	**23.39%**
Personal Taller Almacén	-273,036.36	-3.19%	-1,224.69	-0.20%	-903.33	-0.08%	-9.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Gastos Directos Taller-Almacén	-236,291.02	-2.76%	-1,945.50	-0.31%	-943.21	-0.08%	-4,942.44	-1.10%	-1,345.68	-0.28%	-631.54	-0.19%
Gastos Generales Taller-Almacén	-167,035.73	-1.95%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Reparación y Conservación	-38,511.96	-0.45%	-4,420.00	-0.71%	-20,460.00	-1.75%	-3,508.31	-0.78%	-20,079.36	-4.21%	0.00	0.00%
COSTE TALLER-ALMACÉN	**-714,875.07**	**-8.36%**	**-7,590.19**	**-1.22%**	**-22,306.54**	**-1.91%**	**-8,459.75**	**-1.89%**	**-21,425.04**	**-4.49%**	**-631.54**	**-0.19%**
UTILIDAD BRUTO	**1,569,219.90**	**18.34%**	**124,665.74**	**20.02%**	**273,025.69**	**23.42%**	**97,011.81**	**21.66%**	**138,235.33**	**28.98%**	**79,113.37**	**23.21%**

Nota. La información fue extraída de una fuente privada, la misma que es consecuencia de la recopilación y análisis de la empresa de estudio.

Tabla 7

Resultados financieros por obras del año 2023

Obras	U.M. QUELLAVECO	%	U.M. YANACOCHA	%	U.M. CERRO LINDO	%	LINEA AMARILLA	%	U.M. LA ARENA	%	U.M. CERRO VERDE	%
Facturación a Terceros	11,609,453.17	100.00%	6,330,676.60	100.00%	1,554,604.41	97.62%	1,101,619.79	100.00%	414,650.90	100.00%	253,467.50	100.00%
Facturación a Vinculadas	0.00	0.00%	0.00	0.00%	37,970.00	2.38%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Cifra de Negocio	**11,609,453.17**	**100.00%**	**6,330,676.60**	**100.00%**	**1,592,574.41**	**100.00%**	**1,101,619.79**	**100.00%**	**414,650.90**	**100.00%**	**253,467.50**	**100.00%**
Producción	**11,609,453.17**	**100.00%**	**6,330,676.60**	**100.00%**	**1,592,574.41**	**100.00%**	**1,101,619.79**	**100.00%**	**414,650.90**	**100.00%**	**253,467.50**	**100.00%**
Materiales	-24,441.12	-0.21%	-26,004.39	-0.41%	-38,100.30	-2.39%	-123,052.74	-11.17%	-14,232.04	-3.43%	-3,216.12	-1.27%
Portes	-235,119.31	-2.03%	-120,746.74	-1.91%	-43,049.32	-2.70%	-1,944.06	-0.18%	-1,230.51	-0.30%	-15,889.07	-6.27%
Alquileres	-930,654.48	-8.02%	-310,301.76	-4.90%	-50,949.76	-3.20%	-35,860.61	-3.26%	-9,240.52	-2.23%	-30,069.68	-11.86%
Gasoil	-257,897.65	-2.22%	-10,932.17	-0.17%	-28,151.20	-1.77%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Subcontratación	-297,703.20	-2.56%	-91,585.33	-1.45%	-2,280.00	-0.14%	0.00	0.00%	-32,450.65	-7.83%	-6,773.55	-2.67%
Otros consumos en Obra	-3,367,678.50	-29.01%	-3,797,005.79	-59.98%	-22,324.83	-1.40%	0.00	0.00%	-53,626.99	-12.93%	-40,568.70	-16.01%
Consumos	**-5,113,494.25**	**-44.05%**	**-4,356,576.18**	**-68.82%**	**-184,855.41**	**-11.61%**	**-160,857.41**	**-14.60%**	**-110,780.71**	**-26.72%**	**-96,517.12**	**-38.08%**
MOD Obras Propias	-1,894,563.37	-16.32%	-575,415.37	-9.09%	-200,448.81	-12.59%	-440,679.23	-40.00%	-72,505.00	-17.49%	-47,674.59	-18.81%
MOD Obras Ingenieros	-1,681,847.23	-14.49%	-300,237.26	-4.74%	-52,927.90	-3.32%	-47,209.43	-4.29%	-31,771.27	-7.66%	-31,476.58	-12.42%
Dietas y gastos viaje MOD	-363,572.34	-3.13%	-107,074.39	-1.69%	-123,351.94	-7.75%	-105,036.01	-9.53%	-10,297.41	-2.48%	-39,345.66	-15.52%
EPIS, Seguridad y Formación	-271,357.00	-2.34%	-152,194.96	-2.40%	-84,474.67	-5.30%	-49,532.47	-4.50%	-9,774.19	-2.36%	30,905.95	12.19%
Coste Personal Obra	**-4,211,339.94**	**-36.28%**	**-1,134,921.98**	**-17.93%**	**-461,203.32**	**-28.96%**	**-642,457.14**	**-58.32%**	**-124,347.87**	**-29.99%**	**-87,590.88**	**-34.56%**
Repuestos y Útiles (costes)	-187,275.81	-0.12%	-16,940.27	-0.27%	-1,782.61	-0.11%	-13,372.35	-1.21%	-68.99	-0.02%	2.97	0.00%
COSTE OBRA	**-9,512,110.01**	**-81.93%**	**-5,508,438.43**	**-87.01%**	**-647,841.34**	**-40.68%**	**-816,686.90**	**-74.14%**	**-235,197.57**	**-56.72%**	**-184,105.03**	**-72.63%**
UTILIDAD OBRA	**2,097,343.16**	**18.07%**	**822,238.17**	**12.99%**	**944,733.07**	**59.32%**	**284,932.89**	**25.86%**	**179,453.33**	**43.28%**	**69,362.47**	**27.37%**
Personal Taller Almacén	-97,831.89	-0.84%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Gastos Directos Taller-Almacén	-83,085.63	-0.72%	-11,218.79	-0.18%	-3,901.97	-0.25%	-2,799.38	-0.25%	-1,151.27	-0.28%	-1,018.47	-0.40%
Gastos Generales Taller-Almacén	-83,719.78	-0.72%	-81,925.64	-1.29%	0.00	0.00%	-82.00	-0.01%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Reparación y Conservación	-13,369.04	-0.12%	-2,966.41	-0.05%	-6,546.00	-0.41%	-7,299.50	-0.66%	-32,344.00	-7.80%	0.00	0.00%
COSTE TALLER-ALMACÉN	**-278,006.34**	**-2.39%**	**-96,110.84**	**-1.52%**	**-10,447.97**	**-0.66%**	**-10,180.88**	**-0.92%**	**-33,495.27**	**-8.08%**	**-1,018.47**	**-0.40%**
UTILIDAD BRUTO	**1,819,336.82**	**15.67%**	**726,127.33**	**11.47%**	**934,285.10**	**58.67%**	**274,752.01**	**24.94%**	**145,958.06**	**35.20%**	**68,344.00**	**26.96%**

Nota. La información fue extraída de una fuente privada, la misma que es consecuencia de la recopilación y análisis de la empresa de estudio.

3.3.3 Incidencia de partidas en presupuestos

A continuación, se muestra cómo se distribuyen los ingresos de producción en los diversos proyectos ejecutados en el año 2022 y 2023 de la empresa del rubro de estabilización de taludes.

Tabla 8

Incidencias de las partidas incidentes y recurrentes de los presupuestos generados en el 2022 y 2023

ITEM	CATEGORIA	AÑO 2022				AÑO 2023			
		UND	METR.	TOTAL	% PART.	UND	METR.	TOTAL	% PART.
1	Línea de Vida	ML	9934.12	415,444.70	**2.87%**	ML	4791.32	515,682.71	**1.75%**
2	Instalación de Barrera	M2	973.17	535,242.05	**3.69%**	M2	1562.48	1,488,826.41	**5.05%**
3	Desquinche	M2	86564.71	1,098,506.17	**7.58%**	M2	102342.78	2,460,331.89	**8.34%**
4	Instalación de Malla	M2	121429.12	2,875,441.53	**19.84%**	M2	171444.02	6,622,712.18	**22.46%**
5	Perforación Manual de Anclajes	ML	13674.89	1,938,825.71	**13.37%**	ML	17040.02	4,452,291.42	**15.10%**
6	Perforación de Anclajes con Equipo Aligerado	ML	11064.64	3,501,626.94	**24.16%**	ML	17040.02	8,873,366.31	**30.09%**
7	Inyección de Lechada	ML	28267.40	1,554,424.31	**10.72%**	ML	17040.02	1,823,154.58	**6.18%**
8	Lanzamiento de Shotcrete	ML	10606.84	1,409,013.25	**9.72%**	ML	17040.02	1,700,924.56	**5.77%**
9	Misceláneos	GLB	1.00	1,167,700.71	**8.06%**	GLB	1.00	1,547,242.33	**5.25%**
TOTAL GENERAL (COSTO DIRECTO) =				**14,496,225.35**	**100.00%**			**29,484,532.39**	**100.00%**

Nota. La información fue extraída de una fuente privada, la misma que es consecuencia de la recopilación y análisis de la empresa de estudio.

3.4 Diagnóstico de la empresa caso de estudio

3.4.1 Detalle de los sub problemas que se presentaron en los proyectos

En la gestión tradicional en los proyectos de estabilización de taludes a menudo se generan desviaciones significativas entre los costos presupuestados y los costos reales de ejecución, lo que significa la pérdida del margen bruto esperado de la empresa. En los casos de estudio analizados mostrados anteriormente, se han identificado subproblemas críticos, que han afectado en los resultados anuales. A continuación, se describen las causas:

a) Sub problema 01: Partida de "Desquinche de talud"

Descripción del problema:

La partida de Desquinche de Talud representa aproximadamente un 7% del ingreso de los proyectos ejecutados, del cual se ha evidenciado que el rendimiento meta de dicha partida muchas veces no se puede cumplir por el bajo rendimiento de los trabajadores, difíciles accesos, cambios climáticos y por la falta de entrenamiento en la actividad.

Causas inmediatas identificadas:

- Bajo rendimiento de los operarios y oficiales
- Falta de accesos, lo que dificulta la ejecución de los trabajos al tener que realizar actividades contributarias.
- Reubicación de medios de protección para control de caída de rocas.
- Cambios climáticos adversos, lo que no permiten la continuidad de la ejecución de la partida por seguridad del personal involucrado en la actividad.

Figura 14

Trabajos de desquinche en talud en vía de mediano tránsito



b) Sub problema 02: Partida de "Instalación de Malla"

Descripción del problema:

La partida de Instalación de Malla representa aproximadamente un 22% del ingreso de los proyectos ejecutados, del cual se ha evidenciado que el rendimiento meta de dicha partida cambia constantemente por la orografía del terreno y los taludes a estabilizar, en varias ocasiones se contemplan traslapes adicionales que generan perdida de rendimiento al medir el avance por m2 neto, otro factor que afecta es la altura del talud que al ser poco accesible dificulta el traslado de la malla (actividad contributaria) y genera perdida de rendimiento. Por último, no se puede cumplir el rendimiento de los trabajadores por los cambios climáticos y por la falta de entrenamiento en la actividad.

Causas inmediatas identificadas:

- Falta de topografía real del talud a estabilizar.
- Falta de consideración del incremento traslapes en las mallas metálicas a instalar.
- Dificultad de traslado de los rollos de malla hacia el talud para su instalación. Aumento de tiempo de la actividad contributaria.
- Cambios climáticos adversos, lo que no permiten la continuidad de la ejecución de la partida por seguridad del personal involucrado en la actividad.

Figura 15

Trabajos de tendido de malla en tajo minero



c) Sub problema 03: Partida de "Perforación Manual de Anclajes"

Descripción del problema:

La partida de Perforación Manual de Anclajes representa aproximadamente un 13% del ingreso de los proyectos ejecutados, del cual se ha evidenciado que el rendimiento meta de dicha partida muchas veces no se puede cumplir por el bajo rendimiento de los trabajadores, también por dificultades de terreno al ser variable (roca, sueldos blandos, sueldos semiduros, etc.). Por otro lado, la falta de programación de secuencia de ejecución, entre los que van en la parte superior e inferior del talud y los que van en el cuerpo con un ángulo de perforación específico. Por último, no se puede cumplir el rendimiento de los trabajadores por los cambios climáticos y por la falta de entrenamiento en la actividad.

Causas inmediatas identificadas:

- Bajo rendimiento de los operarios y oficiales por falta de experiencia en perforación en diferentes tipos de terreno.
- Dificultades al perforar por el terreno a estabilizar.
- Deficiente programación de la secuencia de ejecución de los anclajes, por no incorporar sectorización y trenes de trabajo.
- Falta de experiencia en criterios de secuencia de ejecución de los anclajes en taludes irregulares.
- Cambios climáticos adversos, lo que no permiten la continuidad de la ejecución de la partida por seguridad del personal involucrado en la actividad.

Figura 16

Trabajos de perforación de anclajes con martillo neumático manual



d) Sub problema 04: Partida de "Perforación con Equipo Aligerado de Anclajes"

Descripción del problema:

La partida de Perforación con Equipo Aligerado de Anclajes representa aproximadamente un 29% del ingreso de los proyectos ejecutados, del cual se ha evidenciado que el rendimiento meta de dicha partida muchas veces no se puede cumplir por la falta de capacidad para operar los equipos de perforación aligerados, también por dificultades de terreno al tener orografías variables que impiden el libre desplazamiento del equipo aligerado en el talud, también el tipo de terreno, sobre todo cuando son suelos poco consolidados que no permiten ejecutar completamente el bulbo del anclaje y se tiene que realizar barrido y limpieza del bulbo para garantizar la integridad del anclaje. Por otro lado, la falta de programación de secuencia de ejecución, entre los que van en la parte superior e inferior del talud y los que van en el cuerpo que muchas veces tienen un patrón de anclaje amplio y genera perdida de rendimiento en el traslado del equipo (actividad contributaria). Por último, no se puede cumplir el rendimiento de los trabajadores por los cambios climáticos y por la falta de entrenamiento en la actividad.

Causas inmediatas identificadas:

- Bajo rendimiento de los operarios y oficiales por falta de experiencia en perforación en diferentes tipos de terreno.
- Dificultades al perforar por el terreno a estabilizar y su orografía accidentada.
- Deficiente programación de la secuencia de ejecución de los anclajes, por no incorporar sectorización y trenes de trabajo.
- Falta de experiencia en criterios de secuencia de ejecución de los anclajes en taludes irregulares.
- Cambios climáticos adversos, lo que no permiten la continuidad de la ejecución de la partida por seguridad del personal involucrado en la actividad.

Figura 17

Trabajos de perforación de anclajes con equipo perforador ligero



e) Sub problema 05: Partida de "Inyección de Lechada de Cemento"

Descripción del problema:

La partida de Inyección de Lechada de Cemento representa aproximadamente un 5% del ingreso de los proyectos ejecutados, del cual se ha evidenciado que el rendimiento meta de dicha partida no se puede cumplir por las dificultades operativas y distancias del talud, que genera aumento de traslados del área de preparación (actividad contributaria), o en su defecto aumentar las longitudes de incorporación de mangueras que merma la presión de la inyección y por ende la velocidad de la ejecución de la actividad. Por otro lado, el tipo de terreno que al estar fracturado o tener cavidades internas generan perdida de lechada de cemento por dichos espacios y no permite el llenado completo del bulbo del anclaje ejecutado. Por último, no se puede cumplir el rendimiento de los trabajadores por los cambios climáticos y por la falta de entrenamiento en la actividad.

Causas inmediatas identificadas:

- Largas distancias y altura del talud a estabilizar que generan aumentar los traslados del equipo de inyección (actividad contributaria).
- Poca accesibilidad para poder realizar la preparación de la lechada de cemento.
- Aumento de longitud de mangueras para poder trasladar la lechada de cemento, lo que merma la velocidad de inyección y por ende afecta al rendimiento meta.

- Presencia de fracturas, cavidades y/o espacios fisurados en el talud que no permiten que el bulbo del anclaje quede inyectado en su totalidad.
- Deficiente programación de la secuencia de ejecución de la inyección, por no incorporar sectorización y trenes de trabajo.
- Cambios climáticos adversos, lo que no permiten la continuidad de la ejecución de la partida por seguridad del personal involucrado en la actividad.

Figura 18

Trabajos de inyección de anclajes en talud



f) Sub problema 06: Partida de "Lanzado de Shotcrete"

Descripción del problema:

La partida de Desquinche de Talud representa aproximadamente un 12% del ingreso de los proyectos ejecutados, del cual se ha evidenciado que el rendimiento meta de dicha partida muchas veces se ve afectado por la falta de entrenamiento en la ejecución de los operarios, también se afecta por las dificultades operativas y distancias del talud, que genera aumento de traslados del área de recepción del shotcrete (actividad contributaria), o en su defecto aumentar las longitudes de incorporación de mangueras que merma la velocidad del traslado del shotcrete y por ende de la ejecución de la actividad del lanzado. El tipo de terreno que al estar fracturado o tener cavidades cóncavas o convexas que generan dificultades para la proyección y no permiten la construcción completa de la pantalla de concreto y genera retrabajos de lanzado. Por otro lado, el diseño de mezcla del shotcrete, el control de la proporción de los aditivos y las presiones para su lanzado generan que exista rebote (desperdicio), lo que se traduce en disminución de rendimiento

y pérdida económica por incremento de volumen concreto a lanzar. Por último, no se puede cumplir el rendimiento de los trabajadores por los cambios climáticos.

Causas inmediatas identificadas:

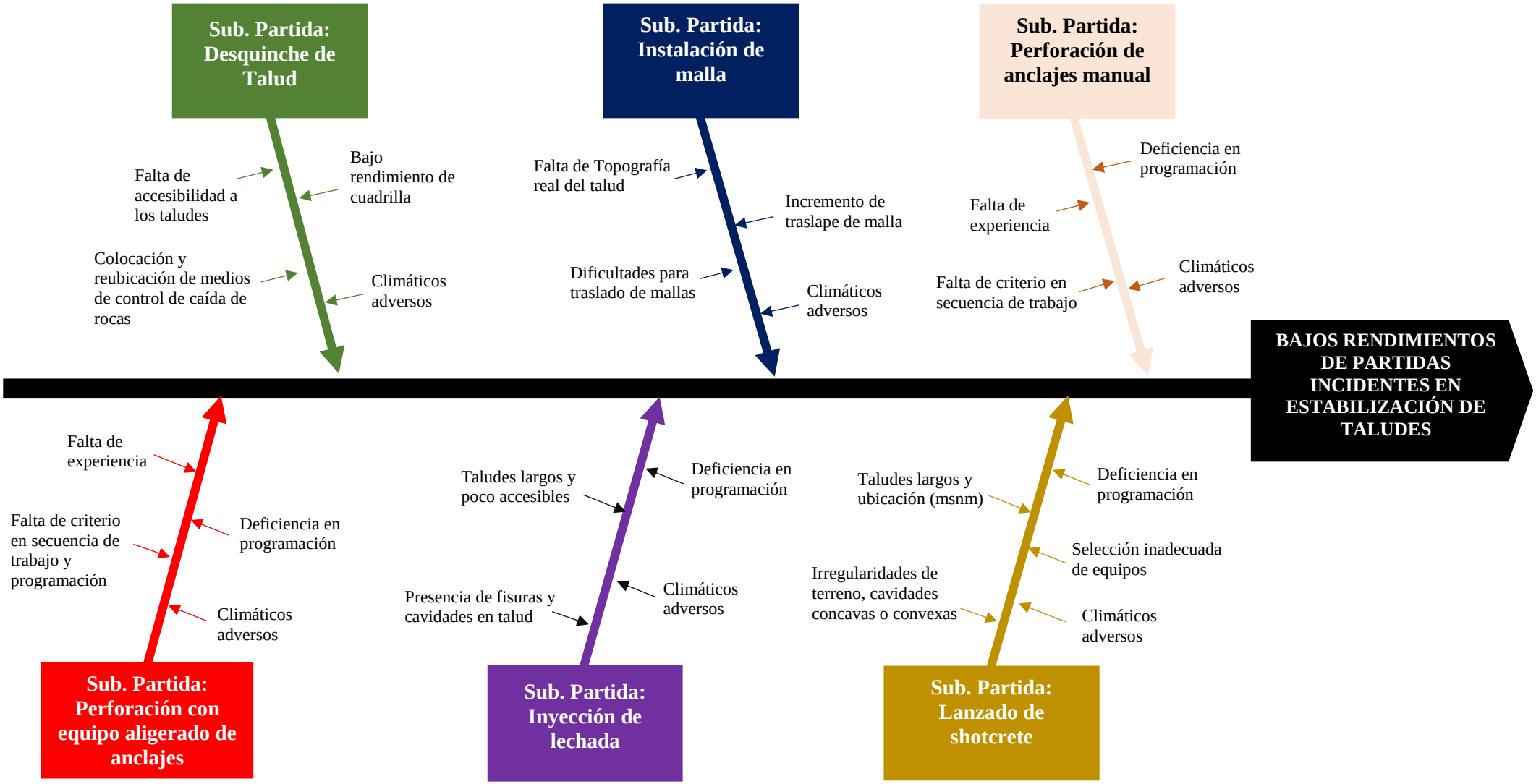
- Bajo rendimiento de los operarios y oficiales por falta de entrenamiento para la ejecución de la actividad.
- Poca accesibilidad para la recepción del shotcrete a instalar en el talud, lo que genera un aumento de instalación de mangueras para el traslado de la mezcla (actividad contributaria).
- Aumento de longitud de mangueras para poder trasladar la mezcla, lo que merma la velocidad de proyección y por ende afecta al rendimiento meta.
- Irregularidades del terreno, cavidades cóncavas o convexas y/o espacios fisurados en el talud que no permiten la proyección homogénea del shotcrete y por ende retrabajos.
- Falta de accesos, lo que dificulta la ejecución de los trabajos al tener que realizar actividades contributarias.
- Ubicación geográfica de los taludes a estabilizar (msnm)
- Cambios climáticos adversos, lo que no permiten la continuidad de la ejecución de la partida por seguridad del personal involucrado en la actividad.

Figura 19

Trabajos de lanzando de concreto "shotcrete" en talud



3.4.2 Análisis de Causas Raíz



3.4.3 Análisis de restricciones de diversos proyectos

A continuación, se realiza una valoración de las principales restricciones y complicaciones que retrasan los rendimientos de las partidas en ejecución de una empresa del rubro de estabilización de taludes.

Tabla 9

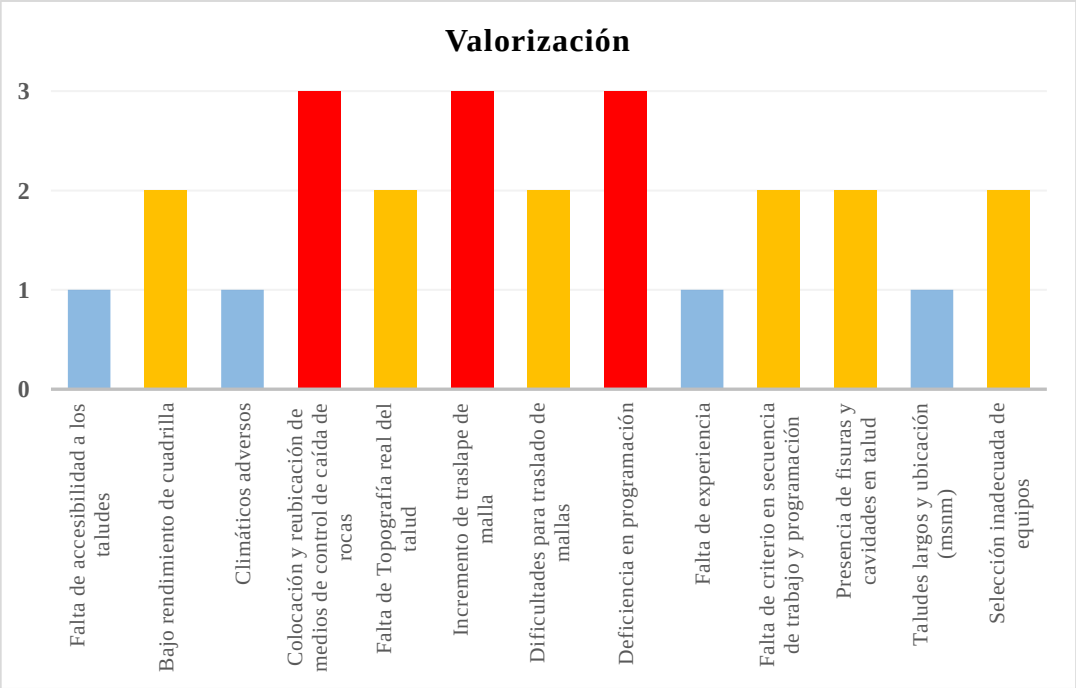
Principales causas que generan retrasos en los proyectos

Principales causas	Valoración
Falta de accesibilidad a los taludes	1
Bajo rendimiento de cuadrilla	2
Climáticos adversos	1
Colocación y reubicación de medios de control de caída de rocas	3
Falta de Topografía real del talud	2
Incremento de traslape de malla	3
Dificultades para traslado de mallas	2
Deficiencia en programación	3
Falta de experiencia	1
Falta de criterio en secuencia de trabajo y programación	2
Presencia de fisuras y cavidades en talud	2
Taludes largos y ubicación (msnm)	1
Selección inadecuada de equipos	2

Nota. Valoración de principales causas de retrasos en los proyectos. Escala: 1 – Severo; 2 – Moderado; 3 – Leve.

Figura 20

Valoración de Causas de No Cumplimiento



Capítulo 4: Análisis de resultados

4.1 Propuesta de Valor

4.1.1 Implementación de Last Planner System

Luego de fundamentar la teoría de Lean Construction en la organización, se implementó el Last Planner Systema en los proyectos de estabilización de taludes. Se muestra como la empresa realiza la implementación de la metodología, pero que aún surgen diferentes factores que no permiten que se desarrolle la totalidad las herramientas de gestión. Se muestran los factores e indicadores que se obtuvieron de aplicar la metodología en el año 2024.

Tabla 10

Puntos clave en reunión Last Planner System

Reunión	Eventos Claves	Desafíos Tocados
Reunión de Inicio	Presentación de objetivos, definición del proyecto, alineación del equipo.	Comunicación efectiva, establecimiento de metas claras.
Reunión de Planificación	Elaboración del plan de trabajo, identificación de actividades, secuenciación.	Coordinación entre disciplinas, gestión de tiempos.
Reunión de Coordinación	Revisión del progreso, detección de problemas, ajustes en el plan.	Resolución de conflictos, adaptación a cambios.
Reunión de Control	Seguimiento de indicadores, análisis de desviaciones, acciones correctivas.	Control de calidad, gestión de riesgos.
Reunión de Cierre	Evaluación del proyecto, lecciones aprendidas, cierre formal.	Mejora continua, documentación de buenas prácticas.

4.1.2 Reunión de equipo de trabajo

Al tener obras a lo largo y ancho del territorio nacional, la gran mayoría de proyectos se tienen que hacer virtuales para seguimiento, las cuales servían para tener un control y seguimiento de cada obra en ejecución. A su vez, se implementaron régimen de visitas mensuales por los gerentes de producción y proyectos para un seguimiento más cercanos.

Entre los principales puntos a revisar en cada reunión y visita es el asesoramiento en la herramienta de planificación y control Last Planner System en el rubro de estabilización de taludes. Estas reuniones sirvieron a las obras, en ellas cada área expone su plan de trabajo semanal, así como sus restricciones, pendientes y compromisos para la semana. La finalidad de estas reuniones con todas las áreas está centrada en transmitir a todo el equipo lo que podría generar un inconveniente a futuro. Con esto se genera el debate, y los cuestionamientos, es por ello que todos se alinean al plan general para las próximas 3 semanas subsiguientes, con ello se busca la integración del equipo y su eficiencia.

El problema principal es que estas reuniones tantos virtuales como presenciales la herramienta de Last Planner System era de desconocimiento casi total de todos los equipos de trabajo de cada proyecto, además, así que cada área iba ejecutando sus entregables en base a la experiencia de sus integrantes.

Confiamos en que este tipo de reuniones hubieran servido en gran medida para detectar fallos, errores o desviaciones en la ejecución de los proyectos, y a su vez registrarlas para su análisis y difusión en proyectos similares.

Los grupos de trabajo que conforman las reuniones tiene los siguientes integrantes: Ingeniero Residente, ingeniero de producción, ingeniero calidad, ingeniero supervisor SSOMA, capataz, responsable de logística, los cuales tienen que abordar en la presente reunión del equipo de trabajo, los procedimientos de la planificación a 3 semanas, semanal y diaria, en conjunto con el análisis semanal de avance.

Se implementa que todo el personal líder en el proyecto (línea de mando) participe e intervenga en la programación semanal, en donde todos obtienen el conocimiento respecto a las partidas a ejecutar, con el propósito de detectar las restricciones, también que al terminar la jornada semanal se evalué el cumplimiento de metas ejecutadas. En caso de incumplimiento estas se analizan y se debe determinar las Causas de No Cumplimiento y el porqué de los impedimentos, esto con él fin de corregir las acciones para en las futuras actividades y jornadas laborales.

4.1.3 Elaboración de los Master Plan (MSP)

El master plan, o plan maestro, es un documento que define los lineamientos y objetivos de un proyecto, operación o territorio. Es una herramienta que ayuda a visualizar la hoja de ruta de un proyecto, y a coordinar los esfuerzos para alcanzar los objetivos. A su

vez se plasman los Hitos del proyecto. Dichos Hitos son aprobados con la Gerencia de Producción y estas fechas no se modifican a lo largo de todo el proyecto, ya que con ello es que se mide el real avance de la obra. La autorización del cambio del Plan Master de cada proyecto se da solo por Gerencia de Producción.

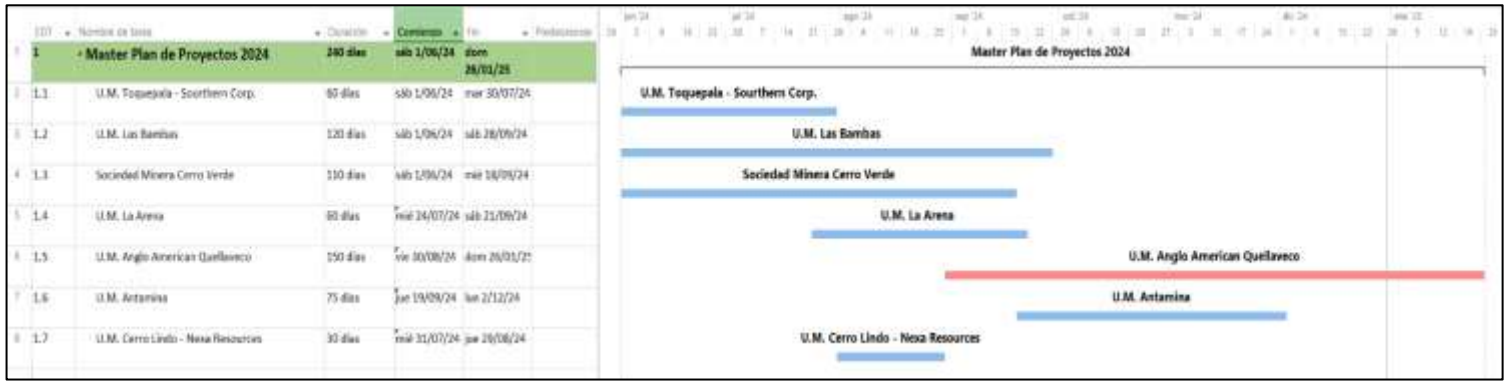
Para cada una de las obras los Planes Maestros son elaborados por el Ingeniero Residente de Obra y aprobados por el Gerente de Producción. Cuyo plan es buscar guiar al responsable de obra en elaborar la planificación a 4 semanas o a 3 semanas como corresponda (Look ahead), es por ello que en conjunto con el ingeniero de Campo y el ingeniero de oficina técnica se elabora el Cronograma de Valorización y el Cuadro de Gestión de Procura.

Es por ello la importancia del Plan Master, ya que a esta permite elaborar los cuadros de control que se va manejan en la obra para la parte económica y en el desarrollo de las partidas. Cabe señalar que las estrategias de construcción que se proponen en el inicio del proyecto pueden ser variadas durante el desarrollo de la obra, y esto se detalla en el Look ahead semanal.

- Propietario o cliente
- Gerente de proyecto
- Oficina Técnica
- Planificador de Lean Construction
- Representantes de seguridad y salud ocupacional
- Representantes de Calidad
- Sub contratistas

Figura 21

Master Plan de los proyectos en ejecución en las principales mineras



4.1.4 Elaboración del Lookahead Planning (LAP)

El Look Ahead con un horizonte de 3 a 4 semanas es responsabilidad del ingeniero de campo y/o del supervisor. Esta planificación de corto plazo busca proyectar un panorama más claro mediante la definición de paquetes de trabajo más reducidos, permitiendo anticipar posibles situaciones o variaciones que puedan surgir durante la ejecución de una actividad en una fecha determinada.

Las actividades consideradas cuentan con una fecha de inicio y de término, así como con sus respectivas restricciones. La implementación del LAP de cuatro semanas se inicia con reuniones semanales, en las que se establecen los aspectos más relevantes de cada jornada, con el objetivo de cumplir el porcentaje total de las tareas previamente programadas. Las actividades incluidas en esta planificación intermedia pasan a formar parte del plan maestro.

En el Look Ahead se describe con mayor nivel de detalle la secuencia de las partidas. En esta fase se evalúa si las estrategias adoptadas son las más adecuadas para el proyecto y, de ser necesario, se realizan ajustes, siempre respetando los plazos de ejecución y los costos establecidos.

Figura 22

Look ahead del proyecto en la U.M. Anglo American Quellaveco de la semana 50, 51 y 52

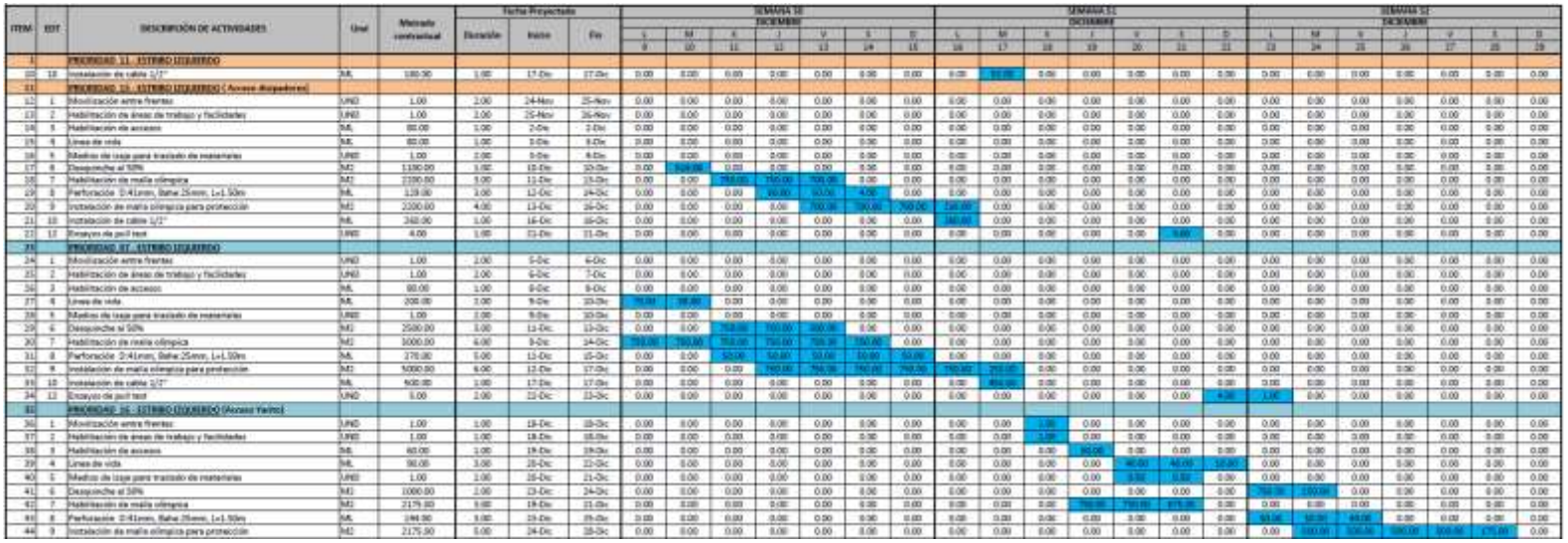
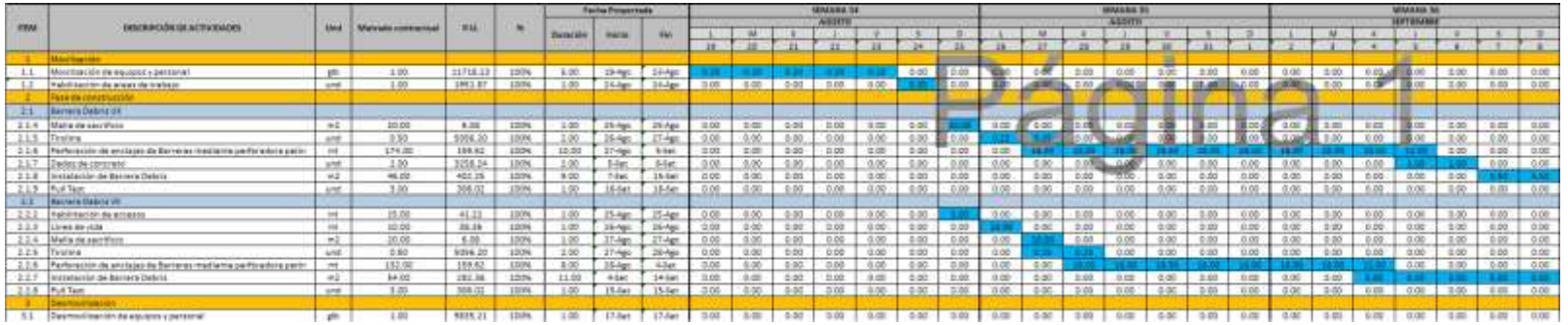


Figura 23

Look ahead del proyecto en la U.M. Nexa Resources de la semana 34, 35 y 36



4.1.5 Plan de Trabajo Semanal (PTS)

En base al Look ahead se muestra y se revisa cada semana, elaborando la planificación. Para realizar esta planificación se tiene en cuenta solo las partidas que no tenían restricción o en el mejor de los casos, que las restricciones fueran fáciles de levantar antes de la programar la partida. La planificación es elaborada con los miembros del equipo involucrado los que se componían por el ingeniero residente de obra, capataces, subcontratistas, etc., y así buscar el compromiso de responsabilidad de cada personal en el cumplimiento de las partidas regidas de la planificación realizada. Muchas veces se planificaron partidas sin la total certeza que sus restricciones iban a poder ser levantadas a tiempo. Esto conllevo a que al término de la semana algunas partidas no se cumplieran en su totalidad, y el porcentaje de cumplimiento se cumpla al menos del 80%. En la reunión de planificación semanal, se consideran los siguientes aspectos:

- Objetivos previos consensuados para la semana ejecutada, antes de iniciar la semana siguiente.
- Calcular todas las tareas y actividades que lograron realizarse.
- Estimar el P.A.C. de la semana anterior.
- Enlistar y análisis de las Causas de No Cumplimiento.
- Exponer la planificación para siguiente semana y ver si es factible la propuesta.
- Estudio, evaluación y conformidad del PTS (Plan de Trabajo Semanal).
- Revisión, valoración y levantamiento de restricciones afectadas a lo planificado de la semana.
- Análisis y evaluación de sucesos en temas de SSOMA, y calidad de trabajos.

Figura 24

Plan de Trabajo Semanal en la U.M. Sourthen de la semana 49

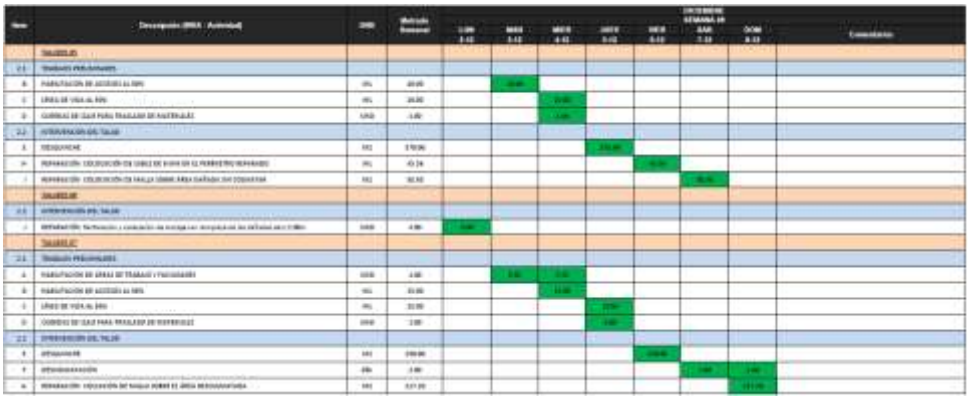


Figura 25

Plan de Trabajo Semanal en la U.M. Anglo American Quellaveco de la semana 43

Item	Descripción (WBS - Actividad)	UND	Metrado Semanal	OCTUBRE SEMANA 43 LUN 21-10	MAR 22-10	MIER 23-10	JUEV 24-10	VIER 25-10	SAB 26-10	DOM 27-10	Comentarios
	PRIORIDAD 1E - ESTRIBO DERECHO										
5	Medios de izaje para traslado de materiales	UND	0.50	0.50							
6	Desquinche al 50%	M2	1500.00	750.00	750.00						
7	Habilitación de malla olímpica	M2	3000.00	1000.00	1000.00	1000.00					
8	Perforación sin inyección D:41mm, Bahe:25mm, L=1.93m	ML									
9	Instalación de malla olímpica para protección	M2	3000.00			1000.00	1000.00	1000.00			
10	Instalación de cable 1/2"	ML	500.00						900.00		
11	Instalación de cable 1/4"	ML	900.00						900.00		
12	Ensayos de pull test	UND									
	PRIORIDAD 1E - ESTRIBO DERECHO										
5	Medios de izaje para traslado de materiales	UND	0.50	0.50							
6	Desquinche al 50%	M2	750.00	750.00							
7	Habilitación de malla olímpica	M2	1500.00	750.00	750.00						
8	Perforación sin inyección D:41mm, Bahe:25mm, L=1.93m	ML	67.50		33.75	33.75					
9	Instalación de malla olímpica para protección	M2	1500.00		750.00	750.00					
10	Instalación de cable 1/2"	ML	250.00				250.00				
11	Instalación de cable 1/4"	ML	330.00				330.00				
12	Ensayos de pull test	UND									
	PRIORIDAD 1E - ESTRIBO DERECHO										
1	Movilización entre frentes	UND	1.00					0.50	0.50		
2	Habilitación de áreas de trabajo y facilidades	UND	1.00				0.50	0.50			
3	Habilitación de accesos	ML	50.00						50.00		
4	Línea de vida	ML	50.00							50.00	
5	Medios de izaje para traslado de materiales	UND	1.00							1.00	
6	Desquinche al 50%	M2									
7	Habilitación de malla olímpica	M2	1200.00						600.00	600.00	

Página 1

Figura 26

Ejecución de Plan de Trabajo Semanal en proyecto minero



4.1.6 Diagnóstico de resultados del año 2024

A continuación, se presenta el resultado total del diagnóstico de los resultados de margen bruto de los grupos de obras analizados del 2024.

Tabla 11

Resultados financieros del año 2024

AÑO	2024	%
	s/.	
Ventas Netas Proyectos	19,075,786	
(-) Costo de Ventas	(13,142,329)	
Utilidad de Obra	**5,933,457**	**31.10%**
(-) Costo Taller - Almacén	(314,473)	
Utilidad Bruta	**5,618,984**	**29.46%**
Utilidad Meta		30.00%
Diferencia		**-0.54%**

Tabla 12

Resultados financieros de obras varias del año 2024

Categorías	Obras Varias 2024	%
Facturación a Terceros	16,298,873.77	85.44%
Facturación a Vinculadas	18,474.80	0.10%
Cifra de Negocio	**16,317,348.56**	**85.54%**
Producción pendiente facturar	2,758,437.47	14.46%
Producción	**19,075,786.03**	**100.00%**
Materiales	-156,481.82	-0.82%
Compra Vinculadas	0.00	0.00%
Portes	-443,725.65	-2.33%
Alquileres	-1,193,569.12	-6.26%
Gasoil	-36,251.22	-0.19%
Subcontratación	-400,263.69	-2.10%
Otros consumos en Obra	-2,678,077.04	-14.04%
Consumos	**-4,908,368.54**	**-25.73%**
MOD Obras Propias	-3,403,000.21	-17.84%
MOD Obras Ingenieros	-2,695,109.85	-14.13%
Subcontratación Vinculadas	0.00	0.00%
Dietas y gastos viaje MOD	-1,038,431.96	-5.44%
EPIS, Seguridad y Formación	-692,187.97	-3.63%
Coste Personal Obra	**-7,828,729.99**	**-41.04%**
Repuestos y Útiles (costes)	-31,608.37	-0.17%
Amortización Equipos Obra	-373,622.03	-1.96%
Coste Obra	**-13,142,328.92**	**-68.90%**
Utilidad Obra	**5,933,457.11**	**31.10%**
Personal Taller Almacén	-196,339.65	-1.03%
Gastos Directos Taller-Almacén	-84,220.20	-0.44%
Gastos Generales Taller-Almacén	-12,796.23	-0.07%
Reparación y Conservación	-21,116.69	-0.11%
Coste Taller-Almacén	**-314,472.76**	**-1.65%**
Utilidad Bruto	**5,618,984.35**	**29.46%**

Como se puede observar, la utilidad bruta del año 2024 aumento respecto a los años anteriores 2022 y 2023.

4.1.7 Incidencia de partidas del 2024

A continuación, se muestra cómo se distribuyen los ingresos de producción en los diversos proyectos ejecutados en el año 2024 de la empresa del rubro de estabilización de taludes.

Tabla 13

Incidencias de las partidas incidentes del 2024

Ítem	Categoría	Unidad	Metrado	Total	% Participación
1	LINEA DE VIDA	ML	1491.32	S/. 200,277.69	**1.09%**
2	INSTALACIÓN DE BARRERA	ML	1062.48	S/. 859,907.87	**4.68%**
3	DESQUINCHE	M2	135,307.01	S/. 1,299,048.86	**7.07%**
4	INSTALACIÓN DE MALLA	M2	355031.02	S/. 4,060,676.07	**22.10%**
5	PERFORACIÓN MANUAL DE ANCLAJES	ML	8020.02	S/. 2,416,194.13	**13.15%**
6	PERFORACIÓN DE ANCLAJES CON EQUIPO ALIGERADO	ML	11417.69	S/. 5,392,798.31	**29.35%**
7	INYECCIÓN DE LECHADA	ML	19,437.71	S/. 937,079.09	**5.10%**
8	LANZAMIENTO DE SHOTCRETE	M3	1704.02	S/. 2,263,689.10	**12.32%**
9	MISCALANEOS	GLB	1.00	S/. 944,428.73	**5.14%**
	Tota General (Costo Directo) =			**S/. 18,374,099.85**	**100.00%**

Nota. Incidencia de las partidas incidentes y recurrentes de los presupuestos generados en el año 2024.

Tabla 14

Incidencias de las partidas incidentes del 2024

Obras	U.M. QUELLAVECO	%	SMCV - 1er Periodo	%	U.M. LAS BAMBAS	%	SMCV - 2do Periodo	%	U.M. ANTAMINA	%	OTRAS MINAS	%
Facturación a Terceros	6,755,363.60	88.55%	2,910,690.63	100.00%	2,365,649.51	69.40%	2,523,037.22	100.00%	1,352,982.39	100.00%	409,625.22	32.73%
CIFRA DE NEGOCIO	**6,755,363.60**	**88.55%**	**2,910,690.63**	**100.00%**	**2,365,649.51**	**69.40%**	**2,523,037.22**	**100.00%**	**1,352,982.39**	**100.00%**	**409,625.22**	**32.73%**
Producción pendiente facturar	873,384.06	11.45%	0.00	0.00%	1,043,097.81	30.60%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	841,955.60	67.27%
PRODUCCIÓN	**7,628,747.66**	**100.00%**	**2,910,690.63**	**100.00%**	**3,408,747.32**	**100.00%**	**2,523,037.22**	**100.00%**	**1,352,982.39**	**100.00%**	**1,251,580.82**	**100.00%**
Materiales	-75,842.78	-0.99%	-69,285.11	-2.38%	-30,400.43	-0.89%	-7,260.46	-0.29%	-6,324.79	-0.47%	32,631.75	2.61%
Portes	-143,046.10	-1.88%	-29,637.04	-1.02%	-162,484.01	-4.77%	-29,879.67	-1.18%	-30,099.24	-2.22%	-48,579.59	-3.88%
Alquileres	-387,946.41	-5.08%	-131,728.63	-4.53%	-200,168.29	-5.87%	-206,172.9	-8.17%	-150,859.64	-11.15%	-152,954.47	-13.22%
Subcontratación	-246,304.33	-3.23%	-46,721.20	-1.61%	0.00	0.00%	-35,766.34	-1.42%	-52,602.57	-3.89%	-18,869.25	-1.51%
Otros consumos en Obra	-777,472.67	-10.19%	-322,587.46	-11.08%	-690,428.37	-20.25%	-517,513.45	-20.51%	-315,005.43	-23.28%	-55,069.66	-4.40%
Consumos	**-1,630,602.29**	**-21.37%**	**-599,959.44**	**-20.61%**	**-1,083,481.10**	**-31.79%**	**-796,592.82**	**-31.57%**	**-554,891.67**	**-41.01%**	**-242,841.22**	**-19.40%**
MOD Obras Propias	-1,403,074.92	-18.39%	-348,178.37	-11.96%	-834,070.90	-24.47%	-363,027.66	-14.39%	-242,940.61	-17.96%	-211,707.76	-16.92%
MOD Obras Ingenieros	-1,210,475.01	-15.87%	-316,442.36	-10.87%	-505,897.14	-14.84%	-315,531.87	-12.51%	-154,119.33	-11.39%	-192,644.14	-15.39%
Dietas y gastos viaje MOD	-204,829.40	-2.68%	-175,523.44	-6.03%	-397,005.24	-11.65%	-146,167.59	-5.79%	-17,222.30	-1.27%	-97,683.99	-7.80%
EPIS, Seguridad y Formación	-270,057.48	-3.54%	-152,625.03	-5.24%	-108,630.83	-3.19%	-10,285.26	-0.41%	-90,769.98	-6.71%	-59,819.39	-4.78%
Coste Personal Obra	**-3,088,436.81**	**-40.48%**	**-992,769.20**	**-34.11%**	**-1,845,604.11**	**-54.14%**	0.00	**0.00%**	**-505,052.22**	**-37.33%**	**-561,855.27**	**-44.89%**
Repuestos y Útiles (costes)	-288,725.66	-3.78%	-3,719.68	-0.13%	-7,493.11	-0.22%	-3,780.16	-0.15%	-49,907.96	-3.69%	-51,603.83	-4.13%
COSTE OBRA	-5,007,764.76	-65.64%	**-1,596,448.32**	**-54.85%**	**-2,936,578.32**	**-86.15%**	**-800,372.98**	**-31.72%**	**-1,109,851.85**	**-82.03%**	**-856,300.32**	**-68.42%**
UTILIDAD OBRA	**2,620,982.90**	**34.36%**	**1,314,242.31**	**45.15%**	**472,169.00**	**13.85%**	**1,722,664.24**	**68.28%**	**243,130.54**	**17.97%**	**395,280.50**	**31.58%**
Personal Taller Almacén	-146,117.41	-1.92%	-181.92	-0.01%	-10.00	0.00%	-1,408.03	-0.06%	-25,241.43	-1.87%	-23,380.86	-1.87%
Gastos Directos Taller-Almacén	-65,411.65	-0.85%	-1,535.51	-0.05%	-3,410.05	-0.10%	-1,763.08	-0.07%	-13,830.80	-1.02%	-11,055.17	-0.88%
Reparación y Conservación	-12,808.38	-0.17%	0.00	0.00%	-180.00	-0.01%	0.00	0.00%	-2,271.97	-0.17%	-5,856.34	-0.47%
COSTE TALLER-ALMACÉN	**-224,337.44**	**-2.94%**	**-1,717.43**	**-0.06%**	**-3,600.05**	**-0.11%**	**-3,181.28**	**-0.13%**	**-41,344.19**	**-3.06%**	**-40,292.37**	**-3.22%**
UTILIDAD BRUTO	**2,396,645.46**	**31.42%**	**1,312,524.88**	**45.09%**	**468,568.95**	**13.75%**	**1,719,482.96**	**68.15%**	**201,786.35**	**14.91%**	**354,988.13**	**28.36%**

4.1.8 Indicadores de Last Planner System del año 2024

4.1.8.1 PPC promedio anual

Tabla 15

Indicares del PPC de los proyectos ejecutados en el año 2024

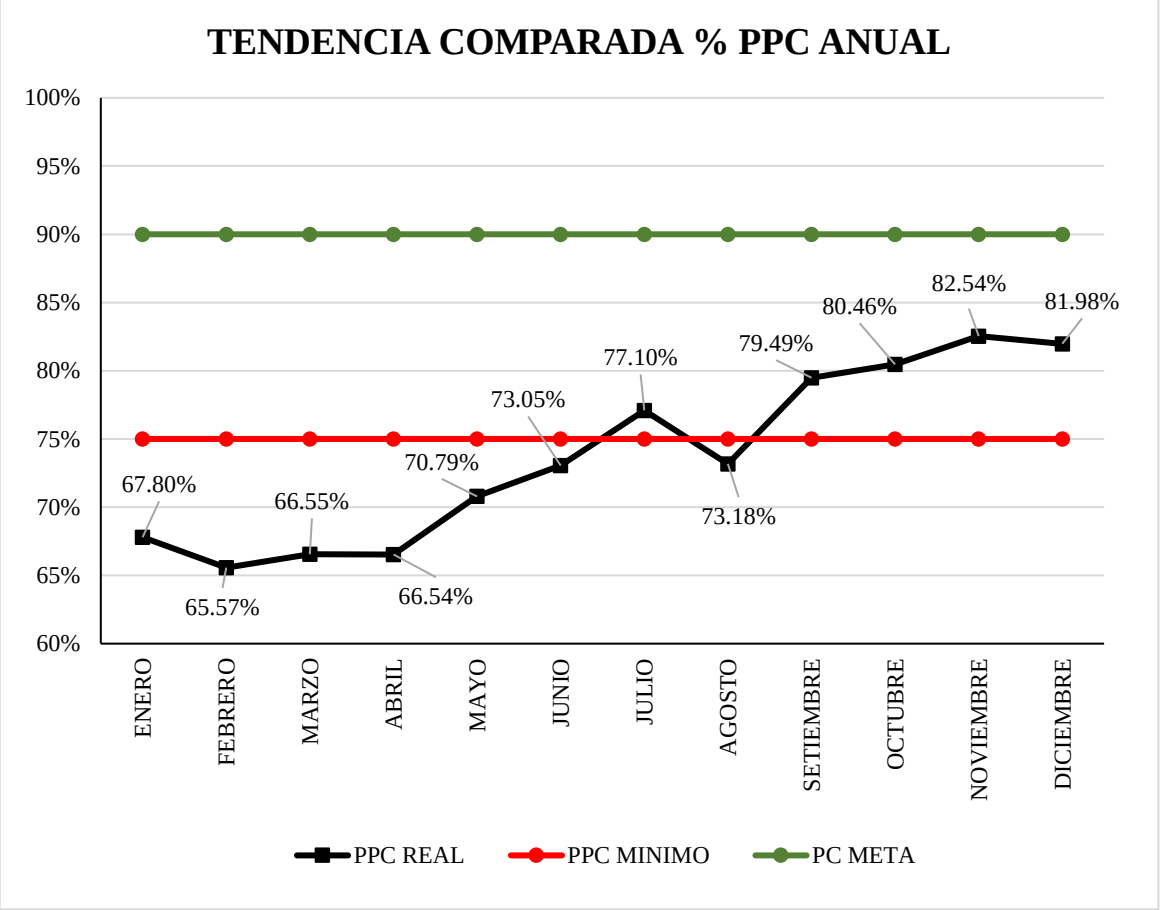
MES	OBRAS	PPC MENSUAL	PPC ACUMULADO MENSUAL
ENERO	U.M. QUELLAVECO	68.50%	67.80%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 1ERA FASE	71.33%	
	OTRAS MINAS	63.57%	
FEBRERO	U.M. QUELLAVECO	62.54%	65.57%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 1ERA FASE	72.45%	
	U.M. LAS BAMBAS	55.47%	
	OTRAS MINAS	69.58%	
MARZO	U.M. QUELLAVECO	68.23%	66.55%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 1ERA FASE	73.48%	
	U.M. LAS BAMBAS	56.90%	
	OTRAS MINAS	68.56%	
ABRIL	U.M. QUELLAVECO	62.87%	66.54%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 1ERA FASE	71.96%	
	U.M. LAS BAMBAS	60.47%	
	OTRAS MINAS	70.85%	
MAYO	U.M. QUELLAVECO	78.60%	70.79%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 2DA FASE	70.51%	
	U.M. LAS BAMBAS	58.88%	
	U.M. ANTAMINA	81.22%	
	OTRAS MINAS	68.99%	
JUNIO	U.M. QUELLAVECO	71.85%	73.05%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 2DA FASE	71.25%	
	U.M. LAS BAMBAS	68.99%	
	U.M. ANTAMINA	78.55%	
	OTRAS MINAS	76.89%	
JULIO	U.M. QUELLAVECO	75.84%	77.10%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 2DA FASE	83.99%	
	U.M. LAS BAMBAS	69.12%	
	U.M. ANTAMINA	84.25%	
	OTRAS MINAS	76.33%	
AGOSTO	U.M. QUELLAVECO	70.43%	73.18%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 2DA FASE	79.81%	
	U.M. LAS BAMBAS	62.73%	
	U.M. ANTAMINA	75.33%	
	OTRAS MINAS	73.66%	
SETIEMBRE	U.M. QUELLAVECO	86.84%	79.49%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 2DA FASE	82.97%	

	U.M. LAS BAMBAS	76.33%	
	OTRAS MINAS	78.12%	
OCTUBRE	U.M. QUELLAVECO	81.54%	80.46%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 2DA FASE	78.69%	
	U.M. LAS BAMBAS	83.47%	
	OTRAS MINAS	79.11%	
NOVIEMBRE	U.M. QUELLAVECO	84.63%	82.54%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 2DA FASE	89.66%	
	OTRAS MINAS	75.41%	
DICIEMBRE	U.M. QUELLAVECO	83.78%	81.98%
	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - 2DA FASE	85.16%	
	OTRAS MINAS	76.43%	

A continuación, se muestra el comportamiento del PPC a nivel general del 2024.

Figura 27

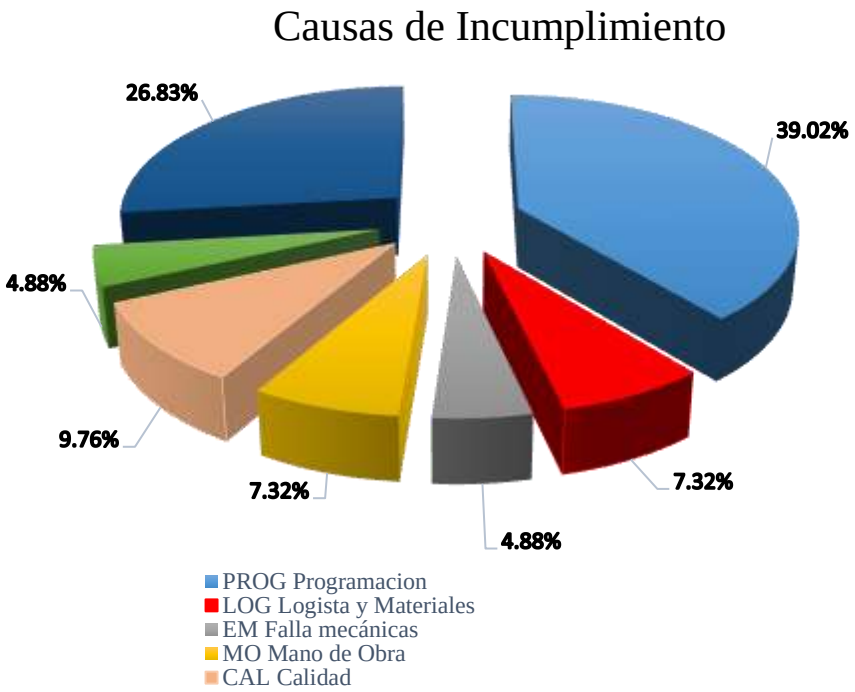
Tendencia de PPC Anual



4.1.8.2 Análisis de restricciones

Figura 28

Categorización y porcentaje de Causas de Incumplimiento



4.1.8.3 Causas de No Cumplimiento

Podemos determinar que se tuvo un total de 242 Causas de No Cumplimiento (CNC), que pudieron detectarse en todo el año 2024 donde se implementó la herramienta Last Planner.

Tabla 16

Causas de No Cumplimiento

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	Frecuencia	% Inc.
PROG. - Programación	94	39.02%
E.M. - Fallas Mecánicas	18	7.32%
CAL. - Calidad	12	4.88%
LOG. - Logistica y Materiales	18	7.32%
M.O. - Mano de Obra	22	9.76%
CLIMA - Lluvias y Tormentas Eléctricas	66	26.83%
OTR. - Otras Causas	12	4.88%
TOTAL	**242**	**100.00%**

Nota. Causas de No Cumplimiento identificadas en las obras del 20024

4.1.9 Indicadores del GVG por año

A continuación, se muestra los cálculos del Valor Ganado por cada año analizado de la empresa de estabilización de taludes

4.1.9.1 Indicador de Valor Ganado año 2022

Tabla 17

Resultados de Valor Ganado en el año 2022

BAC	**14,496,234.81**	**S/.**											
Descripción	**INICIO**	**ENERO**	**FEBRERO**	**MARZO**	**ABRIL**	**MAYO**	**JUNIO**	**JULIO**	**AGOSTO**	**SETIEM**	**OCTUBRE**	**NOVIEM**	**DICIEM**
% Avance Progr. Acum.	**0.00%**	**5.04%**	**11.73%**	**19.89%**	**28.30%**	**37.80%**	**45.87%**	**55.14%**	**63.71%**	**70.94%**	**80.30%**	**89.48%**	**100.00%**
% Avance Actual Acum.	**0.00%**	**4.12%**	**10.45%**	**17.99%**	**25.79%**	**34.12%**	**44.05%**	**53.98%**	**62.88%**	**74.02%**	**79.33%**	**90.27%**	**100.00%**
PV	0.00	730450	1701098	2883195	4102958	5479372	6649852	7993880	9235352	10283210	11640733	12971384	14496235
EV	0.00	597245	1514857	2607873	3738579	4946115	6385591	7825068	9115232	10730113	11499863	13085751	14496235
AC	0.00	492727	1174014	1998465	3039465	3684856	5031846	6064427	6708811	8315838	8912394	10141457	10945072
CPI	1.00	1.21	1.29	1.30	1.23	1.34	1.27	1.29	1.36	1.29	1.29	1.29	1.32
SPI	1.00	0.82	0.89	0.90	0.91	0.90	0.96	0.98	0.99	1.04	0.99	1.01	1.00
$TCPI_{EAC}$	0.00	0.98	1.13	1.16	1.09	1.15	1.18	1.23	1.31	1.54	1.22	1.42	0.00
$TCPI_{BAC}$	0.00	0.99	0.97	0.95	0.94	0.88	0.86	0.79	0.69	0.61	0.54	0.32	0.00
CV	0.00	104518	340843	609408	699114	1261259	1353745	1760640	2406421	2414275	2587469	2944294	3551163
SV	0.00	-133205	-186241	-275322	-364379	-533257	-264261	-168813	-120120	446903	-140870	114367	0.00
EAC_1 = BAC/CPI	0.00	11959394	11234582	11108755	11785439	10799695	11423033	11234582	10669229	11234582	11234582	11234582	10945072
EAC_2 = AC+(BAC-EV)	0.00	14391717	14155392	13886827	13797121	13234975	13142489	12735595	12089813	12081959	11908766	11551941	10945072
EAC_3 = BAC/(CPIxSPI)	0.00	14626729	12615797	12281544	12934102	11964046	11895763	11476950	10809827	10766669	11372202	11136394	10945072
ETC (costo remanente)	0.00	**14391717**	**14155392**	**13886827**	**13797121**	**13234975**	**13142489**	**12735595**	**12089813**	**12081959**	**11908766**	**11551941**	**10945072**
VAC (margen a fin de proyecto)	0.00	**2536841**	**3261653**	**3387480**	**2710796**	**3696540**	**3073202**	**3261653**	**3827006**	**3261653**	**3261653**	**3261653**	**3551163**

4.1.9.2 Indicadores del GVG del año 2023

Tabla 18

Resultados de Valor Ganado en el año 2023

BAC	**29,483,638**	**S/.**											
Descripción	**INICIO**	**ENERO**	**FEBRERO**	**MARZO**	**ABRIL**	**MAYO**	**JUNIO**	**JULIO**	**AGOSTO**	**SETIEM**	**OCTUBRE**	**NOVIEM**	**DICIEM**
% Avance Progr. Acum.	**0.00%**	**5.58%**	**13.76%**	**22.32%**	**31.17%**	**40.86%**	**49.19%**	**58.32%**	**67.06%**	**74.44%**	**81.67%**	**88.78%**	**100.00%**
% Avance Actual Acum.	**0.00%**	**6.48%**	**12.80%**	**20.45%**	**33.05%**	**40.12%**	**48.41%**	**56.52%**	**70.80%**	**75.14%**	**81.98%**	**90.56%**	**100.00%**
PV	0.00	1644884	4057381	6579537	9189421	12047864	14504225	17194524	19772728	21948849	24078670	26176811	29483638
EV	0.00	1909674	3773906	6029404	9744342	11828836	14273029	16664152	20874416	22154006	24170686	26700383	29483638
AC	0.00	1814191	3604080	5794257	8721186	12503079	14529944	15830945	18933095	20798180	21763286	22695325	23556917
CPI	1.00	1.05	1.05	1.04	1.12	0.95	0.98	1.05	1.10	1.07	1.11	1.18	1.25
SPI	1.00	1.16	0.93	0.92	1.06	0.98	0.98	0.97	1.06	1.01	1.00	1.02	1.00
TCPI $_{EAC}$	0.00	1.24	0.96	0.93	1.22	0.92	0.95	0.98	1.35	1.11	1.13	1.48	0.00
TCPI $_{BAC}$	0.00	1.00	0.99	0.99	0.95	1.04	1.02	0.94	0.82	0.84	0.69	0.41	0.00
CV	0.00	95484	169826	235147	1023156	-674244	-256915	833208	1941321	1355825	2407400	4005057	5926721
SV	0.00	264790	-283476	-550133	554922	-219028	-231195	-530372	1101687	205156	92017	523571	0.00
EAC_1 = BAC/CPI	0.00	28009456	28156874	28333776	26387856	31164205	30014343	28009456	26741660	27679239	26547068	25061092	23556917
EAC_2 = AC+(BAC-EV)	0.00	29388154	29313812	29248491	28460482	30157882	29740553	28650430	27542317	28127813	27076238	25478581	23556917
EAC_3 = BAC/(CPIxSPI)	0.00	24125743	30271869	30919000	24885118	31741257	30500518	28900917	25330317	27422917	26446004	24569666	23556917
ETC (costo remanente)	0.00	**29388154**	**29313812**	**29248491**	**28460482**	**30157882**	**29740553**	**28650430**	**27542317**	**28127813**	**27076238**	**25478581**	**23556917**
VAC (margen a fin de proyecto)	0.00	**1474182**	**1326764**	**1149862**	**3095782**	**-1680567**	**-530705**	**1474182**	**2741978**	**1804399**	**2936570**	**4422546**	**5926721**

4.1.9.3 Indicadores del GVG del año 2024

Tabla 19

Resultados de Valor Ganado en el año 2024

BAC		**19,0757.86**	**S/.**										
Descripción	**INICIO**	**ENERO**	**FEBRERO**	**MARZO**	**ABRIL**	**MAYO**	**JUNIO**	**JULIO**	**AGOSTO**	**SETIEM**	**OCTUBRE**	**NOVIEM**	**DICIEM**
% Avance Progr. Acum.	**0.00%**	**7.48%**	**18.44%**	**29.91%**	**37.67%**	**46.17%**	**53.93%**	**62.43%**	**67.96%**	**72.53%**	**78.07%**	**88.54%**	**100.00%**
% Avance Actual Acum.	**0.00%**	**6.48%**	**16.50%**	**26.60%**	**35.90%**	**44.20%**	**51.25%**	**63.98%**	**69.41%**	**73.15%**	**79.10%**	**91.36%**	**100.00%**
PV	0.00	1426258	3518102	5705031	7185388	8806731	10287088	11908432	12964190	13836338	14892097	16888858	19075786
EV	0.00	1235551	3147505	5074159	6848207	8431497	9776340	12204688	13240503	13953937	15088947	17427638	19075786
AC	0.00	1006974	2533741	3983215	5375843	6703040	7322479	9836978	9824453	10214282	10803686	12391051	13142329
CPI	1.00	1.23	1.24	1.27	1.27	1.26	1.34	1.24	1.35	1.37	1.40	1.41	1.45
SPI	1.00	0.87	0.89	0.89	0.95	0.96	0.95	1.02	1.02	1.01	1.01	1.03	1.00
TCPI $_{EAC}$	0.00	1.05	1.09	1.09	1.18	1.16	1.21	1.33	1.45	1.41	1.49	2.19	0.00
TCPI $_{BAC}$	0.00	0.99	0.96	0.93	0.89	0.86	0.79	0.74	0.63	0.58	0.48	0.25	0.00
CV	0.00	228577	613763	1090944	1472365	1728457	2453861	2367709	3416050	3739655	4285261	5036587	5933457
SV	0.00	-190707	-370597	-630871	-337180	-375234	-510748	296256	276313	117599	196850	538780	0.00
EAC_1 = BAC/CPI	0.00	15546766	15356008	14974492	14974492	15165250	14287764	15375084	14154233	13963475	13658263	13562884	13142329
EAC_2 = AC+(BAC-EV)	0.00	18847209	18462023	17984842	17603421	17347329	16621925	16708077	15659736	15336131	14790525	14039199	13142329
EAC_3 = BAC/(CPIxSPI)	0.00	17946399	17164074	16836274	15711781	15840161	15034203	15001869	13858852	13845796	13480078	13143583	13142329
ETC (costo remanente)	0.00	**18847209**	**18462023**	**17984842**	**17603421**	**17347329**	**16621925**	**16708077**	**15659736**	**15336131**	**14790525**	**14039199**	**13142329**
VAC (margen a fin de proyecto)	0.00	**3529020**	**3719778**	**4101294**	**4101294**	**3910536**	**4788022**	**3700702**	**4921553**	**5112311**	**5417523**	**5512902**	**5933457**

4.1.10 Gráficos de Valor Ganado

A continuación, se muestran los gráficos de análisis de Valor Ganado de cada año.

4.1.10.1 Gráfico de Valor Ganado del año 2022

Figura 29

Análisis de Valor Ganado del año 2022

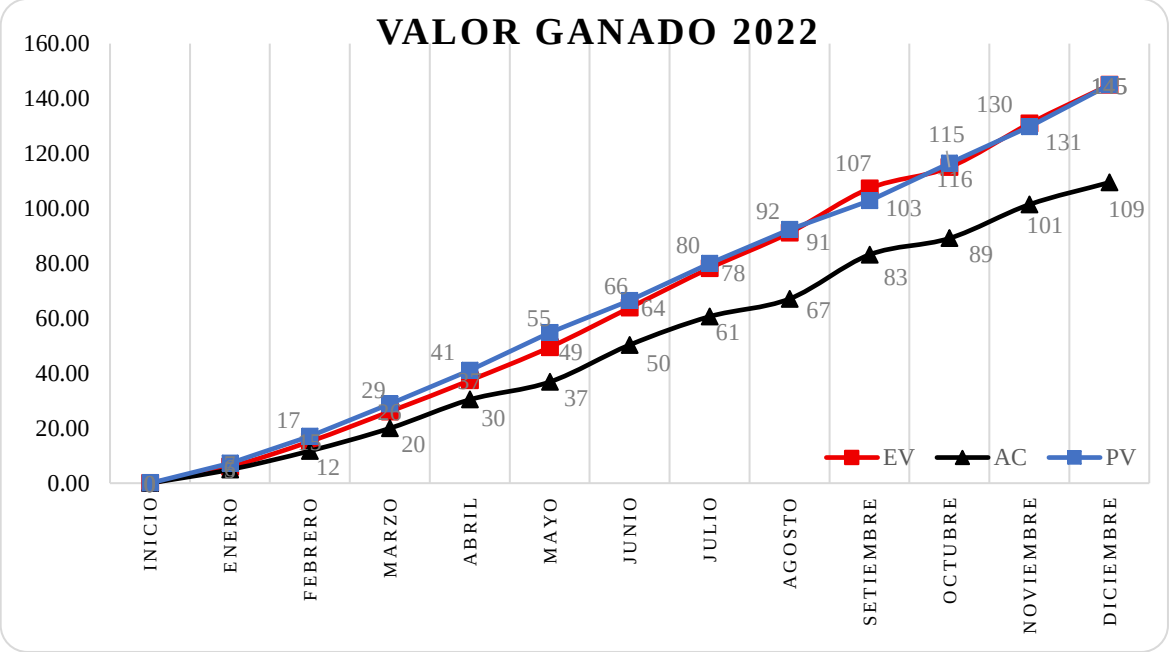
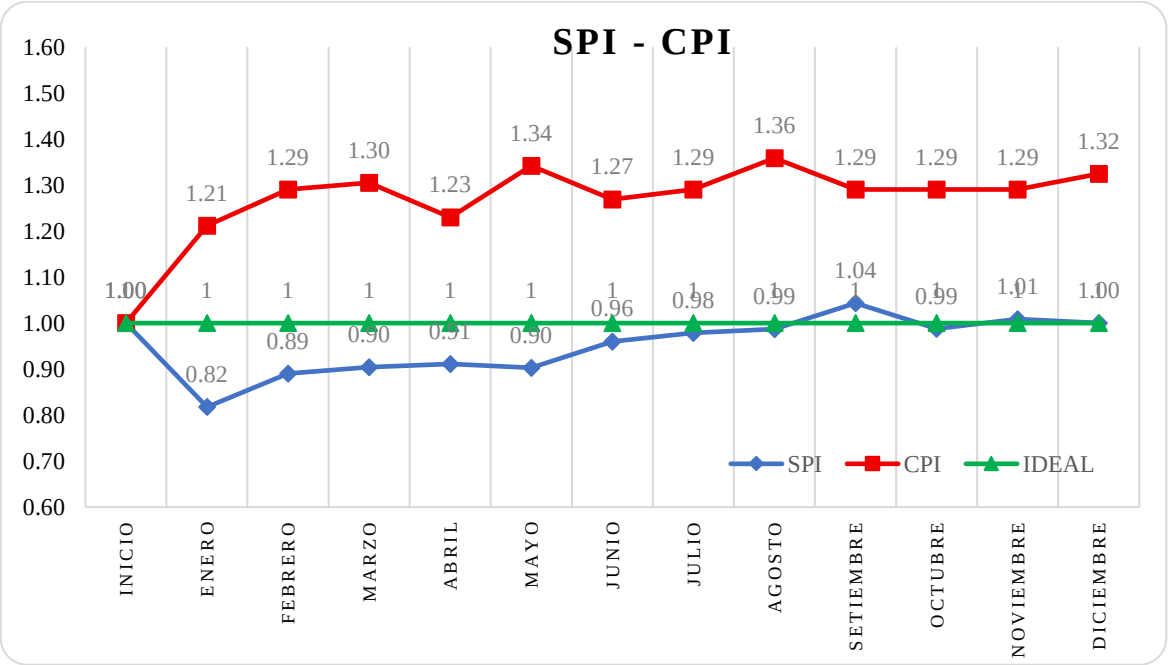


Figura 30

Gráfico de SPI – CPI del año 2022



4.1.10.2 Gráfico de Valor Ganado del 2023

Figura 31

Análisis de Valor Ganado del año 2023

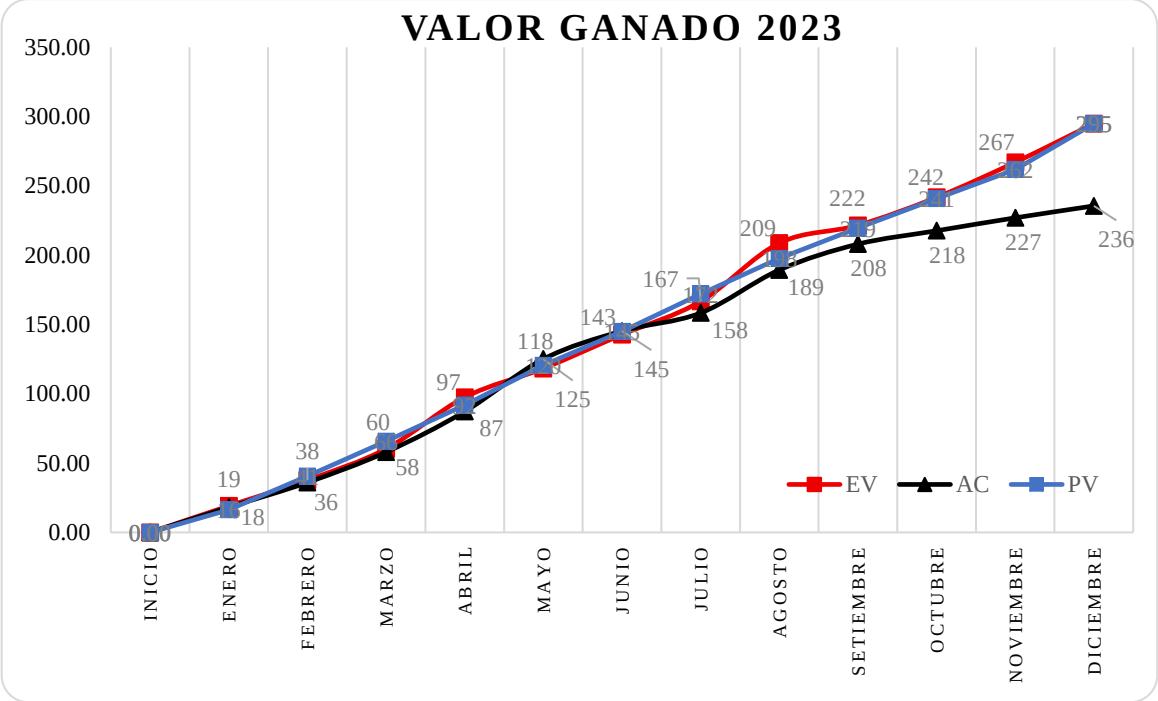
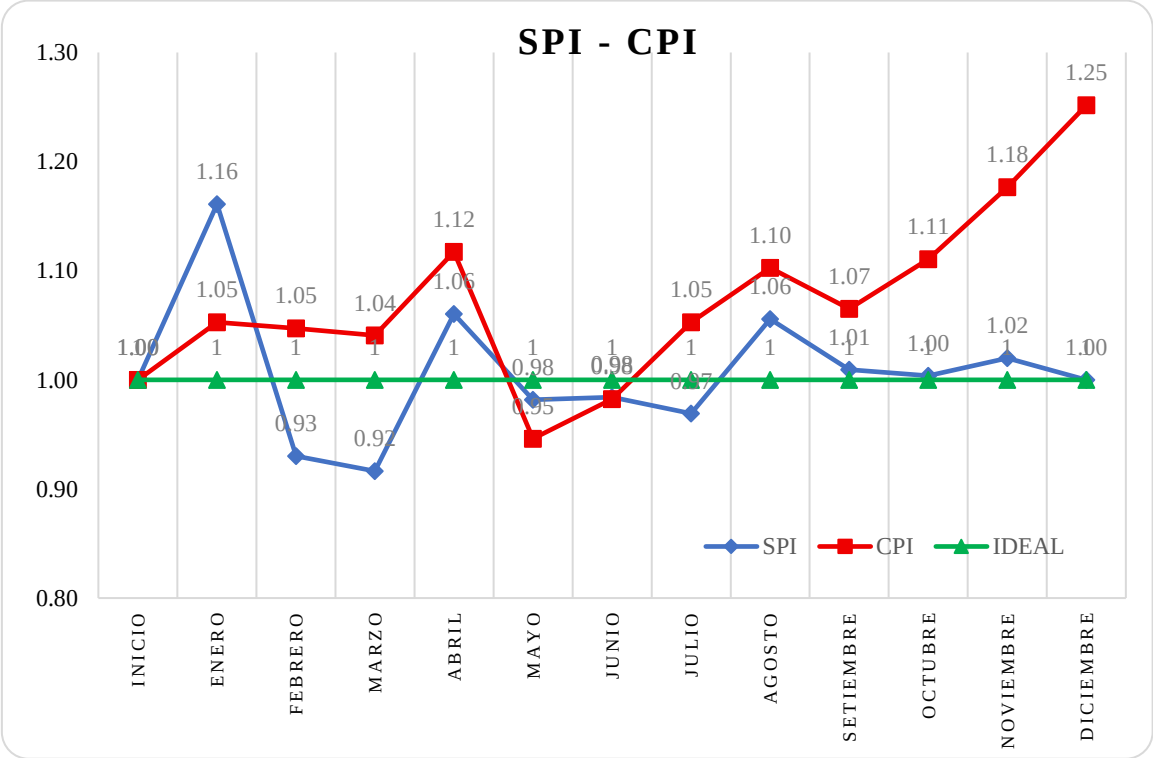


Figura 32

Gráfico de SPI – CPI del año 2023



4.1.10.3 Gráfico de Valor Ganado del 2024

Figura 33

Análisis de Valor Ganado del año 2024

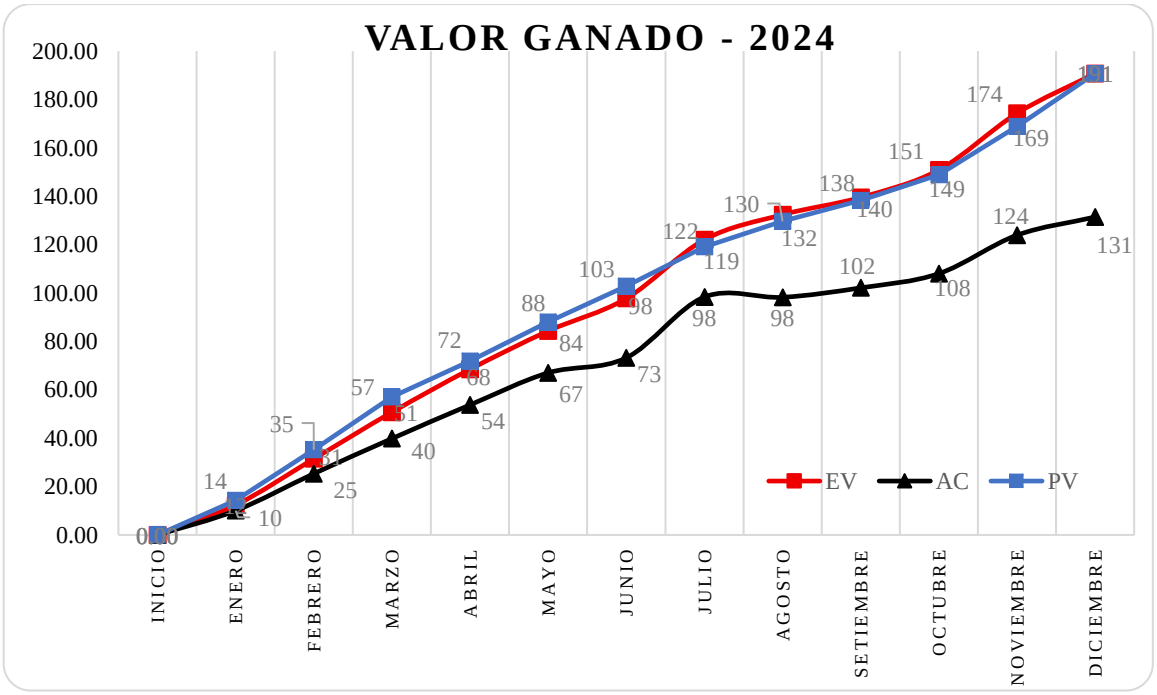
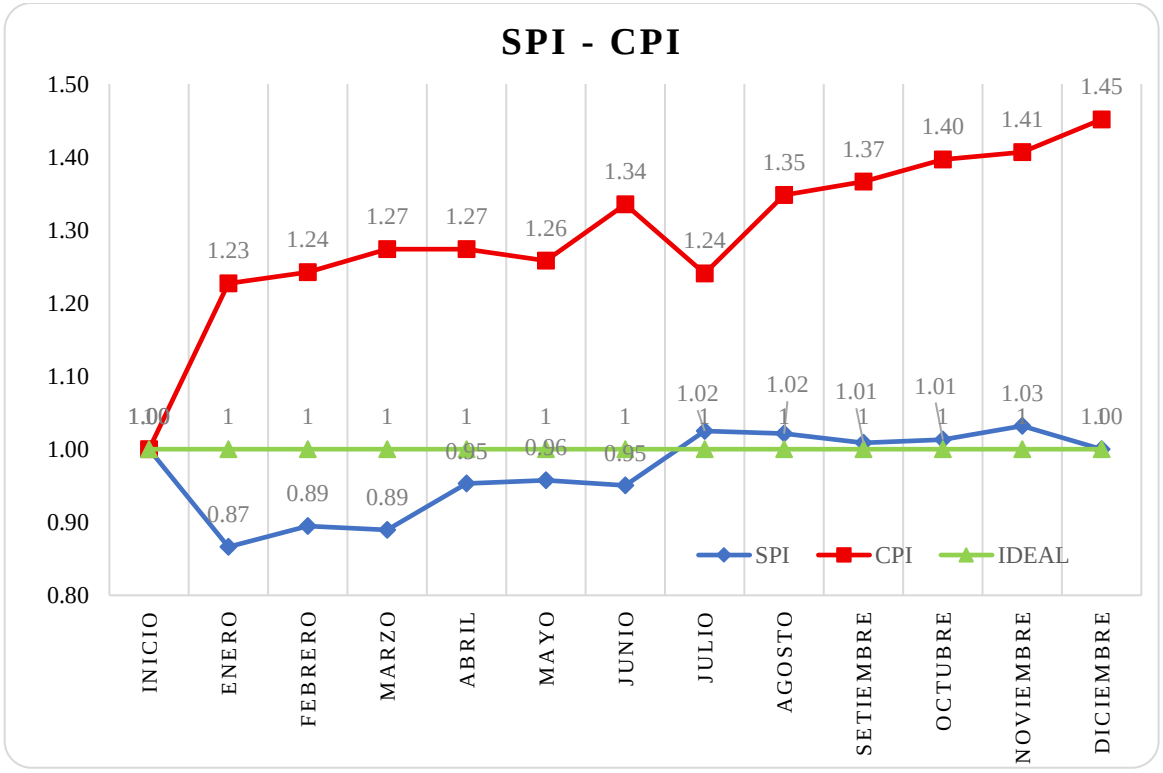


Figura 34

Gráfico de SPI – CPI del año 2024



Capitulo 5: Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se concluye que la aplicación de Last Planner System (LPS) en unión con Gestión del Valor Ganado mejoró el margen bruto de la empresa en un 9% en el año 2024 en comparación a los años anteriores 2022 y 2023. Esto se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 20

Comparativa de Margen Bruto de los años 2022, 2023 y 2024

AÑO	2024	%	2023	%	2022	%
VENTAS NETAS PROYECTOS	S/. 19,075,786		S/. 29,483,638		S/. 14,496,235	
(-) Costo de Ventas	(13,142,329)		(23,556,917)		(10,945,072)	
UTILIDAD OBRA	5,933,457	31.10%	5,926,721	20.10%	3,551,163	24.50%
(-) Costo Taller - Almacén	(314,473)		(889,165)		(560,983)	
UTILIDAD BRUTA	**5,618,984**	**29.46%**	**5,037,556**	**17.09%**	**2,990,180**	**20.63%**
UTILIDAD META		30.00%		30.00%		30.00%
DIFERENCIA		**-0.54%**		**-12.91%**		**-5.50%**

- Se concluye que el seguimiento y constancia de la implementación de la herramienta LPS permitió que los distintos integrantes de los proyectos pudieran mejorar su cumplimiento de su programa semanal de trabajo pasando de un PPC=60% en enero a un PPC=85% en diciembre del 2024.
- La aplicación del sistema Last Planner System (LPS) en la empresa de Estabilización de taludes permitió una mejor en planificación, control de partidas presupuestadas en la fase de arranque con la liberación de las restricciones, por la predisposición del personal de residencia, supervisión, planificación y gerencias. Esto fue más notorio a partir del segundo semestre de año 2024, dado por las constantes reuniones con todo cada staff de los diversos proyectos, tomando decisiones anticipadamente para lo programado las próximas 3 semanas; y entendiendo lo que paso la semana anterior, esto como aporte a la experiencia en de las demás fases de estabilización a ejecutar.
- Al implementar el Sistema Last Planner (LPS) en la empresa de Estabilización de taludes durante el año 2024, se evidencio la mejora de los procesos de seguimiento y control. A nivel cooperativo se elaboró el Master Plan para dar seguimientos todos los proyectos contratados, para poder tener reuniones mensuales, elaborando el Lookahead Planning (LAP), realizando el análisis de restricciones de la

programación, dando un gran aporte a la Gerencia de Producción de la empresa para el levantamiento de dichas restricciones con el soporte de las diversas áreas. Seguidamente se realizó cada mes la programación semanal de cada proyecto en la propia obra, siendo los días martes el desarrollo de las reuniones de programación y evaluación de resultados, esto debido a que en todos los proyectos se trabajan todos los días calendarios, con ello se buscará coordinar la procura, ODS / ODC, programación de cuadrillas, etc.

- Tras recaudar las CNC (Causas de No Cumplimiento) del año 2024 mostrada en un gráfico de barras, se obtuvo que las principales causas de no cumplimiento de los proyectos ejecutados acorde a las planificaciones semanales en la empresa de Estabilización de Taludes son:
    - PROG – Programación = 39.02%
    - CLIMA - Lluvias y Tormentas Eléctricas = 9.76%
    - M.O. - Mano de Obra = 26.83%

  Se concluye que tras aplicar la Gestión del Valor Ganado (GVG), los indicadores de CPI & SPI del año 2024 se mejoraron en comparación de los años 2022 y 2023 dando como resultado CPI > 1, lo que significa que el proyecto está por debajo del presupuesto y SPI<1, lo que significa que el proyecto está retrasado como se muestra en el siguiente cuadro:

  Tabla 21

  Comparativa de CPI y SPI de los años 2022, 2023 y 2024

AÑO	Promedio	
	CPI	SPI
2022	1.08	1.01
2023	1.08	1.10
2024	1.32	0.97

- La Gestión del Valor Ganado (GVG) permitió al Gerente General y el Gerente de Producción de la empresa a analizar prontamente las desviaciones resaltantes en el año 2024, y por ello cada mes, se pudo tomar decisiones anticipadas que corrigieron el desempeño de cada proyecto que tenía desviaciones del Margen Bruto.
- La Gestión de Valor Ganado permitió mejorar el control de cada proyecto al largo de sus fases, y más en los proyectos relevantes ejecutados en las principales unidades

mineras del Perú. Una gestión que se puede aplicar sin tener tanto equipo para control, lo cual resulto como una forma de control aceptable para la organización.

5.2 Recomendaciones

- Para poder utilizar el Sistema Last Planner como metodología de planificación y control de la producción, es necesario realizar una capacitación y entrenamiento de la metodología a cada miembro de los proyectos y la organización, lo cual requiere de programar reuniones y capacitaciones presenciales y virtuales, con ello poder lograr concientizar, entregar y comprometer al equipo con la planificación y los objetivos a cumplir de cada proyecto y como empresa.
- El personal encargado de la supervisión, control y la toma de decisiones de cada proyecto, deben tener el compromiso con el proyecto designado y poder trasmitir cada cronograma al Gerente de Producción para que en conjunto puedan realizar el Master Plan con las actividades claves y sus respectivos hitos de cada contrato.
- El Gerente de Producción en conjunto con su equipo de ingenieros residentes, deben buscar la mejor formar de eliminar las restricciones y no incurrir en otras no registradas por medio del análisis de Look Ahead (programación 3 o 4 semanas), tomando como referencia el historial de desempeño de cada partida incidente del año 2024 y de ruta crítica del proyecto (ejemplo: instalación de mallas, perforación de anclajes), para así habituar las reuniones de planificación con el total de los involucrados para incrementar las mejoras en los procesos productivos.
- Se recomienda que, para poder complementar la filosofía de Lean Construction & la metodología de Last Planner System, se debe hacer uso de Gestión del Valor Ganado para los controles de costos de cada proyecto, lo que permitirá mejorar la eficiencia y optimizar los procesos a su debido momento.
- Se debe poder registrar toda la información obtenida del sistema Last Planner y la Gestión del Valor Ganado de cada proyecto, esto con el fin de crear un nivel histórico y que se utilice en un análisis de lecciones aprendidas para la empresa.

6. Referencias

Bartoloto Perez, J. (2022). *Filosofía Lean Construction y su impacto en la implementación en el desarrollo de proyectos de edificación*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Botero, L. & Álvarez M. (2005). *Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín*. Universidad del Norte Colombia - Ingeniería y Desarrollo.

Cuya Castillo, M. (2024). *Aplicación del Sistema Last Planner para la mejora continua en el control de actividades en la fase de casco gris del proyecto multifamiliar Surquillo M14*. [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. http://hdl.handle.net/10757/684437

Cesar de Menezes, A. (2017). *Gestión de Valor Ganado*. Menezes PRO.

Coordination Academic. (2020). *British Digital LLC – Apply Knowledge*. Recuperado el 15 de octubre 2025, de https://britishdigital.us/metodologia-lean-como-lograr-la-perfeccion-reduciendo-desperdicios/

Fernando Alarcon, L. (1997). *Lean Construction. School of Engineering*, Catholic University of Chile.

Glenn Ballard, H. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. School of Civil Engineering Faculty of Engineering The University of Birmingham.

Gonzales Muñoz, M. (2012). *Análisis del impacto en la productividad de diferentes proyectos de construcción a través de la implementación del sistema Last Planner evaluado mediante un sistema basado en indicadores*. Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Herrera, O. & Sánchez, J. (2014). *Análisis de restricciones y productividad utilizando el sistema last planner para mejorar el flujo de trabajo en el túnel de presión en la central hidroeléctrica Quitaracsa I -2015*. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. http://hdl.handle.net/10757/620545

Laureano, E. (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*. [Tesis de bachiller, Universidad Continental]. Repositorio Institucional UC. https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7090

Murias Pini, M. (2018). *Gestión de proyectos a través del método del valor ganado y su aplicación a proyectos de parques eólicos*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Catalunya]. UPCommons. Portal del coneixement obert de la UPC.

Malpica, M., Gil, P. (2022). El impacto de la gestión del valor ganado en un proyecto de construcción social. *Revista Científica Yachaq, 6*(1), 71-83. https://doi.org/10.46363/yachaq.v6i1.5

Meza Peña, J. & Salvador Salas P. (2024). *Propuesta de un procedimiento de control de cronograma por medio del uso del Lookahead durante la fase de casco del proyecto Braganza en Santiago de Surco*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. http://hdl.handle.net/10757/682397

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

Pons Achell, F. (2014). *Introducción a Lean Construction. Fundación Laboral de la Construcción.* Fundación Laboral de la Construcción, de https://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction-1.pdf

Pons, F., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa. Consejo General de la Arquitectura técnica de España (CGATE).* Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf

Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (5a ed.).* Project Management Institute-

https://catalogo.upc.edu.pe/permalink/51UPC_INST/7catuc/cdi_elibro_books_ELB178506

Rivera Peña, C. (2012). *Guía de Aplicación del método del Valor Ganado como Sistema Integral de Control, Seguimiento y Supervisión de Obras*. Universidad Pontificia Bolivariana.

Ulloa Trujillo, F. (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 de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. http://hdl.handle.net/10757/655925

Womack, J. & Jones, D. (1996). *The Machine That Changed The World Book Sumary.* Univerzita Karlova. https://dl1.cuni.cz/pluginfile.php/218097/mod_resource/content/0/womack_the_machine_that_changed_the_world.PDF

7. Anexos

Anexo 01: Resultados financieros del año 2022, 2023 y 2024

Estado de Resultados Del 2022, 2023 & 2024 (Expresado en Soles)						
AÑO	**2024**	**%**	**2023**	**%**	**2022**	**%**
	S/					
VENTAS NETAS PROYECTOS	19,075,786		29,483,638		14,496,235	
(-) Costo de Ventas	(13,142,329)		(23,556,917)		(10,945,072)	
UTILIDAD OBRA	5,933,457	31.10%	5,926,721	20.10%	3,551,163	24.50%
(-) Costo Taller - Almacén	(314,473)		(889,165)		(560,983)	
UTILIDAD BRUTA	**5,618,984**	**29.46%**	**5,037,556**	**17.09%**	**2,990,180**	**20.63%**
UTILIDAD META		30.00%		30.00%		30.00%
DIFERENCIA		**-0.54%**		**-12.91%**		**-5.50%**

Anexo 02: Resultados financieros de obras varias del año 2022, 20223 y 2024

Año	S/. 2024	%	S/. 2023	%	S/. 2022	%
Facturación a Terceros	16,298,873.77	85.44%	22,525,514.75	76.40%	12,756,704.00	88.00%
Facturación a Vinculadas	18,474.80	0.10%	6,958,123.25	23.60%	1,739,530.81	12.00%
Cifra de Negocio	**16,317,348.57**	**85.54%**	**29,483,638.00**	**100.00%**	**14,496,234.81**	**100.00%**
Producción pendiente facturar	2,758,437.47	14.46%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Producción	**19,075,786.04**	**100.00%**	**29,483,638.00**	**100.00%**	**14,496,234.81**	**100.00%**
Materiales	-156,481.82	-0.82%	15,625.44	0.05%	8,720.04	0.06%
Compra Vinculadas	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Portes	-443,725.65	-2.33%	-758,391.52	-2.57%	-369,114.12	-2.55%
Alquileres	-1,193,569.12	-6.26%	-2,345,132.14	-7.95%	-958,122.47	-6.61%
Gasoil	-36,251.22	-0.19%	-78,954.24	-0.27%	-31,655.33	-0.22%
Subcontratación	-400,263.69	-2.10%	-53,781.11	-0.18%	-985,621.18	-6.80%
Otros consumos en Obra	-2,678,077.04	-14.04%	-5,181,528.78	-17.57%	-2,689,544.41	-18.55%
Consumos	**-4,908,368.54**	**-25.73%**	**-8,402,162.35**	**-28.50%**	**-5,025,337.47**	**-34.67%**
MOD Obras Propias	-3,403,000.21	-17.84%	-5,578,524.33	-18.92%	-2,685,632.77	-18.53%
MOD Obras Ingenieros	-2,695,109.85	-14.13%	-4,000,253.90	-13.57%	-1,369,758.90	-9.45%
Subcontratación Vinculadas	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Dietas y gastos viaje MOD	-1,038,431.96	-5.44%	-4,005,251.05	-13.58%	-869,214.78	-6.00%
EPIS, Seguridad y Formación	-692,187.97	-3.63%	-814,332.74	-2.76%	-469,256.65	-3.24%
Coste Personal Obra	**-7,828,729.99**	**-41.04%**	**-14,398,362.02**	**-48.84%**	**-5,393,863.10**	**-37.21%**
Respuestos y Utiles (costes)	-31,608.37	-0.17%	-38,142.22	-0.13%	-38,142.22	-0.26%
Amortización Equipos Obra	-373,622.03	-1.96%	-718,250.28	-2.44%	-487,729.08	-3.36%
Coste Obra	**-13,142,328.93**	**-68.90%**	**-23,556,916.87**	**-79.90%**	**-10,945,071.87**	**-75.50%**
Utilidad Obra	**5,933,457.11**	**31.10%**	**5,926,721.13**	**20.10%**	**3,551,162.94**	**24.50%**
Personal Taller Almacén	-196,339.65	-1.03%	-572,370.44	-1.94%	-368,122.79	-2.54%
Gastos Directos Taller-Almacén	-84,220.20	-0.44%	-186,984.77	-0.63%	-122,245.32	-0.84%
Gastos Generales Taller-Almacén	-12,796.23	-0.07%	-40,998.55	-0.14%	-19,978.57	-0.14%
Reparación y Conservación	-21,116.69	-0.11%	-88,811.08	-0.30%	-50,636.09	-0.35%
Coste Taller-Almacén	**-314,472.77**	**-1.65%**	**-889,164.84**	**-3.02%**	**-560,982.77**	**-3.87%**
Utilidad Bruto	**5,618,984.34**	**29.46%**	**5,037,556.29**	**17.09%**	**2,990,180.17**	**20.63%**

Anexo 03: Indicadores de CPI & SPI de los años 2022, 20223 y 2024

Año	Indicador	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2022	CPI	1.212	1.290	1.305	1.230	1.342	1.269	1.290	1.359	1.290	1.290	1.290	1.324
	SPI	0.818	0.891	0.905	0.911	0.903	0.960	0.979	0.987	1.043	0.988	1.009	1.000
2023	CPI	1.053	1.047	1.041	1.117	0.946	0.982	1.053	1.103	1.065	1.111	1.176	1.252
	SPI	1.161	0.930	0.916	1.060	0.982	0.984	0.969	1.056	1.009	1.004	1.020	1.000
2024	CPI	1.227	1.242	1.274	1.274	1.258	1.335	1.241	1.348	1.366	1.397	1.406	1.451
	SPI	0.866	0.895	0.889	0.953	0.957	0.950	1.025	1.021	1.008	1.013	1.032	1.000

Anexo 04: Promedio de Indicadores de CPI & SPI de los años 2022, 20223 y 2024

AÑO	Promedio	
	CPI	SPI
2022	1.08	1.01
2023	1.08	1.10
2024	1.32	0.97