

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

APLICACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD DEL MOVIMIENTO DE TIERRA EN CANTERAS, UBICADA EN JUNÍN, 2024

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Christian Mario Perez Gomez

Carlos Antonio Palomino Benavides

Asesor:

Mg. Ing. Lilian Rocío Villanueva Bazán

<https://orcid.org/0009-0008-9415-4575>

Lima - Perú

2025


JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	EMILIO JOSE MEDRANO SANCHEZ
	EMILIO JOSE MEDRANO SANCHEZ

Jurado 2	JVAN JOVANOVIC AGUIRRE
	JVAN JOVANOVIC AGUIRRE

Jurado 3	LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN
	LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN

Informe de Similitud

 Página 2 of 76 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega (trac): 1:3124121025

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado

Exclusiones


- N.º de fuente excluida

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
52 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problema. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.

Dedicatoria

“A mi novia, mis hijos, mi madre, mi hermano, mi abuela, mi tío”

Christian Pérez Gómez

“Para mi familia”.

Carlos Antonio Palomino Benavides

Agradecimiento

“A Dios por haberme dado la fortaleza para culminar mis estudios. A mis padres que me apoyaron siempre para ser un profesional comprometido con mi trabajo, a mi esposa e hijos que fueron siempre mi soporte e inspiración por ser cada día mejor.”

Christian Pérez Gómez

“A mi familia por su apoyo incondicional en todos estos años para que pueda cumplir con esta meta como profesional y así dejar este legado para que los demás miembros de mi familia sigan el camino correcto”.

Carlos Antonio Palomino Benavides

Tabla de contenidos

Índice de tablas	7
Índice de Figuras.....	8
Resumen	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema.....	26
1.3. Objetivos.....	26
1.4. Hipótesis	27
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	29
CAPÍTULO III: RESULTADOS	37
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	67
REFERENCIAS	72
ANEXOS	80

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización	31
Tabla 4 Actividades realizadas por trabajador para voladura de explosivos	47
Tabla 5 Actividades realizadas por trabajador para colocación de explosivos	54
Tabla 6 Actividades por trabajadores de barrenación del tramo 01	61

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de proceso	33
Figura 2 Procedimiento de análisis de datos	35
Figura 3 Lookahead 4 semanas	38
Figura 4 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) en la semana 7	40
Figura 5 Porcentaje de plan cumplido (PPC) en la semana 8.....	42
Figura 6 Porcentaje de plan cumplido (PPC) en la semana 9.....	44
Figura 7 Porcentaje de plan cumplido (PPC) en la semana 10.....	45
Figura 8 Carta balance de voladura de explosivos tramo 03	47
Figura 9 Resultados generales para la voladura de explosivos	51
Figura 10 Trabajo no contributorio para la voladura de explosivos.....	52
Figura 11 Trabajo contributorio para la voladura de explosivos	53
Figura 12 Carta balance de colocación de explosivos.....	54
Figura 13 Resultados generales para la colocación de explosivos	58
Figura 14 Trabajo no contributorio para colocación de explosivos	59
Figura 15 Trabajo contributorio para la colocación de explosivos	60
Figura 16 Carta balance de barrenación del tramo 01	61
Figura 17 Resultados generales para la barrenación	65
Figura 18 Trabajo no contributorio para barrenación.....	66

Figura 19 Trabajo contributorio para barrenación..... 67

Resumen

En el sector construcción, se necesitan nuevos mecanismos para mejoren la productividad y correcta planificación para combatir los problemas dentro de una obra o una partida en específico. Es por ello que la investigación planteó como objetivo principal, implementar Lean Construction para optimizar la productividad de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín. Se mostró una investigación de tipo aplicada, con un nivel explicativo, un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental. Los resultados mostraron, que tras la aplicación del Lean construction se presentó una mejora en las actividades, con un porcentaje del plan cumplido para la semana 7 del 100%, para la semana 8 se mostró un cumplimiento del 64%, sin embargo, se realizaron medidas correctivas, para la semana 9 se cumplió con el 80% y para lo restante se aplicaron medidas correctivas y por último para la semana 10 se cumplió con el 71%. Se llegó a concluir que la metodología lean construction, optimizó la productividad de la partida movimiento de tierra.

Palabras Clave: Lean Construction, Carta de Balance, Las Planner System, Tren de Trabajo

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El sector de la construcción, juega un papel muy relevante, debido a que gracias a las construcciones de edificios e infraestructuras sostenibles, los países a lo largo del mundo generan un desarrollo social, y una influencia muy grande dentro del PBI (Salah et al., 2021). De esta manera el PBI, de cada país se ven contribuidos de muchas formas por el sector de la construcción, en países como Estados Unidos, se espera que gracias a la construcción, este se pueda levantar de muchas crisis por su capacidad de recuperarse gracias al desarrollo sostenible en el sector mencionado, así también el lugares como China, se espera un ingreso de 13 billones de dólares para el año 2030, siendo considerado el mayor mercado de la construcción, o Reino Unido que también verá un aumento en su cifras (Alaloul et al., 2022). En países como Ecuador, la construcción presenta gran importancia, debido a que mediante ello se mueve la economía del país, generando aproximadamente el 10% de PBI del país vecino (Díaz-Kovalenko et al., 2022). En este contexto, la pérdida de la productividad en diversos países afectaría a su PBI, logrando que estos no se logren desarrollar, quedándose a puertas de su evolución, teniendo importancia debido a que en los últimos años ha incrementado del sector de la construcción. En Colombia, la industria de la construcción, permiten un aporte del PBI del 7.6% en la economía. (Castaño-Jiménez et al., 2021).

En muchos sectores del mundo como Kuwair, existieron irrupciones en el crecimiento de la industria de la construcción debido al Covid-19, debido a ello el sector

quedó paralizado, donde antes se contribuía en un 7% de la economía, a raíz de ese problema se obtuvo una cifra negativa del 8.1% mostrando una clara caída (Salem et al., 2023). Así mismo, se muestra que existe gracias a ello y demás factores una baja productividad que no permiten que el sector siga creciendo, logrando que los trabajadores vivan en condiciones precarias, teniendo muchos despidos y mala aplicación de los sistemas de construcción, lo que traerá consigo una mala recuperación post pandemia y el no crecimiento de la economía, quedándose estancados (Arancibia, 2023).

La poca productividad puede relacionarse a factores como la insuficiente formación que reciben los empleados, así como la necesidad de estos para el estudio y la aplicación de nuevas tecnologías, que significarían el avance y el desarrollo en el sector, del mismo modo, los pocos conocimientos de forma práctica para ser aplicados, el poco desarrollo por parte del estado que fomenten prácticas y aprendizajes con motivaciones y constantes capacitaciones, así mismo un erróneo sistema de comunicación, planificaciones que no son adecuadas para los sistemas de construcción que se aplican, inflación, escasez de materiales, sistemas inadecuados, diseños que son inexactos, una toma de decisiones lenta, el no cumplimiento del cronograma de entre de materiales, equipos inadecuados, entre otros, que permitan que ya no exista una brecha entre los nuevos avances tecnológicos y la productividad de los países (Hyarat et al., 2024).

En el Perú, la construcción permitirá desarrollar y lograr el impulso de la economía, pero dentro de ella tenemos el problema de la productividad, ya que,

deberíamos poder ser más eficientes logrando usar menos productos y producir más. Es necesario mejorar y analizar cuáles son los factores que no permiten que la productividad en nuestro país avance, estableciendo en primer lugar, que tan deficiente es nuestro sistema de construcción y que tan desfasado se encuentra con la finalidad de eliminar pérdidas e incrementar la transparencia, maximizando los beneficios (Millones, 2020). Nuestro país, no es ajeno al poco interés de implementar nuevas herramientas en la construcción que puedan ayudar a mejorar la productividad, se cree que no estamos capacitados para implementar estas nuevas tecnologías que permitirán el desarrollo del país, incrementando así nuestra economía (Cabrera et al., 2023).

Es necesario conocer y determinar herramientas novedosas que mejoren la productividad dentro de la construcción, es por ello que se buscan nuevas herramientas para elevar la eficiencia en las partidas, usando nuevos equipos. Una de estas de estas partidas que presenta dificultades para su correcto desarrollo es el de movimiento de tierra, que requiere de conocimientos previos que permitan no excederse en los costos y por ende mantener la productividad planificada. La pérdida de la productividad en el movimiento de tierra ocasiona el incremento de los costos debido a que se debe utilizar más horas máquina para realizar un terminado trabajo. Asimismo, se incurre en el incumplimiento en los plazos establecidos lo cual implica sobrecostos; el propósito del tema de investigación es mejorar los procesos tecnológicos para la aplicación del Lean Construction a la partida movimiento de tierras, de esta forma se verá una mejora en el

rendimiento, lo que llevará a aminorar costos, elevar la productividad dentro de la cantera, haciendo mucho más eficiente el trabajo de los empleados, mostrando una forma novedosa donde todos los involucrados obtengan beneficios y en un futuro sea aplicado a no solo partidas, también a diversas obras a nivel de todo nuestro país.

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Awad et al. (2021), en su artículo evaluaron la productividad que se da en las edificaciones comparando la construcción tradicional con la industrial. La metodología que se empleó tuvo un diseño experimental, constó de evaluar parámetros como los recursos empleados, la distribución, aplicando la metodología Lean. Se pudieron obtener resultados que enfatizan que la construcción industrial presenta una mayor productividad, aminora los tiempos de ejecución de obra, en cuanto a los costos se ven considerablemente reducidos, presentando una construcción de mayor sostenibilidad. “Lean” ayuda a poder conseguir una arquitectura más sostenible, elevando la productividad de los trabajadores y optimizando costos. El aporte de la investigación que se ha mencionado en nuestra tesis, ayudó a poder realizar la discusión de nuestros resultados, sirviendo de guía para la aplicación y redacción de los mismos.

Shaour (2022), evaluó la aplicación del sistema Lean, para la evaluación de construcciones de Egipto. Identificando los beneficios de su aplicación. Se recopiló información sobre diversas obras en las zonas, donde se evaluaron la productividad, el tiempo de ejecución, basados en la información brindada por 160 expertos de la construcción. Se obtuvo que se mejoró el proceso de planificación y productividad durante su aplicación, al mismo tiempo se lograron encontrar 31 beneficios de la correcta aplicación del Lean, sin embargo, muchos de estos profesionales lo aplican, pero no saben manejarlo correctamente por lo que la capacidad de gestionar y controlar la productividad se vio afectada. En conclusión, cuando se aplica el Lean, con su adecuada aplicación, hace que los proyectos sean más llevaderos, mejorando la planificación, incrementando los beneficios y muy importante, la productividad. El aporte de la investigación refiere a como se elevó la productividad al aplicar Lean Construction, dándonos a conocer los diversos beneficios y los tiempos de ejecución.

Hyarat et al. (2024) presentaron la implementación de Lean Construction (LC) en los sectores de la construcción de Jordania. Tuvo una metodología con un enfoque cuantitativo donde se aplicaron cuestionarios a diversos profesionales que hayan aplicado LC, determinando su productividad y las barreras que existen para su aplicación, con un total de 207 respuestas. Se obtuvieron como resultados, que la productividad al aplicar LC, aumentan, en un 18%, ayudan a tener una mejor planificación, previniendo posibles problemas, y logrando que al hacer ello, se pueda avanzar con normalidad durante la

construcción. Se estimó que esta metodología puede ser aplicada, sin embargo, presenta barreras como la falta de información o la poca e inadecuada práctica y la resistencia por parte de los trabajadores a un cambio, obstaculizando el proceso. El aporte de la investigación, para la tesis, se muestra cómo influye la aplicación de LC, en los trabajadores y los problemas que pueden tener por la falta de información.

Bigwanto et al. (2024) en su artículo se evaluó la ejecución de proyectos con el propósito de integrar al contratista. Se usó métodos tanto cualitativos como cuantitativos, para evaluar Lean Construction en 6 partidas de un proyecto comparándolo con la opinión de expertos. Los resultados expresaron que la productividad logró evitar déficits con el control de cronogramas donde no se generaron pérdidas de más de 100 mil millones, se estimó que pudo haber pérdidas de más de 10% debido a los atrasos en obra sin la aplicación de la metodología. Se pudo estimar que el Lean Construction, ayudó a mejorar la productividad por medio de cronogramas específicos, generando el éxito del proyecto. Esta investigación aportó para ser aplicada en la discusión de los resultados de nuestra tesis.

Shakil et al. (2020), presentaron la evaluación de los beneficios, desafíos para implementar el Lean Construction en la industria constructora. Fue experimental, aplicando planes de trabajo para tener una productividad más afectiva. Se mejoró la productividad con ayuda de Last Planner System (LPS), generando una seguridad, costos elevados, teniendo un mejor ambiente laboral con adecuados equipos y herramientas que

ayuden en un contexto económico. Se concluyó que Lean Construction, ayudó mejorar la productividad, logrando un desarrollo más eficaz. Esta investigación aportó en dar conocimiento sobre el uso del LPS, y ser aplicado en la discusión de la tesis.

ANTECEDENTES NACIONALES

Meza (2023), en su investigación, determinó la productividad con el uso de Lean Construction como metodología para la partida movimiento de tierras de un hospital. Se realizó mediante un enfoque cuantitativo, siendo experimental, teniendo en consideración solo la partida movimiento de tierras en la obra de servicios de salud Llata. En cuanto a los resultados, se mostró que gracias a que se aplicó la metodología Lean, se produjo un ahorro en la utilidad de casi el 9.05%, se pudo aplicar un control adecuado del combustible, además del control de la maquinaria y el avance de productividad de la mano de obra. Se puede afirmar que esta metodología logra de forma óptima una mejora en la productividad a favor de la empresa, maximizando el uso de las capacidades de los trabajadores. Logró aportar, sobre el uso adecuado de la metodología Lean Construction y como aumenta la productividad en la partida movimiento de tierras para ser aplicado en las discusiones del trabajo de investigación.

Pineda y Anchorena (2023) realizaron la evaluación de los subcontratistas en la partida movimiento de tierras en el control de obras usando Lean Construction. La investigación desarrollada presentó una investigación experimental, donde se aplicó el Last Planner System (LPS), con ello buscando el control de esta partida, siendo

comparados con una obra realizada de forma similar, pero sin la aplicación de la metodología. Como resultados se obtuvieron que cuando se empleó Lean Construction, hizo que se obtuviera una clara ventaja favorable que ayudó a controlar la productividad en la partida, donde se optimizó los tiempos de ejecución de obra. Se puede afirmar que el LPS, mejora los tiempos y controles para que la partida se desarrolle de mejor manera. El aporte que presentó es sobre dar conocimiento del aumento de la productividad usando LPS, logrando ver una clara mejora en la productividad de las partidas, siendo aplicado en las discusiones.

Zavaleta y Carhuancho (2023) evaluaron la reducción de tiempo y costos en el uso de maquinarias en obras de reservorios bajo la metodología Lean Construction. Se tuvo una investigación explicativa, usando las obras terminadas de 3 reservorios, para determinar los procesos y determinar un plan de trabajo que aumente la productividad. Se obtuvo que al aplicar el plan de trabajo usando Lookahead Planning, y otras herramientas más, se estima que el 50% está de acuerdo y la otra mitad muy de acuerdo con que ayudará a mejorar la productividad, tiempos y costos de las obras mencionadas, siendo explicado de manera clara y sencilla a los trabajadores. Se concluyó, enfatizando que de los proyectos en estudio presentan baja productividad, exceso de costos, poco o nulo mantenimiento con valores que sobre estiman el 12%, el LC ayudó a mitigar este problema y a elevar significativamente la productividad. La investigación ayudó a

conocer la influencia de la metodología Lean Construction para aumentar la productividad, ayudando a aminorar los tiempos de construcción de reservorios.

Moreno (2020), aplicó la metodología Lean Construction para un edificio multifamiliar en la ciudad de Arequipa. Fue una investigación experimental, donde se aplicó el tren de actividades, y además el porcentaje de plan cumplido. Se logró mediante el tren de actividades una mejor planificación, teniendo una mayor eficiencia, aplicando la herramienta PPC, se cumplen aproximadamente el 77% de las actividades programadas y aumenta según la semana y la actividad que presenta, logrando ahorros del 1.8%, e incluso estimando que la obra pueda concluirse con 21 días de anticipación. Se estimó que el LC, mejora la productividad en obra y con ayuda del tren de actividades, se logra un flujo más eficiente con menor duración trabajando mediante partidas. Aportó al conocimiento de la aplicación del tren de actividades, usándolo para la discusión de nuestros resultados, conociendo la influencia de esta en obras.

Sequeiros (2022) aplicó la filosofía Lean Construction, con la finalidad de que la productividad se vea mejorada en el hospital Materno Infantil. La metodología realizada fue cuantitativa de tipo no experimental, donde se aplicaron herramientas como carta balance, diagramas, trabajo productivo, entre otros. Se logró planificar y aumentar la productividad hasta en casi un 56%, con ayuda de la carta balance, incrementó casi el 30% del trabajo comunitario, siendo evaluados los obreros durante su jornada laboral, se redujeron los tiempos de espera, hasta en un 30%, pudiendo completar las actividades de

acuerdo con el día programado. Se estimó que el LC ayudó a la mejora de la productividad, se lograron por medio de capacitaciones y reuniones con los trabajadores, siendo empleada en los sectores o partidas que más lo requieran. La investigación aportó, a conocer la aplicación de la carta balance y los beneficios que tendrá, logrando usarse para la discusión de la investigación.

ANTECEDENTES LOCALES

Naupay y Rojas (2023), realizaron la implementación de Lean Construction (LC) para mejorar la productividad de pilotes de concreto en Ancash y Junín. En de la investigación se planteó un estudio no experimental. Los resultados, mostraron deficiencias durante el proceso constructivo, antes de aplicar el LC, dentro de los cronogramas realizados, expedientes. Para ello, se aplicó el lookahead para lograr asegurar un flujo constante de trabajo; debido a ello, se logró un ahorro del 40% al usar esta metodología. Los autores concluyeron que, existió un aporte significativo para la aplicación de LC en la partida movimiento de tierras.

Aclari (2021) investigó el uso de la metodología LC para poder determinar la productividad en proyectos de pavimentación en la región de Junín. El estudio fue aplicado, presentando un nivel descriptivo, con un diseño experimental. Se presentaron resultados favorables con la aplicación de la metodología, mostrando que se elevó la producción en un 57%, logrando que se realicé con mucha mayor facilidad la pavimentación. Se concluyó que la aplicación de Lean Construction, ayudó a mejorar la

productividad en las diversas actividades que se muestran para la pavimentación. La investigación aportará a dar conocimiento a los beneficios del LC y que también puede ser aplicado a otros rubros de la construcción, mostrando ventajas.

Sanchez (2023) evaluó la productividad de empresas constructoras de Huancayo al aplicar Lean Construction. El estudio fue aplicado, explicativo, no experimental. Dentro de ella, se utilizó una encuesta acerca de Lean Construction (LC). Los resultados mostraron que el 35% tuvo un bajo conocimiento acerca de LC, pero también el 37% aplicaban correctamente el LC; así, se logró mejorar la productividad y cumplir con los plazos establecidos en el cronograma. Los autores concluyeron que, si se aplica la metodología LC, se verá un mejor resultado en las empresas constructoras de Huancayo. La investigación aportó sobre los conocimientos del LC y fueron usados en la discusión de los resultados.

Huamán y Sune (2020), aplicaron la metodología Lean Construction (LC) para mejorar los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial. Presentó una metodología con un enfoque cuantitativo, usando Last Planner System (LPS), carta balance y poka yoke. Los resultados mostraron que el tiempo se redujo en 4 días, cumpliendo en un 60% con el plan cumplido; además, aumentó la productividad de hasta el 14%, reduciendo el trabajo de hasta casi el 21%, adicionalmente se ahorró en promedio casi un 6% del presupuesto del proyecto. Se concluyó mostrando que el LC, presenta muchos beneficios que ayudaron a aumentar la productividad en diversas obras. La

investigación, aportó, mostrando los beneficios del LC, al mismo tiempo fueron aplicados y usados en las discusiones de los resultados de nuestra investigación.

Silva (2023) estableció la evaluación de aplicar Lean Construction en la productividad de partidas de concreto armado para viviendas. Fue aplicada, presentó un nivel descriptivo; la investigación tuvo una población ubicada en el Jr. Jiménez. Los resultados mostraron que se elevó la productividad de cerca del 31%, con mejoras considerables en el rendimiento de cada trabajador; al mismo tiempo, se mostró que, realizando un cronograma de actividades correcto, se cumplieron con los plazos adecuados en cada partida solicitada. El aporte de esta investigación sugirió que se puede usar para conocer los alcances de la productividad en cada partida de obra.

En cuanto a las bases teóricas, se presentan

- **Productividad:**

La productividad es la relación entre lo producido y lo gastado (Carro y González, 2012). Por otro lado, entre los factores que intervienen en la productividad se presentaron a los factores externo, como la administración, demográficos, entre otros e interno, como el personal, el método (Fontalvo-Herrera et, 2019).

- **Carta de Balance o Carta de Control:**

Es una gráfica en la que se mide el tiempo de los recursos utilizados en minutos y tiene como objetivo medir la eficiencia de los recursos empleados en una tarea determinada (Serpell y Verbal, 1990).

- **Tren de Trabajo:**

Es una cadena de actividades se aplica, por lo general, en proyectos donde las actividades son repetitivas. Está enfocado en controlar que el trabajo de la mano de Obra sea es esperado (Pincay y Ramos, 2018).

- **Last Planner System:**

Consiste en identificar las actividades que se tiene la certeza que se realizarán e incluirlas en el plan de trabajo, de esta forma se tiene una gran probabilidad en la ejecución de los trabajos y se elimina la incertidumbre (Porrás, 2014).

- **Movimiento de tierra**

Consiste en el proceso de excavación y también de relleno, está referida a las acciones que se realizan en un terreno antes de poder ejecutar una obra, este se caracteriza por ser realizado con ayuda de maquinaria o de forma manual (Domínguez y Cáceres, 2022).

- **Cronograma de actividades**

Es el control de las diversas actividades que se van a plantear durante el desarrollo de una partida, se lleva de forma detallada y ordenada, donde se muestran los trabajos que se deben hacer con fechas detalladas (Porrás et al., 2014).

- **Eficiencia**

La eficiencia, es poder lograr resultados de forma óptima con menos recursos, con un periodo mucho menor, mostrando muchos beneficios al momento de realizar la productividad (Rojas et al., 2018).

- **Rendimiento**

Es la capacidad de las personas a lograr objetivos, con diversas tareas y al mismo tiempo planteándose metas, cumpliendo de forma óptima un trabajo que se ha debido asignar (Blandín, 2023).

- **Maquinaria Pesada**

Es usada en su mayoría en obras de construcción, es un tipo de vehículo que está destinado al movimiento de tierras, algunos de ellos son, tractores, retroexcavadora, excavadora, etc (Guillen-Sánchez y Depaz-Paucar, 2024).

- **Cantera**

Es el lugar donde se puede extraer diversos materiales como piedras, algunas rocas, formados por algunas erupciones de volcanes. Esta es usada como agregados para el sector de la construcción (Blandín, 2023).

- **Lean Construction**

Se define como una metodología que está en la búsqueda de que se puedan identificar y erradicar todo tipo de pérdidas, haciendo que se aumente la productividad y

la sostenibilidad, de forma que los impactos ambientales se vean disminuidos (Carvajal-Arango et al., 2019).

- **Desbroce**

Está referido a eliminar algunas malezas, y demás plantas que se encuentran en un terreno, para su posterior construcción (Carranza-Patiño et al., 2024).

- **Top Soil**

El Top Soil, es aquella que son realizadas en actividades de mitigación, revegetación y en la etapa de cierre de la mina (Castaño-Jiménez et al., 2021).

- **Extracción**

Sacar el material o la separación para poder obtener un producto mucho más valioso de su lugar original (Hyarat et al., 2024).

- **Flujo de trabajo**

Se usa la información y los diferentes materiales para que a través de las unidades de producción, expresada de forma secuencial y de forma ordenada (Fernández, 2009).

- **Procesos**

Son los diferentes pasos que deben seguirse o actividades que son presentadas durante una obra (Velarde, 2011).

- **Rendimiento de mano de obra**

Se refiere del porcentaje de obra que se ha ejecutado durante un rango de tiempo y también la calidad que tuvo la cuadrilla por los diferentes tipos de obreros (Peón, Operario o capataz) (Palomino, 2021).

1.2. Formulación del problema

PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida la implementación de Lean Construction permite optimizar la productividad de la partida movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicada en el departamento de Junín?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿En qué medida la implementación del Lookahead mejora a la planificación de actividades en la partida movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicada en el departamento de Junín?

¿Cuál el porcentaje de plan cumplido de la partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín?

¿En qué medida la aplicación de la carta de control reduce el tiempo empleado en la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicada en el departamento de Junín?

1.3. Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Implementar Lean Construction para optimizar la productividad de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar el Lookahead de la partida movimiento de tierras con maquinaria pesada de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.

Determinar el porcentaje de plan cumplido de la partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.

Aplicar la Carta de Balance para reducir tiempos empleados en la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.

1.3.1. Hipótesis

HIPÓTESIS GENERAL

La implementación de Lean Construction permitirá optimizar la productividad de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.

Hipótesis Específicos

Implementar el Lookahead mejora la planificación de actividades de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín

El porcentaje de plan cumplido es superior al 50% de la partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.

Mediante la herramienta Carta Balance se reducirá el tiempo empleado en la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.

Justificación

En cuanto a la justificación teórica, la aplicación de Lean Construction ayudó a maximizar y valorar los procesos constructivos, optimizando tiempos, costos y recursos, mejorando los costos operativos y demás riesgos asociados a la variabilidad climática, mejorando la planificación semanal.

En cuanto a su justificación práctica, se presentó a la aplicación de Lean Construction, en la empresa en estudio, permitió conocer el rendimiento real de los equipos, la productividad y el grado de cumplimiento de las actividades planificadas. Al contar con una lectura global del proceso de movimiento de tierra se pudieron

implementar contramedidas con la finalidad de cumplir con los plazos y optimizar el uso de los recursos.

Así mismo, su justificación metodológica, presenta que la aplicación de Lean Construction fue no experimental.

Del mismo modo, su justificación económica, mediante la aplicación de Lean Construction se mejoró la utilización de los recursos, lo cual favoreció a la rentabilidad de las operaciones.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

El enfoque de a investigación cuantitativa según Hernández et al. (2014), es aquella que se basa en datos numéricos, los cuales son recopilados y analizados para explicar fenómenos. Es por ello, que en la presente tesis se usó un enfoque cuantitativo, debido a que se usaron valores numéricos para determinar la productividad que tuvieron la partida movimiento de tierra con uso de maquinaria pesada.

En cuanto al nivel de investigación Hernández et al. (2014) mencionó que el nivel descriptivo, es aquel encargado de la descripción de fenómenos o acontecimiento. El estudio fue descriptivo, ya que, se aplicó el método Lean Construction para demostrar y mejorar los resultados en la partida movimiento de tierras.

La presente tesis fue de tipo aplicada, el cual según Ñaupás et al. (2018) es aquella basada en la resolución de problemas, donde se aporten soluciones concretas,

respondiendo necesidades concretas de la sociedad. La presente tesis fue considerada de tipo aplicada dado que busca solucionar el problema ocasionado por la baja productividad de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada, aplicando la metodología Lean Construction.

La presente tesis de investigación aplicada, según su diseño, es de tipo NO experimental, el cual según Bernal (2010), no presentó la influencia del autor sobre las variables, presentando una observación de las actividades. Por lo antes indicado, la presente tesis correspondió a un estudio no experimental.

La población es el conjunto total de elementos que tienen un punto en común (Robles, 2019). La población de la investigación, estuvo referida a las partidas de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco ubicadas en el departamento de Junín. Estas canteras son representativas de las actividades de explotación de materiales para la construcción y movimiento de tierra en la región, para proyectos de infraestructura local y regional.

En cuanto a la muestra, conocida como una parte de la población (Robles, 2019). Se usó como muestra a la partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, considerando 4 tramos: zona de explotación del tramo 1, zona de explotación del tramo 2, para la cantera Cerro y Palo y la cantera Encanto Blanco para la zona de explotación del tramo 3 y zona de explotación del tramo 4.

Según Hernandez y Duana (2020) la técnica se pudo definir como el conjunto de herramientas con la cual se obtienen datos, los cuales permiten analizar una determinada actividad. En este sentido, el análisis documental permitió recuperar información para su análisis y validación, y, la observación para la toma de datos en el campo, esta actividad tuvo dos atributos característicos; será ordenada y planificada.

Instrumentos: Los instrumentos fueron diversos aparatos que fueron utilizados para recabar la información solicitada, con la finalidad de que estos puedan ser llenadas y posteriormente analizadas. La investigación usó como instrumento las guías de observación con el objetivo de aplicar la medición de tiempos con fichas de lookahead, PPC, carta balance. Estas fueron usadas para la aplicación de Lean Construction, considerando sus criterios de calidad y equidad.

VARIABLES

Operacionalización de variables

A continuación, en la tabla 1, se mostró la matriz de operacionalización de variable.

Tabla 1

Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	ESCALA
----------	-----------------------	------------------------	-----------	--------

Lean Construction	Es una metodología que presenta como principal objetivo mejorar la eficiencia y calidad de los proyectos basándose en principios eficientes	Se procedió a medir las actividades programadas en función a las actividades ejecutadas. Además, de medir las actividades planificadas en comparación con el cumplimiento	Lookahead Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)	Carta Balance	De razón
Movimiento de tierras	Diferentes acciones para la preparación de un terreno durante una ejecución de obra	La partida movimiento de tierras, son las acciones que se darán para aplicar Lean Construction en un tiempo menor	Productividad Tiempos Actividades		

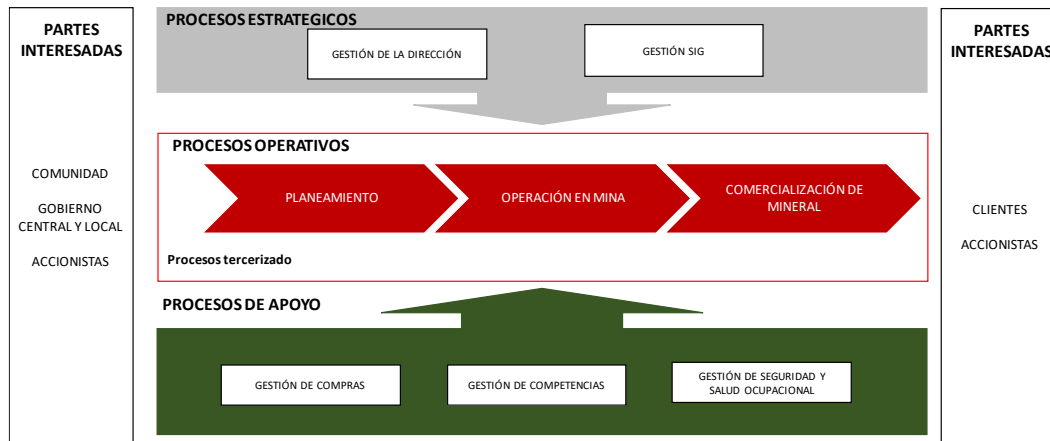
Nota. En la presenta tabla se muestran las variables con sus indicadores y definiciones.

En cuanto al proceso de recolección de datos, se consideró en primer lugar: **Procedimiento de explotación actual**, La empresa en estudio desarrolló operaciones en el departamento de Junín, distrito de Marcapomacocha y provincia de Yauli. Debido a la geología y las características físicas del yacimiento el diseño de explotación es mediante al método a Tajo Abierto. Además, el proceso de explotación de Piedra Caliza corresponde a los procesos operativos de la empresa en estudio. En el mapa de proceso se muestras los procesos operativos, estratégicos y de apoyo. En la figura 01, se muestra

el mapa de proceso de la empresa en estudio.

Figura 1

Mapa de proceso



Dentro de las operaciones realizadas en las canteras se realizó: **Habilitación de vía de acceso:** Consistió en mejorar las características de la vía de acceso con la finalidad de que los vehículos accedan a la plataforma de carga y así reducir el tiempo empleado en el carguío; **Desencapado o retiro de la capa orgánica del suelo (Top Soil) :** Dentro del área del proyecto se identificaron zonas que cuenten con recubrimiento orgánico, el mismo que deberá ser retirado con la finalidad de no contaminar el mineral a despachar. El Top Soil será utilizado en las actividades de mitigación, revegetación y en la etapa de cierre de la mina. **Desbroce:** Consistió en retirar el material estéril o desmonte el cual es retirado, en función a sus características de forma manual o con equipos. En el presente

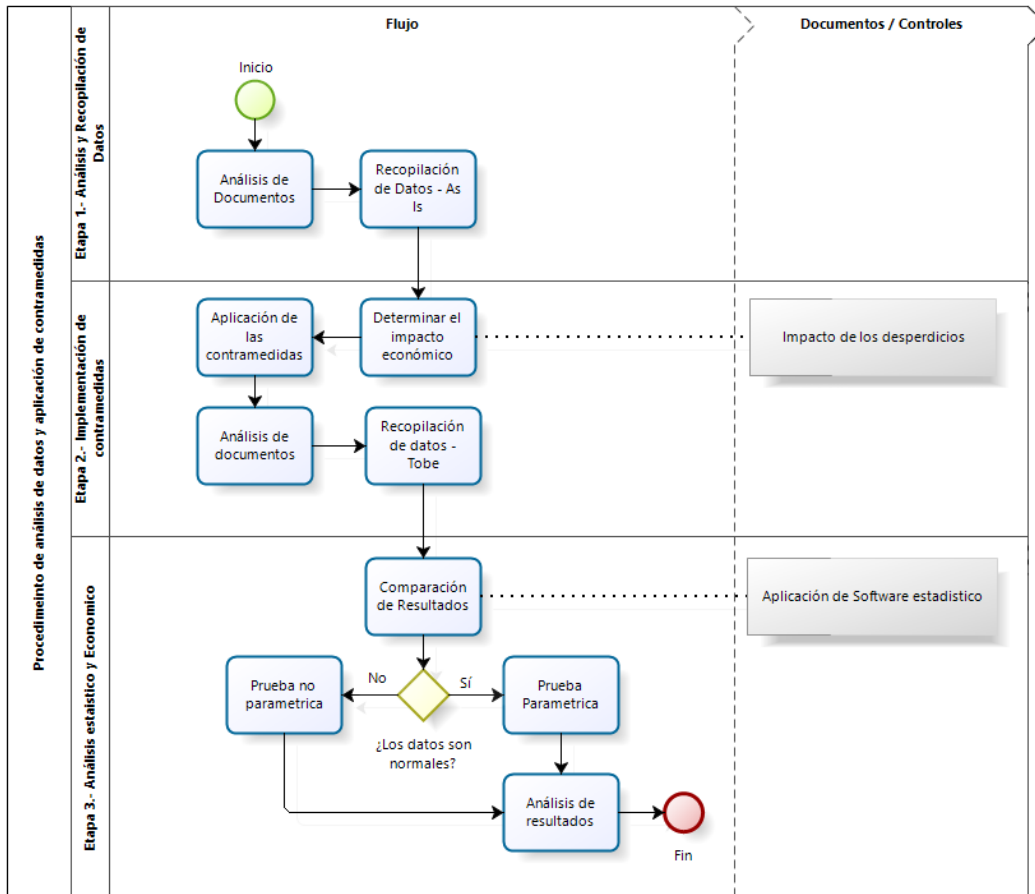
proyecto se realizará el desbroce con excavadora. **Extracción:** Luego de retirar el Top Soil el mineral es extraído mediante el uso de equipos de perforación mecánica y/o hidráulica, con el uso de explosivos. Luego de la voladura ingresará la excavadora para remover el mineral. **Clasificación:** Durante la extracción el mineral estuvo clasificado por su tamaño y composición (intrusivo). El mineral que no cumple con el tamaño requerido fue roto utilizando un matillo de punta y el intrusivo es trasladado a la zona de material estéril. **Carguío:** El mineral fue cargado en tráiler de configuración T3S3 y en Volquetes de 15 cubos y carretas de 10 cubos. Para el carguío se utilizaron 2 excavadoras Komatsu PC 350. **Transporte:** El mineral fue transportado de Canta hacia Lima utilizando tráiler y volquetes.

La investigación sugirió que se deben seguir normas y estatutos para ser recopiladas en los datos para el estudio de esta investigación, es por ello, que los autores, mostraron correctamente citadas y referenciadas los artículos, tesis, libros y demás documentos que fueron usadas para poder otorgar de forma segura su autoría y la propiedad de quienes les pertenece, logrando preservar la información de manera clara y concisa.

En cuanto al análisis de los datos, se mostró en la figura el procedimiento de análisis de datos que se empleará en la investigación.

Figura 2

Procedimiento de análisis de datos



En cuanto a las consideraciones éticas que se siguieron en las investigación, se enfatizó el uso de normas tomadas en cuenta en esta investigación, siendo respetada con honestidad, lealtad, responsabilidad, sin alterar ningún resultado en beneficio de los autores durante la realización de esta investigación. Se tuvo en cuenta el beneficio económico, social o ambiental. Se consideró que no dañará ni tuvo ningún efecto negativo

en el medio ambiente, siempre tratando de poder propagar los beneficios que esta pueda traer a la comunidad. También, fue importante mencionar la responsabilidad y respeto que tuvieron los autores para con ellos mismos y las personas involucradas en el desarrollo de la investigación, compartiendo de forma equitativa el crédito y también los recursos que se puedan emplear, logrando siempre estándares éticos y de utilidad, mostrando empatía entre las personas

CAPÍTULO III: RESULTADOS

O.E.1. Realizar el Lookahead de la partida movimiento de tierras con maquinaria pesada de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.

En primer lugar, se realizó el lookahead a 4 semanas: Semana 7, semana 8, semana 9 y semana 10 tanto para la cantera Cerro de Palo y Encanto Blanco. Se tuvo en cuenta para su realización las partidas zona de explotación del tramo 1, zona de explotación del tramo 2, para la cantera Cerro y Palo y la cantera Encanto Blanco para la zona de explotación del tramo 3 y zona de explotación del tramo 4. En la figura 1, se describieron las actividades con B, E, V, C, TC, M y TL para cada zona en cuestión.

Figura 3

Lookahead 4 semanas

Código	Descripción de la Actividad	SEMANA 7							SEMANA 8							SEMANA 9							SEMANA 10								
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D		
1,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 01																														
1,10	EXTRACCION (Se utilizo 01 equipo)																														
	Barrenación	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Colocación de Explosivos	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	Voladura	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
1,20	PROCESO PRIMARIO																														
	Carguío de Caliza			C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Transporte de Caliza			TC	TC	TC		TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
	Molino primario			M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1,30	PROCESO SECUNDARIO																														
	Transporte de Caliza a Lima					TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL
2,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 02																														
2,10	EXTRACCION (Se utilizaron 02 equipos)																														
	Barrenación	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Colocación de Explosivos	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	Voladura	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
2,20	PROCESO PRIMARIO																														
	Carguío de Caliza			C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Transporte de Caliza			TC	TC	TC		TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
	Molino primario			M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
2,30	PROCESO SECUNDARIO																														
	Transporte de Caliza a Lima					TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL
3,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 03																														
3,10	EXTRACCION (Equipo eficiente en 50% +)																														
	Barrenación	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Colocación de Explosivos	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	Voladura	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
3,20	PROCESO PRIMARIO																														
	Carguío de Caliza			C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Transporte de Caliza			TC	TC	TC		TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
	Molino primario			M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
3,30	PROCESO SECUNDARIO																														
	Transporte de Caliza a Lima					TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL

O.E.2. Determinar el porcentaje de plan cumplido de la partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.

Se plasmó en la figura 2 en la cantera Cerro de Palo y Encanto Blanco, el porcentaje de plan cumplido (PPC), mostrando que la para la semana 7, se plantearon 28 actividades en cada zona de explotación, siendo un total de 28 actividades; en donde, se cumplieron con el 100% de actividades, sin presentar medidas correctivas ni incumplimientos.

Figura 4

Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) en la semana 7

Código	Descripción de la Actividad	SEMANA 7							SI	NO
		L 10	M 11	X 12	J 13	V 14	S 15	D 16		
1,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 01									
1,10	EXTRACCION (Se utilizo 01 equipo)									
	Barrenación	B	B	B	B	B	B		X	
	Colocación de Explosivos		E	E	E	E	E		X	
	Voladura			V	V	V	V		X	
1,20	PROCESO PRIMARIO									
	Carguío de Caliza				C	C	C		X	
	Transporte de Caliza				TC	TC	TC		X	
	Molino primario				M	M	M		X	
1,30	PROCESO SECUNDARIO									
	Transporte de Caliza a Lima					TL	TL		X	
2,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 02									
2,10	EXTRACCION (Se utilizaron 02 equipos)									
	Barrenación	B	B	B	B	B	B		X	
	Colocación de Explosivos		E	E	E	E	E		X	
	Voladura			V	V	V	V		X	
2,20	PROCESO PRIMARIO									
	Carguío de Caliza				C	C	C		X	
	Transporte de Caliza				TC	TC	TC		X	
	Molino primario				M	M	M		X	
2,30	PROCESO SECUNDARIO									
	Transporte de Caliza a Lima					TL	TL		X	

Aplicación de Lean Construction para optimizar la productividad del movimiento de tierra en una cantera ubicada en Junín

2,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 02										
2,10	EXTRACCION (Se utilizaron 02 equipos)										
	Barrenación	B	B	B	B	B	B			X	
	Colocación de Explosivos		E	E	E	E	E			X	
	Voladura			V	V	V	V			X	
2,20	PROCESO PRIMARIO										
	Carguío de Caliza					C	C	C		X	
	Transporte de Caliza					TC	TC	TC		X	
	Molino primario					M	M	M		X	
2,30	PROCESO SECUNDARIO										
	Transporte de Caliza a Lima						TL	TL		X	
3,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 03										
3,10	EXTRACCION (Equipo eficiente en 50% +)										
	Barrenación	B	B	B	B	B	B			X	
	Colocación de Explosivos		E	E	E	E	E			X	
	Voladura			V	V	V	V			X	
3,20	PROCESO PRIMARIO										
	Carguío de Caliza					C	C	C		X	
	Transporte de Caliza					TC	TC	TC		X	
	Molino primario					M	M	M		X	
3,30	PROCESO SECUNDARIO										
	Transporte de Caliza a Lima						TL	TL		X	

4,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 04										
4,10	EXTRACCION (Equipo eficiente en 20% +)										
	Barrenación	B	B	B	B	B	B			X	
	Colocación de Explosivos		E	E	E	E	E			X	
	Voladura			V	V	V	V			X	
4,20	PROCESO PRIMARIO										
	Carguío de Caliza					C	C	C		X	
	Transporte de Caliza					TC	TC	TC		X	
	Molino primario					M	M	M		X	
4,30	PROCESO SECUNDARIO										
	Transporte de Caliza a Lima						TL	TL		X	
										28	0
										100%	0%

Asimismo, se plasmó en la figura 3, el porcentaje de plan cumplido (PPC), mostrando que la para la semana 8 en las canteras Cerro de Palo y Encanto blanco, se

plasmaron 28 actividades; de las cuales solo se cumplieron 18 de ellas (64%) y 10 actividades (36%) no se cumplieron. Entre las causas de incumplimiento se encontraron, falla de equipo, falla en inyectores, y en cuatro de estas razones se tuvo el incumplimiento de pago. En estos casos, se presentaron medidas correctivas para hacer frente a ello y que la partida no presente problemas y se pueda avanzar mejor.

Figura 5

Porcentaje de plan cumplido (PPC) en la semana 8.

Código	Descripción de la Actividad	SEMANA 8							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO				
		L 17	M 18	X 19	J 20	V 21	S 22	D 23	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
1.00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 01												
1.10	EXTRACCION (Se utilizo 01 equipo)												
	Barrenación	B	B	B	B				X	EQ	Falla de equipo compresor	Mantenimiento correctivo, compra de accesorios	
	Colocación de Explosivos	E	E		E	E	E		X	LOG	Llegada de explosivos	Pedido con anticipación	
	Voladura	V	V	V	V		V		X	EXT	Lluvias impidieron voladura	Colocar coberturas sobre equipos explosivos	
1.20	PROCESO PRIMARIO												
	Carguío de Caliza	C	C	C	C	C	C		X				
	Transporte de Caliza	xx	TC	TC	TC	TC	TC		X	EQ	Falla en inyectores	Mantenimiento preventivo	
	Molino primario	M	M	M	M	M	M		X				
1.30	PROCESO SECUNDARIO												
	Transporte de Caliza a Lima	TL	TL	TL	TL		TL		X	ADM	Incumplimiento de pago	Coordinar con administración sobre situación financiera	
2.00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 02												
2.10	EXTRACCION (Se utilizaron 02 equipos)												
	Barrenación	B	B	B	B	B	B		X				
	Colocación de Explosivos	E	E	E	E	E	E		X				
	Voladura	V	V	V	V		V		X				
2.20	PROCESO PRIMARIO												
	Carguío de Caliza	C	C	C	C	C	C		X				
	Transporte de Caliza	TC	TC	TC	TC	TC	TC		X				
	Molino primario	M	M	M	M	M	M		X				
2.30	PROCESO SECUNDARIO												
	Transporte de Caliza a Lima	TL	TL	TL	TL		TL		X	ADM	Incumplimiento de pago	Coordinar con administración sobre situación financiera	

Figura 6

Porcentaje de plan cumplido (PPC) en la semana 9.

Código	Descripción de la Actividad	SEMANA 9							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO					
		L 02	M 03	X 04	J 05	V 06	S 07	D 08	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA	
1.00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 01													
1.10	EXTRACCION (Se utilizo 01 equipo)													
	Barenación	B		B	B	B	B		X		EXT	Clima impidió las labores de barenación	Verificar el estado meteorológico	
	Colocación de Explosivos	E	E		E	E	E		X		ACT_PRE	Clima impidió las labores de barenación	Verificar el estado meteorológico	
	Voladura	V	V	V	V	V	V		X					
1.20	PROCESO PRIMARIO													
	Carguo de Caliza	C	C	C	C	C	C		X					
	Transporte de Caliza	TC	TC	TC	TC	TC	TC		X					
	Molino primario	M	M	M	M	M	M		X					
1.30	PROCESO SECUNDARIO													
	Transporte de Caliza a Lima	TL	TL	TL	TL	TL	TL		X					
2.00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 02													
2.10	EXTRACCION (Se utilizaron 02 equipos)													
	Barenación	B	B	B	B	B	B		X					
	Colocación de Explosivos	E		E	E	E	E		X		EXT	Clima impidió las labores de barenación	Verificar el estado meteorológico	
	Voladura	V	V	V	V	V	V		X		ACT_PRE	Clima impidió las labores de barenación	Verificar el estado meteorológico	
2.20	PROCESO PRIMARIO													
	Carguo de Caliza	C	C	C	C	C	C		X					
	Transporte de Caliza	TC	TC	TC	TC	TC	TC		X					
	Molino primario	M	M	M	M	M	M		X					

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2.30	PROCESO SECUNDARIO												
	Transporte de Caliza a Lima	TL	TL	TL	TL	TL	TL		X				
3.00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 03												
3.10	EXTRACCION (Equipo eficiente en 50% +)												
	Barenación	B	B	B	B	B	B		X		EQ	Falla en el sistema electrónico	Mantenimiento preventivo
	Colocación de Explosivos	E	E	E	E	E	E		X		ACT_PRE	Falla en el sistema electrónico	Mantenimiento preventivo
	Voladura	V	V	V	V	V	V		X				
3.20	PROCESO PRIMARIO												
	Carguo de Caliza	C	C	C	C	C	C		X				
	Transporte de Caliza	TC	TC	TC	TC	TC	TC		X				
	Molino primario	M	M	M	M	M	M		X				
3.30	PROCESO SECUNDARIO												
	Transporte de Caliza a Lima	TL	TL	TL	TL	TL	TL		X				
4.00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 04												
4.10	EXTRACCION (Equipo eficiente en 20% +)												
	Barenación	B	B	B	B	B	B		X				
	Colocación de Explosivos	E	E		E	E	E		X		LOG	Logística no entregó los explosivos a tiempo	Tener stock en almacén
	Voladura	V	V	V		V	V		X		ACT_PRE	Logística no entregó los explosivos a tiempo	Tener stock en almacén
4.20	PROCESO PRIMARIO												
	Carguo de Caliza	C	C	C	C	C	C		X				
	Transporte de Caliza	TC	TC	TC	TC	TC	TC		X				
	Molino primario	M	M	M	M	M	M		X				
4.30	PROCESO SECUNDARIO												
	Transporte de Caliza a Lima	TL	TL	TL	TL	TL	TL		X				

En la figura 5, el porcentaje de plan cumplido (PPC), mostrando que la para la semana 10, se plasmaron 28 actividades; de las cuales solo se cumplieron 20 de ellas (71%) y 8 actividades (29%) no se cumplieron. Entre las causas de incumplimiento se encontraron: clima que impidió labores de barrenación, falla del sistema electrónico, logística no entregó los explosivos a tiempo. Por lo que, se plantearon medidas correctivas como: verificación del estado meteorológico, mantenimiento preventivo, logística no entregó los materiales, para ambas canteras.

Figura 7

Porcentaje de plan cumplido (PPC) en la semana 10

Código	Descripción de la Actividad	SEMANA 9							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO				
		L 02	M 03	X 04	J 05	V 06	S 07	D 08	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
1.00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 01												
1.10	EXTRACCION (Se utilizaron 01 equipos)												
	Barrenación	B		B	B	B	B		X	EXT	Clima impidió las labores de barrenación	Verificar el estado meteorológico	
	Colocación de Explosivos	E	E		E	E	E		X	ACT_PRE	Clima impidió las labores de barrenación	Verificar el estado meteorológico	
	Voladura	V	V	V	V	V	V		X				
1.20	PROCESO PRIMARIO												
	Carguío de Caliza	C	C	C	C	C	C		X				
	Transporte de Caliza	TC	TC	TC	TC	TC	TC		X				
	Molino primario	M	M	M	M	M	M		X				
1.30	PROCESO SECUNDARIO												
	Transporte de Caliza a Lima	TL	TL	TL	TL	TL	TL		X				
2.00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 02												
2.10	EXTRACCION (Se utilizaron 02 equipos)												
	Barrenación	B	B	B	B	B	B		X				
	Colocación de Explosivos	E		E	E	E	E		X	EXT	Clima impidió las labores de barrenación	Verificar el estado meteorológico	
	Voladura	V	V		V	V	V		X	ACT_PRE	Clima impidió las labores de barrenación	Verificar el estado meteorológico	
2.20	PROCESO PRIMARIO												
	Carguío de Caliza	C	C	C	C	C	C		X				
	Transporte de Caliza	TC	TC	TC	TC	TC	TC		X				
	Molino primario	M	M	M	M	M	M		X				
2.30	PROCESO SECUNDARIO												
	Transporte de Caliza a Lima	TL	TL	TL	TL	TL	TL		X				

Figura 8

Carta balance de voladura de explosivos tramo 03

Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo		Cod Trabajo Contributorio		Cod Trabajo No Contributorio				
A:	HUAMANI	1	CEX CONEXIÓN DE EXPLOSIVOS	31	8	T ACARREO (T. HOR.)	16	15	E ESPERA	28
B:	FERNANDEZ	2	DEX DISPARO DE VOLADURA	3	9	O CIERRE DE ORIFICIOS	19	16	H TRANSPORTE	0
C:		3	-	0	10	CRD COORDINACION	10	17	B BAÑO	13
D:		4	-	0	11	-	0	18	-	0
E:		5	-	0	12	-	0	19	-	0
F:		6	-	0	13	-	0	20	-	0
G:		7	-	0	14	-	0	21	-	0
H:			Total	34		Total	45		Total	41

En la tabla 4, se describieron las actividades realizadas por cada trabajador A y B para la voladura de explosivo en el tramo 03, mostrando que cada uno de ellos tenía una actividad fundamental para avanzar con la partida movimiento de tierras.

Tabla 2

Actividades realizadas por trabajador para voladura de explosivos

Medición	A	B	C	D	E	F	G	H	OBSERVACIONES
1	CRD	CRD							
2	CRD	CRD							
3	CRD	CRD							
4	CRD	CRD							
5	CRD	CRD							
6	T	T							

7	T	T
8	CEX	CEX
9	CEX	CEX
10	CEX	E
11	CEX	E
12	CEX	E
13	E	O
14	E	O
15	E	O
16	E	O
17	E	O
18	T	T
19	T	T
20	CEX	CEX
21	CEX	CEX
22	CEX	CEX
23	CEX	CEX
24	E	O
25	E	O
26	E	O
27	E	O
28	T	T

29	T	T
30	B	B
31	B	B
32	B	B
33	B	B
34	B	B
35	B	E
36	B	E
37	B	E
38	CEX	CEX
39	CEX	CEX
40	CEX	CEX
41	CEX	CEX
42	E	O
43	E	O
44	E	O
45	E	O
46	E	O
47	T	T
48	T	T
49	CEX	CEX
50	CEX	CEX

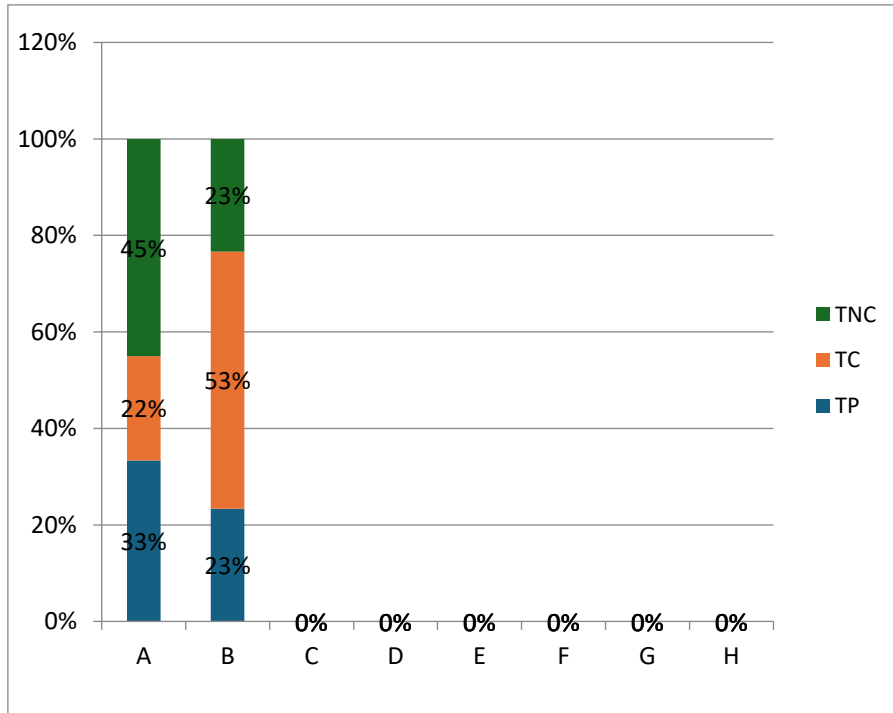
51	CEX	CEX
52	CEX	CEX
53	E	O
54	E	O
55	E	O
56	E	O
57	E	O
58	DEX	E
59	DEX	E
60	DEX	E

Nota. En la presenta tabla se aprecian las actividades realizadas por los diferentes trabajadores.

En la figura se mostraron los resultados generales del trabajo productivo con un 33% para el trabajador A y del 23% para el trabajador B; mientras para el trabajo contributorio se obtuvo un porcentaje para el trabajador A del 22% y del trabajador B del 53%; por último, se mostró un trabajo no contributorio para el trabajador A del 45% y del 23% del trabajador B.

Figura 9

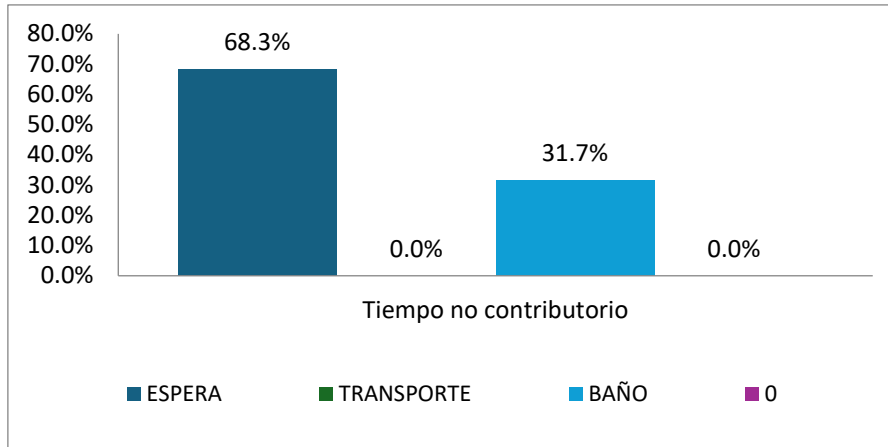
Resultados generales para la voladura de explosivos



En cuanto al trabajo no contributivo, se mostró que el 68.3% se encontraba en espera y el 31.7% se encontró en el baño.

Figura 10

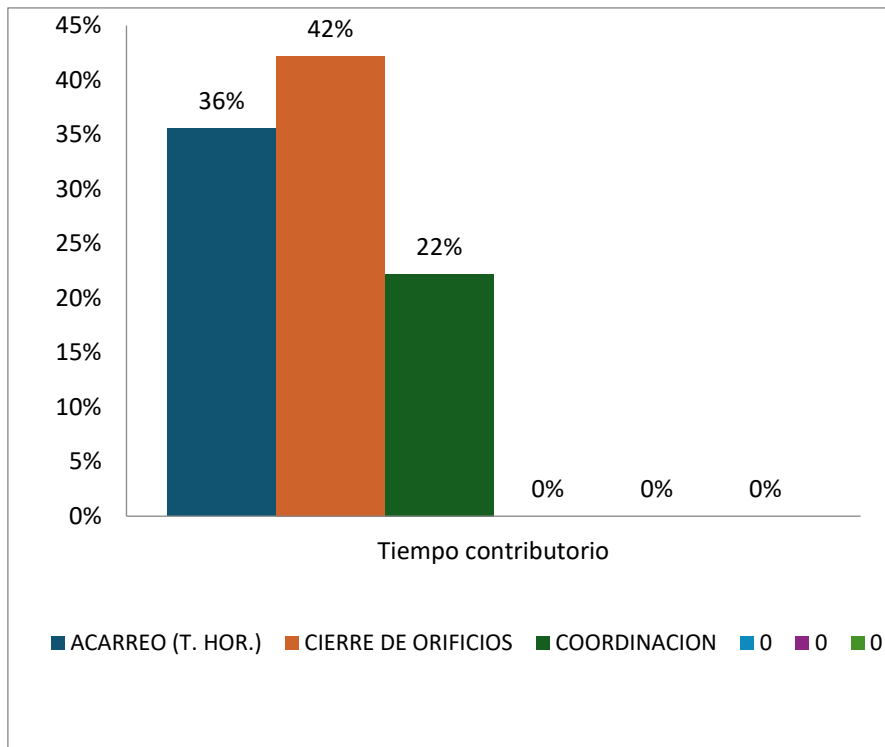
Trabajo no contributivo para la voladura de explosivos



En la figura, en cuanto al trabajo contributivo, se mostró que el 36% perteneció al acarreo (T. Hor), el 42% se encontraba presente en el cierre de orificios y el 22% se mostró para la coordinación.

Figura 11

Trabajo contributorio para la voladura de explosivos



Colocación de explosivos

Se realizó la carta balance de la colocación de explosivos del tramo 02, perteneciente a la cantera Cerro de Palo. Donde, se mostraron los trabajadores involucrados: Quispe y Huaman; el código de trabajo productivo, con el código C: explosivos con un total de 48; además, para el trabajo contributorio se realizó el acarreo (T. Hor.) con el código T con 4, medición con el código M con un total de 44 y

coordinación con el código CRD con un total de 4; por último, se presentó el trabajo no contributorio, con la espera con el código E, transporte con el código H y Baño con el código B. Todo ello realizado con una hora de inicio de 9:01 am hasta las 10:01 am.

Figura 12

Carta balance de colocación de explosivos

Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo			Cod Trabajo Contributorio			Cod Trabajo No Contributorio					
A:	QUISPE	1	C	EXPLOSIVOS	48	8	T	ACARREO (T. HOR.)	4	15	E	ESPERA	0
B:	HUAMAN	2	-		0	9	M	MEDICION	44	16	H	TRANSPORTE	0
C:		3	-		0	10	CRD	COORDINACION	4	17	B	BAÑO	20
D:		4	-		0	11	-		0	18	-		0
E:		5	-		0	12	-		0	19	-		0
F:		6	-		0	13	-		0	20	-		0
G:		7	-		0	14	-		0	21	-		0
H:					48				52				20
			Total		48		Total		52		Total		20

Asimismo, se describieron las actividades que realizaron tanto el trabajador A y el trabajador B, en el tramo siguiente del partida movimiento de tierras.

Tabla 3

Actividades realizadas por trabajador para colocación de explosivos

Medición	A	B	C	D	E	F	G	H	OBSERVACIONES
1	T	T							
2	T	T							
3	CRD	CRD							
4	CRD	CRD							

5	M	M
6	M	M
7	C	C
8	C	C
9	M	M
10	C	C
11	M	M
12	C	C
13	C	C
14	M	M
15	C	C
16	M	M
17	C	C
18	M	M
19	C	C
20	M	M
21	C	C
22	M	M
23	C	C
24	M	M
25	C	C
26	M	M

27	C	C
28	M	M
29	C	C
30	M	M
31	C	B
32	C	B
33	M	B
34	M	B
35	C	B
36	C	B
37	M	B
38	M	B
39	C	B
40	C	B
41	B	C
42	B	C
43	B	M
44	B	M
45	B	C
46	B	C
47	B	M
48	B	M

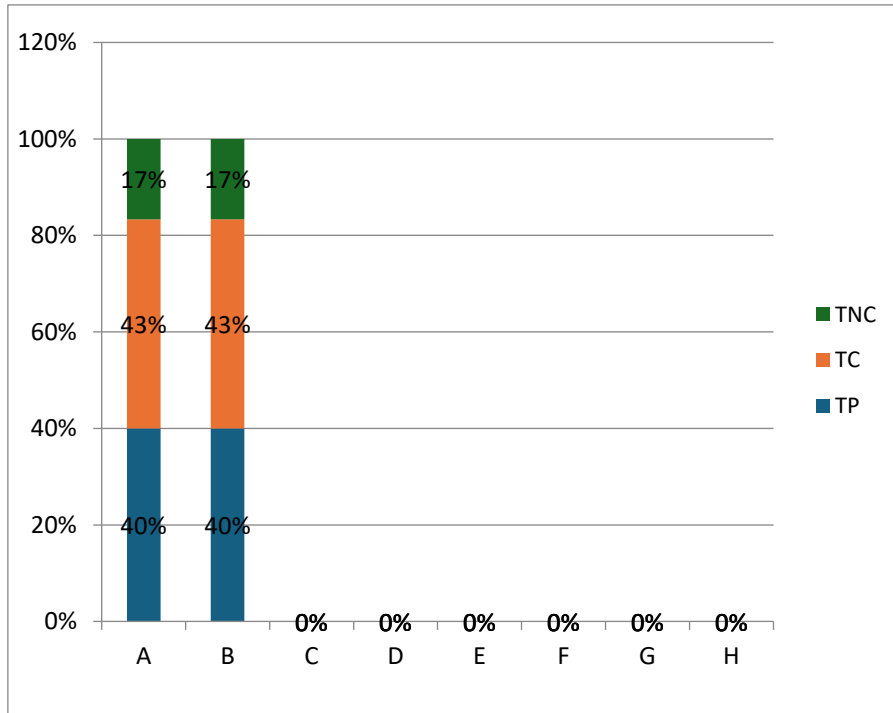
49	B	C
50	B	C
51	M	M
52	C	C
53	M	M
54	C	C
55	M	M
56	C	C
57	M	M
58	C	C
59	M	M
60	C	C

Nota. En la presenta tabla se aprecian las actividades que realizaron los diferentes trabajadores.

En la figura 11, se mostraron los resultados generales del trabajo productivo con un 40% para el trabajador A y del 40% para el trabajador B; mientras para el trabajo contributorio se obtuvo un porcentaje para el trabajador A del 43% y del trabajador B del 43%; por último, se mostró un trabajo no contributorio para el trabajador A del 17% y del 17% del trabajador B.

Figura 13

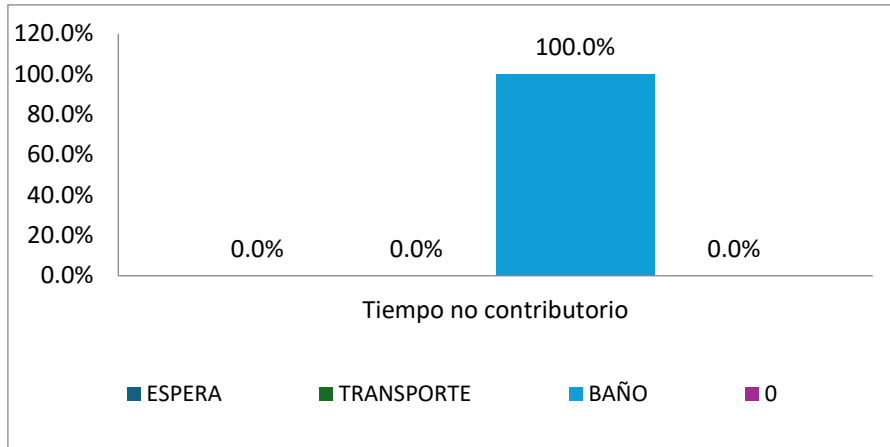
Resultados generales para la colocación de explosivos



En cuanto al trabajo no contributivo, se mostró que el 100% estaba referido al baño.

Figura 14

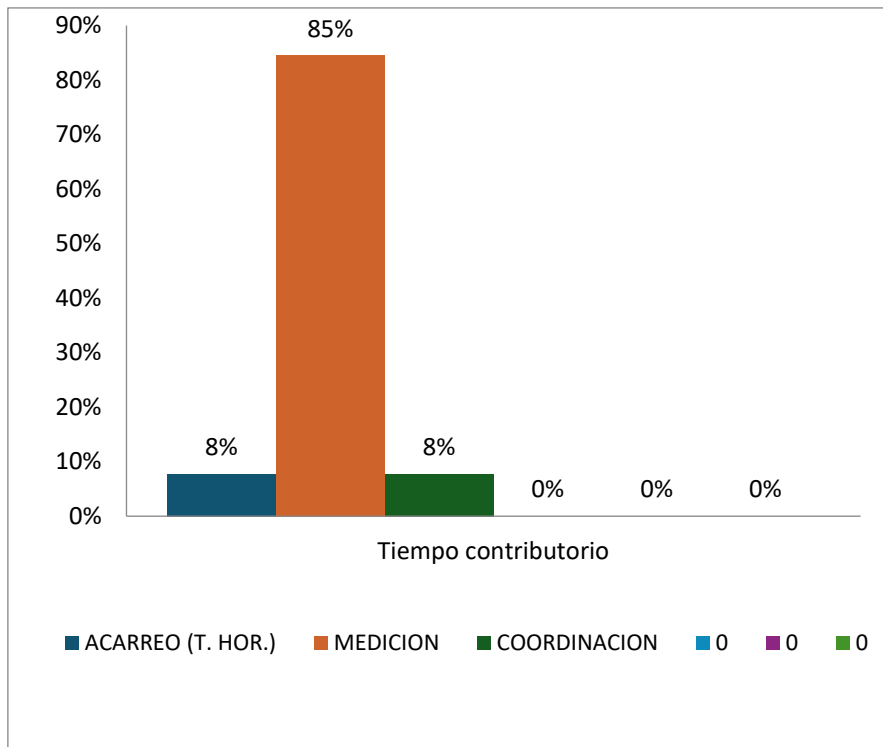
Trabajo no contributivo para colocación de explosivos



En la figura se mostró el trabajo contributivo de la colocación de explosivos, se apreció el 8% para el acarreo (T. Hor.), para la medición fue del 85% y el 8% para la coordinación.

Figura 15

Trabajo contributorio para la colocación de explosivos



Barrenación tramo 01

Se realizó la carta balance de barrenación del tramo 01, correspondiente a la cantera Cerro de Palo. Donde, se mostraron los trabajadores involucrados: Vilca, Calhuapoma y Vizacarra; el código de trabajo productivo, con el código P: Perforación fue de 43; además, para el trabajo contributorio se realizó el acarreo (T. Hor.) con el código T con 12, medición con el código M con un total de 16 y coordinación con el

código CRD con un total de 10; por último, se presentó el trabajo no contributivo, con la espera con el código E con un total de 67, transporte con el código H con un total de 10 y Baño con el código B con un total de 22. Todo ello realizado con una hora de inicio de 10:27 am hasta las 11:27 am.

Figura 16

Carta balance de barrenación del tramo 01

Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo			Cod Trabajo Contributorio			Cod Trabajo No Contributorio					
A:	VILCA	1	P	PERFORACIÓN	43	8	T	ACARREO (T. HOR.)	12	15	E	ESPERA	67
B:	CALHUAPOMA	2	-		0	9	M	MEDICION	16	16	H	TRANSPORTE	10
C:	VIZCARRA	3	-		0	10	CRD	COORDINACION	10	17	B	BAÑO	22
D:		4	-		0	11	-		0	18	-		0
E:		5	-		0	12	-		0	19	-		0
F:		6	-		0	13	-		0	20	-		0
G:		7	-		0	14	-		0	21	-		0
H:		Total			43	Total			38	Total			99

Asimismo, en la tabla se describieron las actividades que realizaron tanto el trabajador A y el trabajador B y C para actividades de barrenación del tramo 01.

Tabla 4

Actividades por trabajadores de barrenación del tramo 01

Medición	A	B	C	D	E	F	G	H	OBSERVACIONES
1	T	T	T						
2	T	T	T						
3	T	T	T						

4	T	T	T
5	M	M	E
6	M	M	E
7	M	M	E
8	P	E	B
9	P	E	B
10	P	E	B
11	P	E	B
12	P	E	B
13	P	E	B
14	P	E	B
15	P	E	B
16	P	E	B
17	P	E	B
18	P	E	B
19	P	E	E
20	P	E	E
21	P	B	E
22	P	B	E
23	P	B	E
24	P	B	E
25	P	B	E

26	P	B	E
27	P	B	E
28	P	B	E
29	P	B	E
30	P	B	E
31	P	B	E
32	P	E	E
33	P	E	E
34	P	E	E
35	P	E	E
36	P	E	E
37	P	E	E
38	P	E	E
39	P	E	E
40	P	E	E
41	P	E	E
42	P	E	E
43	P	E	E
44	P	E	E
45	P	E	E
46	P	E	E
47	P	E	E

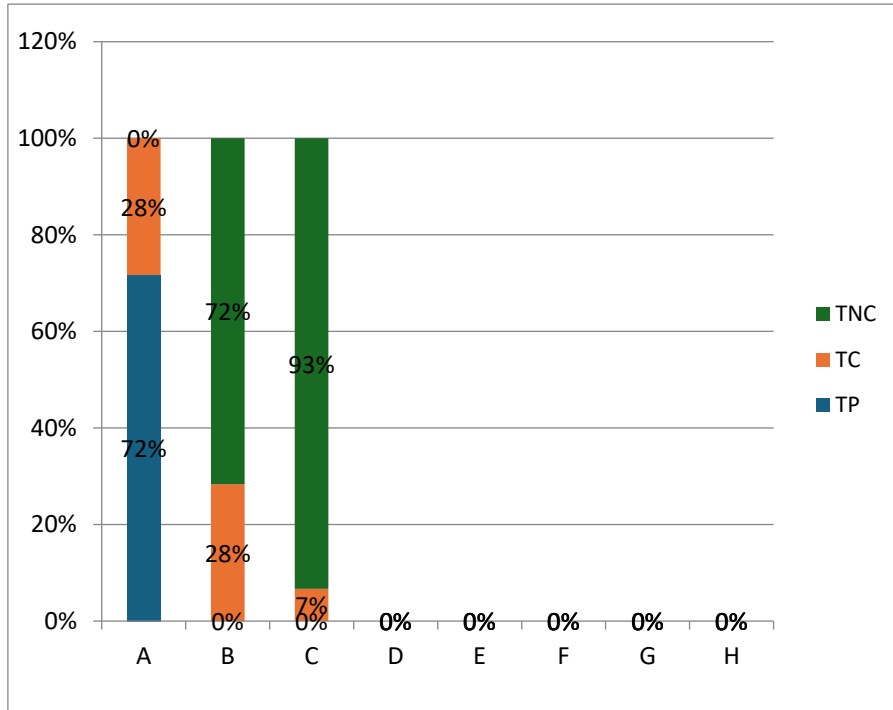
48	P	E	E
49	P	E	E
50	P	E	E
51	M	M	H
52	M	M	H
53	M	M	H
54	M	M	H
55	M	M	H
56	CRD	CRD	H
57	CRD	CRD	H
58	CRD	CRD	H
59	CRD	CRD	H
60	CRD	CRD	H

Nota. En la presenta tabla se aprecian las actividades que realizaron los diferentes trabajadores.

En la figura 15, se mostraron los resultados generales del trabajo productivo con un 72% para el trabajador A, del 0% para el trabajador B y C; mientras para el trabajo contributorio se obtuvo un porcentaje para el trabajador A del 28%, del trabajador B del 28%; y del trabajador C del 7%; por último, se mostró un trabajo no contributorio para el trabajador A del 0%, del 72% del trabajador B y del 93% para el trabajador C.

Figura 17

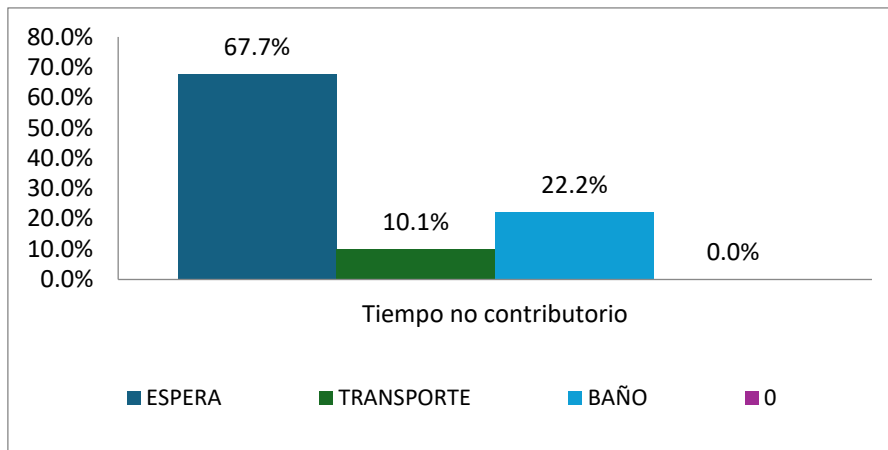
Resultados generales para la barrenación



En cuanto al trabajo no contributivo para barrenación, se mostró que el 67.7% pertenecían para la espera, el 10.1% se mostró para el transporte y el baño representó el 22.2%.

Figura 18

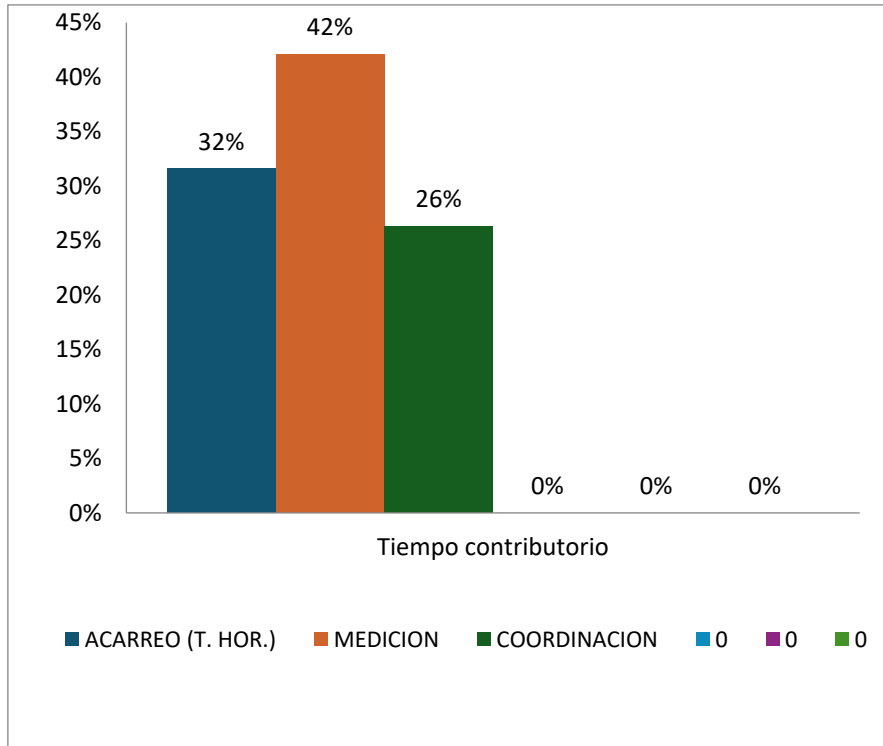
Trabajo no contributivo para barrenación



En la figura se mostró el trabajo contributivo para barrenación, se apreció el 32% para el acarreo (T. Hor.), para la medición fue del 42% y el 26% para la coordinación.

Figura 19

Trabajo contributorio para barrenación



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Con respecto al objetivo específico 1, se logró implementar el lookahead en 4 semanas de trabajo, desde la semana 7 hasta la 10, para la partida movimiento de tierras en las canteras mencionadas, se logró describir estas actividades con terminologías de B, E, V, C, TC, M y TL para cada zona, generando un orden mucho mayor de las actividades que se realizaron por semana. Esto fue contrastado por Bigwanto et al. (2024) quien manifestó que el uso de Lean Construction mejoró la productividad con cronogramas específicos. De igual forma Shakil et al. (2020) enfatizó sobre la mejoría al aplicar el Last Planner System, sobre las actividades realizadas presentado beneficios que ayudaron dentro de un contexto económico. Asimismo, Zavaleta y Carhuancho (2023) aplicar las mejoras consideradas en el plan de trabajo usando Lookahead Planning, y otras herramientas más, se estima que el 50% está de acuerdo y la otra mitad muy de acuerdo con que ayudará a mejorar la productividad, tiempos y costos siendo explicado de manera clara y sencilla a los trabajadores. Por otro lado, Moreno (2020) manifestó que se logró mediante el tren de actividades una mejor planificación, teniendo una mayor eficiencia

Con respecto al objetivo específico 2, se logró determinar que se realizó el PPC, mostrando que en algunas de ellas se cumplió al 100% las actividades; sin embargo, en otras que se no se logró cumplir, se plantearon medidas de prevención y solución para que la partida se vea agilizada con diferentes actividades y medidas correctivas. Esto fue contrastado por Huamán y Sune (2020) mostrando que el tiempo se redujo en 4 días, cumpliendo en un 60% con el plan cumplido, además de aumentar la productividad de

hasta el 14%, reduciendo el trabajo de hasta casi el 21%. Además, Pineda y Anchorena (2023) afirmaron que el uso de la metodología ayudó a incrementar la productividad y optimizó los tiempos de trabajo. Por otro lado, Shakil et al. (2020) mencionó que se mejoró la productividad con ayuda de LPS, generando una seguridad, costos elevados, teniendo un mejor ambiente laboral con adecuados equipos y herramientas que ayuden en un contexto económico.

Por último, con respecto al objetivo específico 3, al aplicar la carta bal, se obtuvieron para la voladura un TP del 33%, TC del 22% y TNC del 45% para el trabajador A; mientras, para el trabajador B, se obtuvo un TP del 23%, un TC del 53% y un TNC del 23%. Para la colocación de explosivos, se obtuvieron porcentajes del 40% para TP, 43% para TC y 17% para TNC tanto para trabajadores A y B. Por último, para barrenación, se mostró para el trabajador A un TP del 72% y un TC del 28%; mientras, para el trabajador B se mostró un TNC del 72% y un TC del 18%; para el trabajador C, se apreció un 93% de TNC y un 7% de TC. Esto fue contrastado por Sequeiros (2022) manifestó que se logró planificar y aumentar la productividad hasta en casi un 56%, con ayuda de la carta balance, incrementó casi el 30% del trabajo comunitario, siendo evaluados los obreros durante su jornada laboral, se redujeron los tiempos de espera, hasta en un 30%. Por otro lado, Huamán y Sune (2020) manifestaron que existió un ahorro del 6% del presupuesto del proyecto, siendo beneficioso dentro de la obra realizada. Por

último Hyarat et al. (2024), manifestaron que con el uso de LC se tuvo una mayor planificación y prevención de problemas.

4.2. Limitaciones

Con respecto a las limitaciones, dentro de la revisión bibliográfica, se encontraron problemas al encontrar estudios que tengan que ver con el movimiento de tierras aplicando la metodología Lean Construction.

Además, otra de las limitaciones encontradas en el estudio, fue que, no se realizó un pre test, lo que ocasionó que no se tenga una noción de cómo se encontraba la productividad. Debido a ello, no existió una cuantificación para poder realizar la prueba estadística.

4.3. Implicancias

El estudio, da a conocer un análisis detallado de aplicar Lean Construction en la partida movimiento de tierras, teniendo potencial para mejorar significativamente la eficiencia operativa, aumentando la productividad, logrando controlar los costos y plazos, logrando así la reducción de desperdicios y optimizando la gestión de los recursos humano. Esto, sugiere la adopción de prácticas para tener operaciones sostenibles y rentables dentro del sector de canteras.

4.4. Conclusiones

Se logró optimizar la productividad al implementar el Lean Construction dentro de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, siendo realizando y separando actividades desde la semana 4 hasta la 7.

Se aplicó el Lookahead, para dar cumplimiento a las actividades programadas, siendo separadas con B, E, V, C, TC, M y TL para cada zona en cuestión, de esta manera se tuvo una mayor organización y transparencia con el avance de la partida.

Con respecto a la carta de control se logró determinar que se realizó el PPC, mostrando que en todas ellas se cumplió con el porcentaje mayor al 50%, planteándose medidas de prevención y solución para cada partida.

Se aplicó la carta balance, donde se asignaron actividades a cada trabajador por tramo, logrando un mayor trabajo contributorio.

4.5. Recomendaciones

Con respecto al lookahead, se deberán verificar los avances, disponibilidad de combustible, repuestos; de esta manera, se indicarán las actividades críticas para ser establecidas en el cronograma detallado en tiempo realista.

Se recomienda, el uso de reportes diarios para realizar reuniones de mejora continua con el equipo de obra.

Por último, se recomienda, verificar la relación óptima entre excavadoras y volquetes para evitar tiempos muertos, ajustando los tiempos de operadores para maximizar la productividad.

REFERENCIAS

- Aclari, F. (2021). Aplicación de la filosofía Lean Construction para evaluar la productividad del proyecto de pavimentación rígida Jr. Tacna, Carhuamayo—Junín [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana los Andes]. https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2769/TSP37_73392936_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alaloul, W., Musarat, M., Rabbani, M., Altaf, M., Alzubi, K., y Salaheen, M. (2022). Assessment of Economic Sustainability in the Construction Sector: Evidence from Three Developed Countries (the USA, China, and the UK). *Sustainability (Switzerland)*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/su14106326>
- Arancibia, J. (2023). El empleo en el sector de la construcción como elemento dinámico de la economía. *Revista Técnica INGENIUM*, 1(4), 41-48.
- Awad, T., Guardiola, J., y Fraiz, D. (2021). Sustainable Construction: Improving Productivity through Lean Construction. *Sustainability*, 13(24). <https://doi.org/10.3390/su132413877>

- Bigwanto, A., Widayati, N., Agung, M., y Murtiana, E. (2024). Lean Construction: A Sustainability Operation for Government Projects. *Sustainability*, 16(8).
<https://doi.org/10.3390/su16083386>
- Blandín, F. (2023). La metodología Lean Construction: Una revisión sistemática a la bibliografía (2019-2023). *South Florida Journal of Development*, 4(6), 2413-2431. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n6-016>
- Cabrera, O., Tejeda, J., Llontop, J., Mendoza, P., Alvarez, J., y Demirkesen, S. (2023). A validation model to reduce non-contributory time based on Lean tools: Case of a construction company in Perú. *Cogent Engineering*, 10(1).
<https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2236838>
- Carranza-Patiño, M., Aragundi-Sabando, L., Macias-Barrera, K., Paredes-Sarabia, E., y Villegas-Ramírez, A. (2024). Conservación y Manejo Sostenible del Suelo en la Agricultura: Una Revisión Sistemática de Prácticas Tradicionales y Modernas. *Navegando por el Futuro de la Interacción Científica*, 5(E3), 1-28.
<https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/303>
- Carvajal-Arango, D., Bahamón-Jaramillo, S., Aristizábal-Monsalve, P., Vásquez-Hernández, A., y Botero, L. F. B. (2019). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1322-1337.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.216>

- Castaño-Jiménez, P., Sánchez-Jurado, J., y García-Londoño, J. (2021). Revisión bibliográfica sobre el estudio de pérdidas en la construcción bajo principios Lean. *Revista UIS ingenierías*, 20(4), 27-44. <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n4-2021003>
- Díaz-Kovalenko, I., Larrea-Rosas, K., y Barros-Naranjo, J. (2022). El sector de la construcción en la economía ecuatoriana, importancia y perspectiva. *Revista Ciencias Sociales y Económicas*, 6(2), 58-69. <https://doi.org/10.18779/csye.v6i2.598>
- Dominguez, D., y Caceres, B. (2022). Comparación del rendimiento de campo de la maquinaria y las especificaciones del fabricante en las actividades de movimiento de tierras de la construcción de una poza en la mina Summa Gold Corporation—Huamachuco, 2021 [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29587>
- Fernandez, J. (2009). Metodología para la construcción de un sistema de flujos de trabajo automatizado workflow para empresas de bienes y servicios [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional de Colombia.
- Guillen-Sanchez, J., y Depaz-Paucar, A. (2024). Mantenimiento productivo total en la eficiencia productiva de las empresas industriales: Una breve revisión de literatura. *Signos*, 16(1). <https://doi.org/10.15332/24631140.8807>

- Hernandez, S., y Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 9(17), Article 17. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Huamán, L., y Sune, J. (2020). Mejora de la planificación tradicional en procesos constructivos mediante la filosofía Lean Construction [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma]. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3730/CIV-T030_73227423_T%20%20%20SUNE%20CHAVEZ%20JAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hyarat, E., Montalbán-Domingo, L., y Pellicer, E. (2024). Lean constructions barriers in Jordan's building sub-sector: A comprehensive knowledge framework. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(5). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102703>
- Meza, G. (2023). HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS LEAN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PARTIDA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN EL PROYECTO HOSPITAL DE LLATA - HUÁNUCO [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/7840>
- Millones, M. (2020). Metodología de gestión basada en lean construction y pmbok; Para mejorar la productividad en proyectos de construcción. *VÉRITAS*, 21(2), 39-44. <https://doi.org/10.35286/veritas>

- Moreno, A. (2020). APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN CONSTRUCTION: TREN DE ACTIVIDADES Y PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS, CASO DE ESTUDIO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR SANTA MARÍA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/f0b9e0e9-9bb0-4c63-a47b-7d99aea03827>
- Naupay, S., y Rojas, L. (2023). Propuesta de guía de implementación de herramientas Lean Construction para mejorar la programación de ejecución de pilotaje de concreto para puentes en Ancash y Junín [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/668495/Naupay_GS.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., y Romero, H. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis (Ediciones de la U.). http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf
- Palomino, G. (2021). Análisis del rendimiento de mano de obra en las partidas de tarrajeo de muros interiores y cielorraso, y su influencia en los costos reales de ejecución, en la construcción del Colegio Intergrado Puerto Yurinaki—Peren [Tesis de Pregrado]. Universidad Continental.

- Pineda, A., y Anchorena, C. (2023). Implementación del control de subcontratistas en la partida de movimiento de tierras utilizando la metodología Lean Construction en una empresa minera en la ciudad de Nasca [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670236>
- Porras, H., Sánchez, O. G., y Galvis, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: Una revisión actual. *Avances Investigación en Ingeniería*, 11(1), 32-53. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298>
- Robles, B. (2019). Población y muestra. *Pueblo Continente*, 30(1), 245-246. <https://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30121>
- Rojas, M., Jaimes, L., y Valencia, M. (2018). Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Espacios*, 39(6), 11-26.
- Salah, W., Ali, M., Ali, M. B., Iqbal, Q., Maqsoom, A., y Farooq, W. (2021). Construction Sector Contribution to Economic Stability: Malaysian GDP Distribution. *Sustainability*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/su13095012>
- Salem, M., Kirkham, R., Al-Sabah, R., y Chebil, S. (2023). COVID-19 and the construction sector: Impacts and an agenda for post-pandemic policy in the context of Kuwait. *Journal of Engineering Research*, 30(50). <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.11.017>

- Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación (6ta edición). McGraw-Hill.
- Sanchez, W. (2023). Aplicación de Lean Construction en los niveles de la productividad de las empresas constructoras del Distrito de Huancayo—2022 [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9589/T010_72697794_M.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Sequeiros, C. (2022). Aplicación de la filosofía Lean Construction para optimizar tiempo de las partidas de casco gris en la construcción del pabellón de Hospitalización Materno Infantil Tipo 2.2-E de la ciudad de Juliaca [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/6115>
- Shakil, A., Mehrab, H., y Iffat, H. (2020). Implementation of lean construction in the construction industry in Bangladesh: Awareness, benefits and challenges. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 8. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2019-0037>
- Shaqour, E. (2022). The impact of adopting lean construction in Egypt: Level of knowledge, application, and benefits. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.07.005>

- Silva, J. (2023). Evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean Construction en partidas de concreto armado en viviendas multifamiliares [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana los Andes].
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/6120>
- Velarde, H. (2011). Procesamiento constructivo de un edificio multifamiliar [Tesis de Pregrado]. Universidad Ricardo Palma.
- Zavaleta, L., y Carhuancho, V. (2023). Propuesta de un Plan de Trabajo para mejorar el rendimiento de los equipos pesados en las partidas de movimiento de tierras en obras de Reservorios en Perú aplicando la filosofía Lean Construction [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670994>

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	Dimensiones	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Lean Construction	Lookahead	Enfoque: Cuantitativo
¿En qué medida la implementación de Lean Construction permite optimizar la productividad de la partida movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín?	Implementar Lean Construction para optimizar la productividad de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín	La implementación de Lean Construction permitirá optimizar la productividad de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.		Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)	Nivel: Explicativo
				Carta Balance	Tipo: Aplicada
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específica	Movimiento de tierras	Productividad	Población
¿En qué medida la implementación de Lookahead mejora a la planificación de actividades en la partida movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicada en el departamento de Junín?	Realizar el Lookahead de la partida movimiento de tierras con maquinaria pesada de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.	Implementar el Lookahead mejora la planificación de actividades de la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín,			Partidas de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco ubicadas en el departamento de Junín

<p>¿Cuál el porcentaje de plan cumplido de la partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín?</p>	<p>Determinar el porcentaje de plan cumplido de la partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.</p>	<p>El porcentaje de plan cumplido es superior al 50% de la partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.</p>		<p>Tiempos</p>	<p>Muestra</p>
<p>¿En qué medida la aplicación de la carta de control reduce el tiempo empleado en la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicada en el departamento de Junín?</p>	<p>Aplicar la Carta de Control para reducir tiempos empleados en la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.</p>	<p>Mediante la herramienta Carta Balance se reducirá el tiempo empleado en la partida de movimiento de tierra con maquinaria pesada en las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, ubicadas en el departamento de Junín.</p>		<p>Actividades</p>	<p>Partida movimiento de tierras de las canteras Cerro de Palo y Encanto Blanco, considerando 4 tramos: zona de explotación del tramo 1, zona de explotación del tramo 2, para la cantera Cerro y Palo y la cantera Encanto Blanco para la zona de explotación del tramo 3 y zona de explotación del tramo 4</p>

Anexo N° 2. Instrumentos de evaluación

REGISTRO GESTION DE PROYECTOS PLAN SEMANAL -	
CODIGO DE PROYECTO	AREA / DPTO
NOMBRE DE PROYECTO:	CLIENTE
Código	Descripción de la Actividad
1,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 01
1,10	EXTRACCION (Se utilizo 01 equipo)
	Barrenación
	Colocación de Explosivos
	Voladura
1,20	PROCESO PRIMARIO
	Carguío de Caliza
	Transporte de Caliza
	Molino primario
1,30	PROCESO SECUNDARIO
	Transporte de Caliza a Lima
2,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 02
2,10	EXTRACCION (Se utilizaron 02 equipos)
	Barrenación
	Colocación de Explosivos
	Voladura
2,20	PROCESO PRIMARIO
	Carguío de Caliza
	Transporte de Caliza
	Molino primario
2,30	PROCESO SECUNDARIO
	Transporte de Caliza a Lima

REGISTRO GESTION DE PROYECTOS PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO	
CODIGO DE PROYECTO	NO. REGISTRO
NOMBRE DE PROYECTO	UBICACION
Código	Descripción de la Actividad
1,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 01
1,10	EXTRACCION (Se utilizo 01 equipo)
	Barrenación
	Colocación de Explosivos
	Voladura
1,20	PROCESO PRIMARIO
	Carguío de Caliza
	Transporte de Caliza
	Molino primario
1,30	PROCESO SECUNDARIO
	Transporte de Caliza a Lima
2,00	ZONA DE EXPLOTACION TRAMO 02
2,10	EXTRACCION (Se utilizaron 02 equipos)
	Barrenación
	Colocación de Explosivos
	Voladura
2,20	PROCESO PRIMARIO
	Carguío de Caliza
	Transporte de Caliza

Anexo 3. Panel fotográfico



Ilustración 1. Cantera Cerro de Palo



Ilustración 2. Cantera Cerro de Palo para partida movimiento de tierras.



Ilustración 3. Toma realizada en campo en cantera Encanto blanco



Ilustración 4. Visita a cantera Encanto Blanco