

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“GESTIÓN ENTRE LAS ÁREAS DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO PARA EL
INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS TRACTORES D7R II CATERPILLAR
EN LOS TRABAJOS DE PLATAFORMEO Y SURCADO EN MINERA GOLD FIELDS -
HUALGAYOC”.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. HENRRY RUBÉN GONZÁLES FERNÁNDEZ

ASESOR:

Dr. Ing. JAIME OCTAVIO AMORÓS DELGADO

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** HENRRY RUBÉN GONZÁLES FERNÁNDEZ

DNI: 44200451

Escuela Profesional: Ingeniería Civil

2. **Asesor:** Jaime Octavio Amoros Delgado

Facultad: Ingeniería

3. **Grado académico o título profesional**

☐ Bachiller

☒ Título profesional

☐ Segunda especialidad

☐ Maestro

☐ Doctor

4. **Tipo de Investigación:**

☒ Tesis

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia profesional

☐ Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:**

GESTIÓN ENTRE LAS ÁREAS DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS TRACTORES D7R II CATERPILLAR EN LOS TRABAJOS DE PLATAFORMEO Y SURCADO EN MINERA GOLD FIELDS - HUALGAYOC

6. **Fecha de evaluación:** 28/08/2025

7. **Software antiplagio:**

☒ TURNITIN

☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 8 %

9. **Código Documento:** trn:oid:::3117:488198121

10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**



APROBADO

☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 02/09/2025



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos: Jaime Octavio Amoros Delgado

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *GESTIÓN ENTRE LAS ÁREAS DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS TRACTORES D7R II CATERPILLAR EN LOS TRABAJOS DE PLATAFORMEO Y SURCADO EN MINERA GOLD FIELDS - HUALGAYOC*

ASESOR : *Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0581-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 08 de setiembre de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **diez días del mes de setiembre de 2025**, siendo las doce horas (12:00 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A – Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Vocal : M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Secretario : Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *GESTIÓN ENTRE LAS ÁREAS DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS TRACTORES D7R II CATERPILLAR EN LOS TRABAJOS DE PLATAFORMEO Y SURCADO EN MINERA GOLD FIELDS - HUALGAYOC*, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil *HENRRY RUBÉN GONZÁLES FERNÁNDEZ*, asesorado por el Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : 6 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 10 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 16 PTS. DIECISEIS (En letras)

En consecuencia, se lo declara APROBADO con el calificativo de 16 (DIECISEIS) acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 13:20 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Presidente

M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Vocal

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Secretario

Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado.
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: HENRRY RUBÉN GONZÁLES FERNÁNDEZ.

RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
2. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
2.1. Capacidad de síntesis	2.5
2.2. Dominio del tema	2.5
2.3. Consistencia de las alternativas presentadas	2.0
2.4. Precisión y seguridad en las respuestas	3.0
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	10.0

Cajamarca, 10 de setiembre de 2025

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Presidente

M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Vocal

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Secretario

Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado.
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: HENRRY RUBÉN GONZÁLES FERNÁNDEZ.

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	0
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	10
EVALUACIÓN FINAL	
EN NÚMEROS (A + B)	10
EN LETRAS (A + B)	DIECISEIS
- Excelente 20 - 19	BUENO
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 10 de setiembre de 2025

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Presidente

M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Vocal

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Secretario

Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado.
Asesor

COPYRIGHT © 2025 by
HENRRY RUBÉN GONZÁLES FERNÁNDEZ
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

Esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo de mis padres, esposa e hijos, a quienes agradezco infinitamente por haber sido mi vivaz motivación en todo momento para alcanzar mis sueños.

Un especial agradecimiento a Dios por su cuidado y por guiarme durante toda mi trayectoria académica y profesional; y porque aún lo sigue haciendo.

A mis amigos, compañeros y colegas por el acompañamiento y competencia académica profesional.

DEDICATORIA

“La motivación es el empuje del éxito; el éxito es la plenitud de la vida; la vida no sería vida si no hubiera una familia”

Por ello con cariño y gratitud dedico esta tesis a mis familia, quienes impulsan mi vida, me apoyan perennemente en mis éxitos personales y luchan a cada momento por mí, enseñándome el camino justo de la vida.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Selección del problema.....	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema	2
1.1.3. Hipótesis	2
1.1.4. Justificación de la investigación	3
1.1.5. Alcances de la investigación	3
1.1.6. Delimitaciones	3
1.1.7. Limitaciones y restricciones de la investigación	4
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4

1.3.	Descripción del contenido de los capítulos	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....		6
2.1.	Antecedentes Teóricos.....	6
2.1.1.	Antecedentes Nacionales	6
2.1.2.	Antecedentes Locales	8
2.2.	Bases Conceptuales	9
2.2.1.	Gestión de operaciones y mantenimiento	9
2.2.2.	Importancia de la coordinación entre operaciones y mantenimiento	9
2.2.3.	Gestión de la productividad total en minería.....	9
2.2.4.	Productividad con calidad en minería	14
2.2.5.	Plataformeo y surcado en operaciones mineras.....	17
2.2.6.	Indicadores.....	18
2.2.7.	Definición de términos básicos.....	20
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....		23
3.1.	Variables	23
3.2.	Ubicación geográfica.....	23
3.3.	Metodología.....	24
3.3.1.	Tipo.....	24
3.3.2.	Nivel o alcance	24
3.3.3.	Enfoque.....	24
3.3.4.	Medición.....	24

3.3.5. Diseño.....	24
3.4. Método.....	25
3.5. Población, muestra y unidad de análisis.....	25
3.5.1. Población	25
3.5.2. Muestra	25
3.5.3. Unidad de análisis.....	25
3.5.4. Unidad de observación	25
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	26
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	27
4.1. Presentación de los resultados	27
4.1.1. Producción de los tractores Caterpillar D7R II en plataformeo y surcado antes de la aplicación del plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones .	27
4.1.2. Producción de los tractores Caterpillar D7R II en plataformeo y surcado después de la aplicación del plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones.....	38
4.1.3. Comparación de producción de los tractores Caterpillar D7R II antes y después48	
4.2. Contratación de hipótesis	51
4.3. Discusión de resultados	52
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1. Conclusiones.....	54

5.2. Recomendaciones	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM	3
Tabla 2. Beneficios de la gestión en producción	17
Tabla 3. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 1	27
Tabla 4. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 2	29
Tabla 5. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 3	31
Tabla 6. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 4	33
Tabla 7. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 5	35
Tabla 8. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 6	36
Tabla 9. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 1	38
Tabla 10. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 2	40
Tabla 11. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 3	41
Tabla 12. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 4	43
Tabla 13. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 5	45
Tabla 14. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 6	46
Tabla 15. Comparación general	48
Tabla 16. Comparación por quincena antes y después	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del estudio.....	23
--	----

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto de un plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones en la producción de los tractores Caterpillar D7R II, en las actividades de plataformeo y surcado realizadas en Minera Gold Fields – Hualgayoc. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, diseño no experimental, nivel aplicado y comparativo, analizando datos de seis quincenas antes y seis quincenas después de la implementación del plan. Se recopilaron indicadores de horas trabajadas, producción por hora y producción total, para luego calcular el incremento porcentual y contrastar la hipótesis planteada. Los resultados mostraron que antes del plan la producción total promedio quincenal era de 1,038,557.64 m³, con una producción por hora promedio de 2,311.48 m³/h y 3,553.25 h trabajadas. Tras la aplicación del plan, estos valores aumentaron a 1,117,453.93 m³, 2,431.54 m³/h y 3,684.73 h respectivamente. El incremento promedio en la producción total fue de 78,896.29 m³, equivalente a un 7.60%. Si bien no se alcanzó el 10% establecido en la hipótesis inicial, el incremento fue sostenido y estadísticamente significativo. Se concluye que el plan de gestión mejoró la disponibilidad operativa de la flota, redujo la variabilidad en el rendimiento entre equipos y estandarizó los procesos operativos. Asimismo, permitió una producción más estable y predecible, con beneficios directos en eficiencia y planificación. Se recomienda mantener y optimizar el plan, reforzar el mantenimiento predictivo, capacitar a los operadores y replicar el modelo en otras maquinarias, con el fin de continuar incrementando la productividad.

Palabras clave: Plan de gestión, Mantenimiento, Operaciones.

ABSTRACT

The overall objective of the research was to determine the effect of a management plan between the maintenance and operations areas on the production of Caterpillar D7R II tractors in the platforming and furrowing activities carried out at Minera Gold Fields – Hualgayoc. The methodology used was quantitative, non-experimental, applied and comparative, analyzing data from six fortnights before and six fortnights after the implementation of the plan. Indicators of hours worked, production per hour and total production were collected to calculate the percentage increase and test the hypothesis. The results showed that before the plan, the average total biweekly production was 1,038,557.64 m³, with an average hourly production of 2,311.48 m³/h and 3,553.25 hours worked. After implementing the plan, these values increased to 1,117,453.93 m³, 2,431.54 m³/h, and 3,684.73 hours, respectively. The average increase in total production was 78,896.29 m³, equivalent to 7.60%. Although the 10% target set in the initial hypothesis was not achieved, the increase was sustained and statistically significant. It is concluded that the management plan improved the operational availability of the fleet, reduced variability in performance between equipment, and standardized operational processes. It also allowed for more stable and predictable production, with direct benefits in efficiency and planning. It is recommended to maintain and optimize the plan, reinforce predictive maintenance, train operators, and replicate the model in other machinery in order to continue increasing productivity.

Keywords: Management plan, Maintenance, Operations.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Selección del problema

En el contexto de la minería global, la coordinación entre las áreas de operaciones y mantenimiento es un factor crítico para asegurar una producción eficiente y maximizar la vida útil de los equipos pesados, especialmente en maquinaria como los tractores D7R II Caterpillar. Empresas mineras en países líderes de la industria, como Australia, Canadá y Estados Unidos, enfrentan desafíos similares en cuanto a los costos derivados del mantenimiento y la necesidad de reducir el tiempo de inactividad para maximizar la producción. La falta de una gestión integrada y eficiente entre operaciones y mantenimiento puede conducir a paradas no programadas, reducir la productividad de los equipos y afectar los márgenes de ganancia de la empresa. Esto hace necesario adoptar prácticas innovadoras, como el mantenimiento predictivo y la digitalización de procesos, para asegurar la coordinación entre ambas áreas y, así, optimizar el rendimiento de los equipos (Orellana, 2009).

Las áreas más delicadas en este ámbito son las de mantenimiento y operaciones. En cuanto al área de operaciones, los directivos de las empresas están “pendientes” de su proceso, pues es la que genera la producción y a la vez la rentabilidad de dicha empresa. Por lo contrario, no muestran mucho interés en el área de mantenimiento, cuyas actividades son claves para que los equipos no pierdan horas de trabajo por mantenimientos correctivos, que en algunos casos pueden tardar hasta días.

Dentro del área de operaciones se encuentran los supervisores, operadores y maquinaria

pesada en sí, quienes generan la producción. En su gran parte, los supervisores buscan que el equipo trabaje la mayor cantidad de horas para llegar a su producción estimada e inclusive sobrepasar, no midiéndose el daño que puede ocasionar al equipo al no proporcionar el tiempo indicado para el mantenimiento correctivo o mantenimiento preventivo. Dentro del área de mantenimiento están el jefe del área y los mecánicos, quienes velan por el buen funcionamiento del equipo. En muchas oportunidades se ven casos que los supervisores no brindan el tiempo adecuado al área, para reparaciones del equipo, lo cual conlleva a que el equipo salga del taller bajo ninguna confiabilidad.

Las áreas de operaciones y mantenimiento están ligadas. No puede haber una buena producción si el mantenimiento es malo. No se puede generar confiabilidad en el equipo si el cuidado por parte del operador o supervisor no es el adecuado. La empresa no genera rentabilidad si obtiene ganancias por su producción y luego tiene grandes pérdidas económicas por fallas mecánicas en los equipos.

Por tanto, es imprescindible para una empresa que exista una adecuada comunicación entre el área de operaciones y el área de mantenimiento, con el cual se logre una mayor producción con el cuidado adecuado que necesita la maquinaria pesada.

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

¿Cuál es el efecto de un plan de gestión entre las áreas de operaciones y mantenimiento en la producción de los tractores D7RII Caterpillar concerniente a los trabajos de plataformeo y surcado?

1.1.3. Hipótesis

“El plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones aumenta la producción

de los tractores Caterpillar D7R II en 10%”, se realiza comparando cuantitativamente el rendimiento de producción antes y después de implementar dicho plan.

1.1.4. Justificación de la investigación

La gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones puede darse para cualquier otra maquinaria pesada y en diferentes actividades, es decir, no solo para el tractor D7R II en plataformeo y surcado. Por tanto, la presente investigación servirá como guía para las demás investigaciones referentes a la gestión.

1.1.5. Alcances de la investigación

El alcance de la investigación es brindar información sobre el efecto de un plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones en la producción de los tractores Caterpillar D7R II en los trabajos de plataformeo y surcado en minería, específicamente en la Minera Gold Fields – Hualgayoc. Dicha evaluación se da entre los meses de febrero a noviembre del año 2024.

1.1.6. Delimitaciones

La investigación se centró exclusivamente en la evaluación planteada en el año 2024 y 2025.

La mina Cerro Corona es una mina a tajo abierto que se encuentra a 90 km de la ciudad de Cajamarca, a una altitud de 3,500 msnm. Es la única mina de Gold Fields que produce cobre y oro.

Tabla 1. *Coordenadas UTM*

COORDENADAS UTM	
Este	Norte
762000	9252000

1.1.7. Limitaciones y restricciones de la investigación

No existieron limitaciones ni restricciones en la investigación.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo General

Determinar el efecto de un plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones, en la producción de los tractores Caterpillar D7R II concerniente a los trabajos de plataformeo y surcado.

1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la producción (m³) de los tractores Caterpillar D7R II en los trabajos de plataformeo y surcado.
- ✓ Diseñar un plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones para mejorar la producción de los tractores Caterpillar D7R II.
- ✓ Determinar el incremento en la producción de los tractores Caterpillar D7R II.

1.3. Descripción del contenido de los capítulos

La realidad problemática, la formulación del tema de investigación, la hipótesis, la justificación de la investigación, el alcance o la delimitación de la investigación y los límites se presentan en el capítulo I, Introducción.

Capítulo II. Marco teórico: En este capítulo se describen los fundamentos teóricos que se tendrán en cuenta para la elaboración de esta tesis, así como el contexto mundial, nacional y local que nos ayuda a considerar las investigaciones que se han realizado sobre el tema en

cuestión.

Capítulo III: Materiales y métodos: este capítulo describe la ubicación del estudio actual, los pasos seguidos y la técnica que se tuvo en cuenta durante la recopilación de datos. También enumera los numerosos instrumentos que se utilizaron para procesar los datos recopilados sobre el terreno.

Capítulo IV: Análisis y discusión de los resultados: este capítulo amplía el estudio de la coherencia de la investigación.

Capítulo V: Conclusiones y sugerencias: en este capítulo se presentan las conclusiones y sugerencias. Además, hay apéndices.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Ccopa, (2021) en su tesis *Optimización del uso de maquinarias en la conformación y compactación de relaves para aumentar su efectividad en una mina a cielo abierto ubicada en el sur del país*. El objetivo era mejorar la productividad de la formación de residuos en el terraplén de la presa durante la construcción. El estudio fue de carácter descriptivo, de aplicación práctica, de diseño no experimental y de metodología cuantitativa. Los resultados del estudio mostraron que, en comparación con el método convencional, el método Tandem podía formar y comprimir 1000 metros cúbicos en 502 horas a lo largo del proceso de construcción. Esto representa una reducción de 489,7 horas de mano de obra. Por lo tanto, se concluyó que, al optimizar el trabajo, se logró una reducción del consumo de combustible, se evitaron accidentes de los operadores y se cuidó el medio ambiente, además de obtener un aumento del 80,51 % en la productividad, sin que la organización tuviera que incurrir en grandes costes.

Moreno, (2021) en su tesis *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad en una flota de tractores de una empresa minera*. El objetivo del estudio era aumentar la disponibilidad de una flota de tractores mediante la implementación de un plan de mantenimiento basado en la fiabilidad. El estudio fue transversal, descriptivo, aplicado y no experimental. Los resultados del estudio mostraron que la disponibilidad inicial de los tractores era, en promedio, del 88,53 %, lo que era inferior al 90 % necesario. Los tractores tuvieron una disponibilidad media del 96,5 %

tras la implementación del plan de mantenimiento. Por lo tanto, el estudio concluyó que la instalación del plan de mantenimiento aumentó la disponibilidad de los tractores en un 7,97 % y demostró que un plan de mantenimiento centrado en la fiabilidad era rentable.

Galarza, (2024) en su tesis *Implementación de un plan de mantenimiento de las maquinarias pesadas, aplicando la metodología AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos o Análisis Modal de Efectos y Modos de Fallo) para medir la disponibilidad en la empresa INTEQMIN*. El objetivo del estudio era evaluar la disponibilidad de estas máquinas teniendo en cuenta su fiabilidad y eficiencia. El estudio fue transversal, descriptivo, cuantitativo y de diseño no experimental. Los resultados del estudio mostraron que la puesta en práctica de la técnica era un procedimiento exhaustivo que tenía un gran impacto en la medición de la disponibilidad, que se situaba en el 79,68 % antes de la implementación y en el 85,4 % después de ella. Así, se determinó que la adopción de la metodología afectaba directamente a la reducción del tiempo de inactividad de la maquinaria pesada.

Araníbar (2024) en su estudio *“Elaboración del plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total para la maquinaria pesada (cargador frontal y tractor sobre oruga) de la Municipalidad de Haqira – Cotabambas - Apurímac”*. Para la maquinaria pesada (cargadoras frontales y tractores de oruga) propiedad del Departamento de Infraestructura y Desarrollo Urbano y Rural del Municipio Distrital de Haqira, Cotabambas-Apurímac, el objetivo era crear un plan de mantenimiento preventivo basado en el TPM (Mantenimiento Productivo Total). El estudio fue de carácter descriptivo, de aplicación en especie, de método cuantitativo y de forma cuasi-experimental. Los resultados mostraron que el análisis de las causas fundamentales

permitió determinar las razones de las averías de los equipos. La información obtenida de la experiencia de los técnicos y operadores de mantenimiento se recopiló mediante una lluvia de ideas. Con el fin de realizar un seguimiento del cumplimiento de las tareas y actividades descritas en el plan de mantenimiento autónomo y preventivo, se elaboraron 15 formatos de registro. Las tareas se dividieron en las siguientes categorías en función del tiempo: calibración, limpieza, lubricación, inspección, sustitución y verificación. La norma UNE-EN 13306 (2002), que define los conceptos generales de la gestión del mantenimiento, es la razón por la que se les dio esta designación.

2.1.2. Antecedentes Locales

Briones, (2020) en su tesis *Análisis comparativo de especificaciones técnicas y rendimiento en campo de maquinaria pesada para el movimiento de tierras en el minado de una empresa minera Cajamarca 2020*. El objetivo principal era comparar los requisitos técnicos para el rendimiento sobre el terreno de la maquinaria pesada de movimiento de tierras utilizada en las operaciones mineras de una empresa minera de Cajamarca. El estudio fue aplicado, cuantitativo en su metodología, descriptivo en su carácter y no experimental en su diseño. Según los resultados, el rendimiento del tractor fue de 182,15 metros cúbicos, mientras que el de la excavadora fue de 81,17 metros cúbicos. Se comprobó que estos resultados estaban por debajo de los requisitos del fabricante en comparación con esas especificaciones. Se determinó que algunos elementos externos, como las voladuras, la altura de funcionamiento, los fallos mecánicos, el calentamiento de la máquina y el tamaño de la flota, tenían un impacto directo en el rendimiento de la maquinaria.

2.2. Bases Conceptuales

2.2.1. Gestión de operaciones y mantenimiento

La planificación, organización y control de los recursos y procedimientos necesarios para garantizar la eficacia operativa de la maquinaria y los equipos en un entorno productivo se conoce como gestión de operaciones y mantenimiento. Slack et al. (2018) afirman que, mientras que el mantenimiento garantiza la continuidad operativa al evitar averías y tiempos de inactividad, la gestión de operaciones mejora los procesos para aumentar la productividad, ahorrar costes y mejorar la calidad de los resultados.

2.2.2. Importancia de la coordinación entre operaciones y mantenimiento

La integración efectiva de operaciones y mantenimiento permite una optimización en el uso de los recursos. Según Wireman (2016), la falta de coordinación entre ambas áreas provoca interrupciones no programadas, pérdida de tiempo productivo y sobrecostos. La clave está en implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo alineados con los objetivos operacionales para lograr un equilibrio entre disponibilidad y productividad de los equipos.

2.2.3. Gestión de la productividad total en minería

Según (Bernaola Chávez, 2020), La gestión de la productividad total se define como el proceso de administración que sigue las cuatro fases del “ciclo de la productividad”, que está conformada por las actividades de medición, evaluación, planeación y mejora, todo ello de incrementar de manera continua, sistemática y consistente los niveles de productividad, resguardando siempre la más alta performance en materia de calidad, llevando ello a una adecuada, oportuna y apropiada utilización de los recursos a los efectos

de mejorar la posición competitiva de la organización. La gestión de la productividad total en minería subterránea se tiene que realizar bajo los siguientes criterios:

“Lo que no se puede medir, no se puede controlar”

“Lo que no se puede controlar, no se puede gestionar”

“Lo que no se puede gestionar, no se puede mejorar”

Por lo tanto, los objetivos para una gestión minera son los siguientes:

1. Comprender los numerosos procedimientos y actividades que intervienen en las operaciones mineras, de modo que se pueda cuantificar con precisión la productividad global y efectiva de cada actividad y operación unitaria. Para ello, es necesario poseer los conocimientos y la experiencia necesarios para llevar a cabo los procedimientos de la forma más eficaz posible, lo que debe documentarse en una base de datos.
2. Estar atento a los índices o indicadores de productividad minera para garantizar que se mantengan y controlen para un desarrollo continuo. Debemos ser conscientes de los numerosos indicadores de productividad históricos, actuales y previstos como objetivos dentro del ciclo minero.

2.2.3.1. Principios de la gestión de la productividad total

Según (Deming Edwards, 1986), Los principios de la gestión de la productividad total (GPT) se orientará a su aplicación en la industria minera extractiva con el objetivo de ejecutar las distintas operaciones unitarias con una calidad superior (trabajo bien hecho y a la primera), con costos unitarios bajos y tiempo de respuesta inmediata ante cualquier desviación, estos principios son:

- 1. Calidad (perfección):** Buscar en la calidad del planeamiento y diseño la calidad de conformidad y la calidad del desempeño en la operación minera. También es importante cumplir con el control de la calidad del mineral a extraer ya que de ello depende el valor económico, en minería se trabaja con un cut-off o ley de corte. La ley de corte es la ley de utilización más baja que genera a la operación minera una utilidad mínima. La ley de corte es la ley de mineral donde la operación no reporta ni utilidades, ni pérdidas, es el punto de equilibrio de la operación.
- 2. El valor de los empleados:** El recurso humano es el activo más importante de una organización y tenemos que considerarles como tal, proporcionándoles armonía y seguridad en el trabajo, más aún si se trata de actividades de alto riesgo como lo es la minería.
- 3. Curva de aprendizaje:** Muy importante en la industria minera por las características del trabajo subterráneo donde la curva de aprendizaje de nuestros colaboradores está relacionada directamente con la seguridad y con la productividad. Una de las capacidades únicas en el área de factores humanos es la habilidad de aprender y mejorar la ejecución. Es esta capacidad la que estimuló el desarrollo de una técnica de predicción conocida como “curva de aprendizajes”. La idea general detrás de la curva de aprendizaje es que, si un individuo tiene la oportunidad de hacer un trabajo más de una vez, el tiempo requerido para cada unidad sucesiva requerida debe ser menor debido al aprendizaje que ocurre. En la realidad se ha observado que el rendimiento de hoy no precisamente es garantía del rendimiento futuro. Los trabajadores pueden adquirir nuevas técnicas. Las agrupaciones pueden aprender técnicas de labor en conjunto. El incremento de producción como consecuencia del aprendizaje puede influenciar una manera

radical el tiempo de terminación de una orden. En muchos casos se ha encontrado que una relación cuantitativa y predecible existe entre el número de unidades producidas y el tiempo requerido para producirlas. Así, el pronosticar los requisitos de tiempo para la producción futura, es un método muy útil.

La curva de aprendizaje mejora cuando los trabajadores, a través de la repetición y la experiencia, adquieren mayor destreza, reducen errores y optimizan la forma en que realizan sus tareas. En el contexto minero, esto se traduce en mayor seguridad y productividad, ya que el personal aprende no solo a ejecutar las operaciones de forma más rápida, sino también a identificar riesgos y aplicar mejores prácticas (Céspedes y otros, 2020).

A medida que se repite una actividad:

Disminuye el tiempo por unidad producida, porque los movimientos se vuelven más eficientes y se eliminan pasos innecesarios.

Aumenta la precisión y la calidad del trabajo, gracias a la familiaridad con las herramientas, equipos y procedimientos.

Se refuerza el trabajo en equipo, ya que los grupos coordinan mejor sus funciones y reducen tiempos de espera o interferencias.

Se incorporan mejoras continuas, al adoptar nuevas técnicas y procedimientos más seguros o productivos.

4. Investigación y desarrollo: Llevar a cabo investigaciones continuas para generar conceptos que impulsen la producción.

5. Excelente planificación y diseño: Dado que afectan directamente a la productividad, una excelente planificación y diseño son cruciales para el éxito continuo de nuestras operaciones mineras en términos de productividad general y cuota de mercado.
6. Confidencialidad: Los nuevos conceptos y métodos para aumentar la productividad, en particular los creados dentro de la organización, deben mantenerse completamente privados.
7. Beneficio mutuo: Siempre debemos considerar cómo una elección o acción beneficiará a la empresa, a sus propietarios, empleados, clientes, proveedores y a la comunidad. Esto es crucial para alcanzar nuestros objetivos previstos; todos debemos concentrarnos en nuestras ventajas compartidas.
8. Coherencia: Es preferible ser coherente que, en ocasiones, ser impecable en la gestión global de la productividad. Es necesaria una gestión coherente, rigurosa y continua de la productividad minera con el objetivo constante de aumentar nuestras tasas de productividad.
9. Para tener éxito en la gestión completa de la productividad, deben respetarse las siguientes directrices:
10. Regla n.º 1: Mostrar confianza y respeto a las personas. Esto ayuda a mantener un ambiente de trabajo positivo en la minería.
11. Regla n.º 2: Sea creativo en lugar de imitar; lidere en lugar de seguir en todos los bienes y servicios. Los líderes en la minería deben dar buen ejemplo.
12. Regla n.º 3: Aplique los tres principios «P» de forma metódica, ya que la paciencia, la preparación y la planificación son esenciales para el éxito. Evite siempre

improvisar; las actividades y los proyectos deben planificarse de forma meticulosa y rápida.

13. Regla n.º 4: Establezca un plan de participación en los beneficios que se determine en función de los resultados generales de productividad. Esta es una de las mejores estrategias para inspirar e involucrar a nuestro personal.

14. Regla n.º 5: Gestione el cambio con total optimismo. Para reducir la resistencia al cambio, la comunicación eficaz debe preceder a la gestión del cambio.

15. La sexta regla es gestionar la tecnología de forma exhaustiva e inclusiva. La tecnología punta se está desarrollando junto con las TIC, y los equipos son cada vez más ergonómicos. Debemos gestionar el cambio con optimismo.

16. Regla n.º 7: Anteponer el pensamiento sistémico e interdisciplinario a las ideas y actitudes funcionales. Regla n.º 8: Dar prioridad a la colaboración frente a las mentalidades individualistas.

17. Regla n.º 9: Predicar con el ejemplo en la gestión.

18. Regla n.º 10: Establecer objetivos ambiciosos y aspirar continuamente a avances tanto cualitativos como cuantitativos.

2.2.4. Productividad con calidad en minería

La productividad, tal y como la definen Flores Urbáez et al. (2008), es la relación entre la cantidad de recursos consumidos y la cantidad de productos y servicios producidos. Es idéntica al rendimiento. La gestión de la productividad se utiliza en la minería para evaluar el rendimiento de los trabajadores, los equipos, etc. El objetivo no es ser productivo

manteniendo la calidad, sino evitar quedarse atrás y abandonar el mercado. El éxito empresarial es el resultado de una combinación de factores como la utilidad, la rentabilidad, el crecimiento, la disciplina, el deseo, la experiencia y los conocimientos. Para mantener una alta calidad verificada, es necesario colaborar con personas importantes y llevar a cabo procedimientos bien especificados dentro de normativas bien definidas.

La productividad con calidad abarca todos los aspectos de una empresa, incluyendo las personas, el trabajo, los objetivos, los procedimientos y la calidad de vida en general. Por lo tanto, debe considerarse como una oportunidad para aceptar la responsabilidad y no evitar posibles errores o fallos en el sistema, interiorizando la estructura organizativa para llevar a cabo medidas preventivas metódicas. Cuando se combinan la calidad y la productividad, no hay lugar para trabajadores mediocres, personas ignorantes o aquellos que no se preocupan por las demandas del cliente. Las normas anacrónicas, las operaciones mal concebidas y los procedimientos mal organizados no tienen cabida aquí. Aunque no proporciona respuestas inmediatas, la disciplina produce excelentes resultados.

Por último, pero no por ello menos importante, la excelente productividad es una forma de vida que está en constante evolución y que ofrece lo mejor al cliente. Puede comenzar con una certificación y se mantiene con la completa satisfacción del cliente que la nota, la siente, la ve y la experimenta.

Todos necesitamos ser capaces de prosperar como personas, grupos y organizaciones altamente productivos. No hace falta decir que, para lograrlo, es esencial pensar en la PRODUCTIVIDAD de forma holística, lo que incluye a nivel personal, familiar, profesional y social; lograr un equilibrio entre la gestión del equipo y el respeto adecuado por los logros individuales; el asertividad en los resultados y el asertividad en las relaciones; buenos productos y momentos agradables; y un liderazgo humanamente exigente y seguidores firmemente respetuosos. Con personas capaces de pensar, decidir, actuar y

visualizar las demandas de las personas, la empresa, los proveedores, los consumidores, el medio ambiente, la sociedad y la comunidad, creemos organizaciones increíblemente productivas.

La gestión de la productividad da a los trabajadores cierto poder la capacidad de tomar decisiones a diario al ayudarles a comprender lo que deben hacer y por qué.

1. Los mayores márgenes de beneficio y los mayores dividendos o capital de reinversión lo hacen más atractivo para los inversores. Este es el resultado de la gestión de la productividad.
2. Mayor potencial de compensación y satisfacción de los trabajadores, lo que conduce a una mejora de las credenciales y la motivación.
3. La creación de ventajas que impulsan la sostenibilidad y la competitividad a largo plazo.
4. Un aumento del PIB y de la renta per cápita de la nación o del país.
5. Un aumento del nivel de vida de la población.

2.2.4.1. Beneficios de la gestión en producción

Múltiples actores se benefician con el incremento de la productividad.

Tabla 2. *Beneficios de la gestión en producción*

EMPRESA	PAIS	GOBIERNO	EMPLEADOS	CONSUMIDORES
1.-Mejoramiento de la posición competitiva en el mercado. 2.- Mayores Utilidades. 3.- Posibilidad de mayor inversión. 4.- Mayor generación de empleos	1.- Reducción de los efectos de la inflación. 2.- Mejor nivel de vida de la población. 3.- Creación de más oportunidades de trabajo. 4.- Eliminación de conflictos sociales.	1.- Proveer más y mejores servicios sociales. 2.- Llevar a cabo los programas gubernamentales eficientemente.	1.- Incremento de los salarios y en algunos casos participación de las utilidades. 2.- Mejores condiciones de trabajo. 3.- Mejor sentido de bienestar e identificación con la organización.. 4.- Estabilidad laboral. 5.-Desarrollo de habilidades.	1.- Bajos precios de bienes y servicios. 2.- Más bienes y servicios de mayor calidad.

Fuente: (Céspedes y otros, 2020).

2.2.5. Plataformeo y surcado en operaciones mineras

El plataformeo y surcado son procesos críticos en la preparación del terreno en proyectos mineros.

Plataformeo: Consiste en nivelar y compactar el terreno para garantizar la estabilidad de futuras estructuras o procesos mineros. Requiere maquinaria pesada y un control preciso del rendimiento de los equipos.

Surcado: Preparación del suelo para optimizar el drenaje y asegurar la estabilidad del terreno, facilitando la ejecución de trabajos posteriores.

Según Ortiz (2021), el éxito en estos trabajos depende de la disponibilidad de equipos, la eficiencia operativa y la planificación del mantenimiento para minimizar los tiempos de inactividad.

2.2.6. Indicadores

2.2.6.1. Grado de cumplimiento de tareas planificadas

El grado de cumplimiento de tareas planificadas es un indicador clave para medir la eficiencia de la gestión entre las áreas de operaciones y mantenimiento. En el contexto de los trabajos de plataformeo y surcado:

La planificación eficiente incluye:

Definición de tareas específicas: Cada actividad debe contar con tiempos estimados y recursos asignados, como operadores, maquinaria (Tractores D7R II Caterpillar), combustibles y herramientas.

Coordinación entre operaciones y mantenimiento: Alineación de los cronogramas operativos y de mantenimiento para evitar interrupciones imprevistas.

Medición del cumplimiento: El uso de indicadores como el porcentaje de tareas completadas respecto al total planificado permite evaluar la adherencia al cronograma. Un alto cumplimiento de tareas refleja una operación sincronizada y una gestión eficiente de los recursos.

La mejora del cumplimiento de tareas planificadas, con un enfoque en el mantenimiento

preventivo y en la optimización de procesos, permite una ejecución continua de los trabajos, reduciendo los tiempos de inactividad y mejorando la producción en los trabajos de plataformeo y surcado.

2.2.6.2. Área removida o trabajada

El área removida o trabajada es una métrica directa de la productividad en las actividades de plataformeo y surcado realizadas con los tractores D7R II Caterpillar. Este parámetro se refiere a la cantidad de terreno nivelado, excavado o preparado en un tiempo determinado y está condicionado por factores operativos y de mantenimiento.

Factores que influyen en el área trabajada:

Desempeño de los equipos: La disponibilidad y eficiencia de los tractores D7R II juegan un rol crítico. Un equipo bien mantenido garantiza mayor tiempo operativo y rendimiento.

Capacidad técnica de los operadores: Un manejo adecuado de la maquinaria optimiza los ciclos de trabajo y el consumo de recursos.

Condiciones del terreno: Terrenos irregulares o rocosos pueden ralentizar el proceso y disminuir el área trabajada.

Gestión del mantenimiento: Las interrupciones por mantenimiento correctivo disminuyen el tiempo efectivo de trabajo, limitando el área removida.

Medición del área trabajada:

Se calcula en metros cúbicos (m³) removidos o hectáreas trabajadas en un período específico.

Se compara el área real trabajada con el área planificada para identificar brechas y oportunidades de mejora.

El monitoreo constante del área trabajada permite evaluar la productividad diaria y tomar decisiones oportunas, como ajustar las frecuencias de mantenimiento o capacitar al personal en técnicas de operación más eficientes. Mejorar la coordinación entre operaciones y mantenimiento incrementa el tiempo efectivo de uso de los equipos y, por lo tanto, maximiza el área removida o trabajada en los proyectos mineros.

2.2.7. Definición de términos básicos

Área removida: Cantidad de superficie o volumen de terreno trabajado o desplazado durante una actividad específica, generalmente medida en metros cúbicos o hectáreas.

Auditoría de mantenimiento: Proceso de evaluación sistemática para revisar el cumplimiento y eficacia de las actividades de mantenimiento programadas.

Capacitación: Proceso mediante el cual se instruye al personal en conocimientos y habilidades específicas para mejorar su desempeño laboral.

Disponibilidad de equipos: Tiempo en el que un equipo o maquinaria está operativa y lista para su uso, en relación con el tiempo total planificado.

Eficiencia operativa: Relación entre los resultados obtenidos (producción) y los recursos utilizados, con el fin de optimizar la productividad.

Evaluación de riesgos: Proceso sistemático para identificar, analizar y controlar los peligros asociados a una actividad laboral.

Fabricante: Persona natural o jurídica que diseña, produce y comercializa un bien o

equipo, asumiendo la responsabilidad sobre su calidad, funcionamiento y cumplimiento de estándares técnicos y de seguridad. El fabricante también proporciona especificaciones, manuales y garantías, además de ofrecer soporte para la instalación, uso y mantenimiento del producto.

Falla mecánica: Defecto o daño que afecta el funcionamiento correcto de una máquina, equipo o sistema.

Gestión de activos: Estrategia que busca maximizar el valor y la vida útil de los activos físicos a través de mantenimiento y operaciones optimizadas.

Indicador de desempeño: Métrica utilizada para medir y evaluar la eficacia o productividad de un proceso, sistema o equipo.

Mantenimiento correctivo: Actividad de mantenimiento que se realiza después de la ocurrencia de una falla para restablecer el funcionamiento del equipo.

Mantenimiento preventivo: Actividad planificada de mantenimiento realizada periódicamente para evitar fallas y asegurar el correcto funcionamiento de los equipos.

Mantenimiento predictivo: Estrategia de mantenimiento basada en la monitorización y el análisis de datos para anticipar fallos antes de que ocurran. Utiliza herramientas como análisis de vibraciones, termografía, ultrasonido o monitoreo de lubricantes para detectar signos tempranos de deterioro. Su objetivo es programar intervenciones justo en el momento óptimo, evitando paradas imprevistas y prolongando la vida útil del equipo.

Mantenimiento proactivo: Enfoque preventivo que busca eliminar las causas raíz de los fallos antes de que se manifiesten. A diferencia del predictivo, que se basa en la detección temprana, el proactivo se centra en rediseñar, mejorar o modificar componentes,

procedimientos o condiciones de operación para evitar que surjan problemas recurrentes.

Monitoreo: Proceso de observación y seguimiento continuo de una actividad, equipo o sistema para evaluar su rendimiento y condiciones.

Operatividad: Capacidad de un equipo o sistema para realizar sus funciones de manera óptima y continua.

Plataformeo: Proceso de nivelación y preparación del terreno en proyectos de construcción o minería, garantizando su estabilidad.

Productividad: Relación entre la cantidad de producción obtenida y los recursos utilizados en un período de tiempo determinado.

Rendimiento: Capacidad de una máquina, equipo o trabajador para realizar una tarea o producir resultados en función del tiempo y recursos disponibles.

Surcado: Proceso de preparación del suelo mediante la realización de surcos que permiten mejorar el drenaje y optimizar las operaciones en terrenos específicos.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Variables

Variable Independiente:

Área de operaciones y mantenimiento.

Variable dependiente:

Producción de tractores Caterpillar.

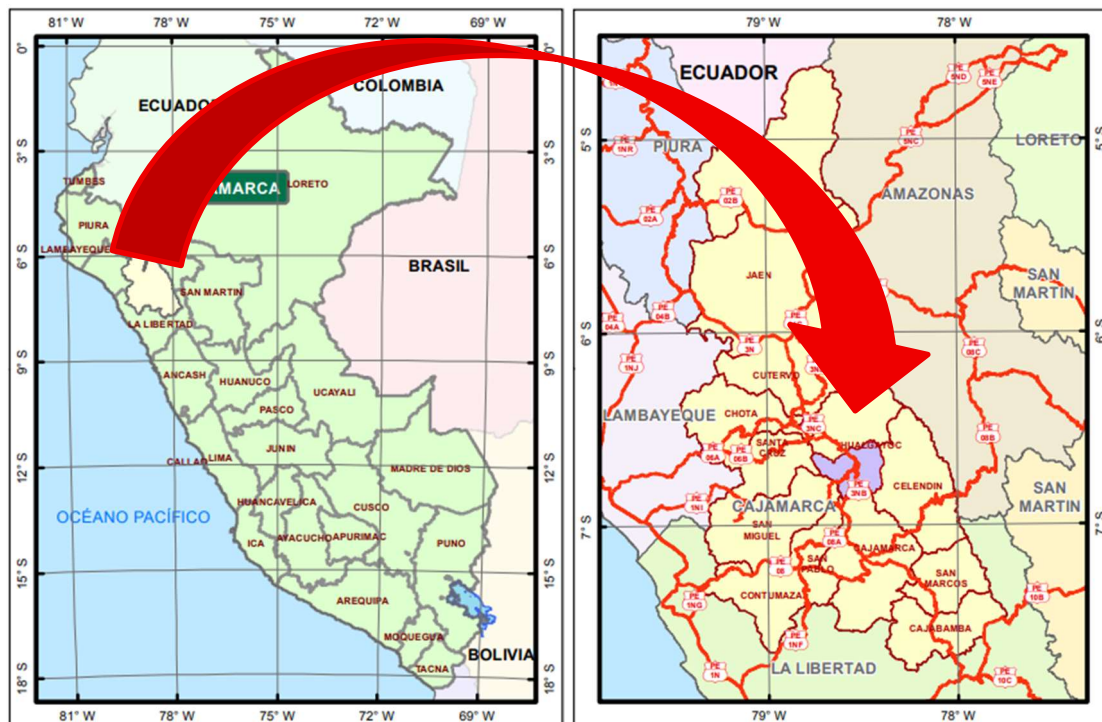
3.2. Ubicación geográfica

Región: Cajamarca.

Provincia: Hualgayoc.

Distrito: Hualgayoc.

Figura 1. Localización del estudio



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023.

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo

Aplicada, porque se utilizaron conocimiento estructurados de acuerdo con el marco teórico y los instrumentos que fueron aplicados en la investigación.

3.3.2. Nivel o alcance

Descriptiva, luego de procesados los datos se describirán los resultados en tablas y figuras que ayudarán a comprender el comportamiento de las variables de estudio.

3.3.3. Enfoque

Cuantitativo. Se usó el método científico estructurado para llegar a las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

3.3.4. Medición

Transversal: Se recolectaron datos en un solo período de tiempo, el año 2024.

3.3.5. Diseño

No experimental, porque no existió manipulación deliberada de las variables y alterar su comportamiento en la investigación, los datos de describieron y analizaron de acuerdo con lo encontrado en las fichas técnicas que recogió la producción de las maquinarias (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2023).

Para lo cual se recogieron los datos mediante las fichas de la producción según quincenas de los tractores Caterpillar D7R. En la ficha se detallan las horas de para, horas de trabajo, horas de tiempos muertos, detalle de algunas fallas o

imprevistos que se susciten en el plataformeo y surcado.

3.4. Método

Es una investigación en la cual se usó el método deductivo – inductivo, ya que se tomó en cuenta la información de manera general para llegar a lo particular referente al objeto de estudio, además del método estadístico para el procesamiento de la información y presentar en tablas o figuras para su mejor comprensión de los hallazgos, y por la medición que se realizó también fue utilizado el método empírico en la investigación.

3.5. Población, muestra y unidad de análisis

3.5.1. Población

La población estuvo conformada por 08 Tractores Caterpillar D7RII: 04 destinados al Pad y 04 destinados al tajo.

3.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 04 Tractores Caterpillar D7RII: Tractor D7R II – P1201, Tractor D7R II – P1202, Tractor D7R II – P1203, Tractor D7R II – P1204.

3.5.3. Unidad de análisis

Fue la producción de las maquinarias consideradas en la muestra de la investigación.

3.5.4. Unidad de observación

Cada una de las maquinarias consideradas dentro de cada una de las quincenas en la investigación, que fueron los tractores Caterpillar D7.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

Observación directa: Para la toma de datos de las horas de producción de cada una de las maquinarias.

Revisión Documental: Revisión e implementación del diseño de plan de Gestión entre las áreas involucradas en la producción de las maquinarias.

Instrumentos:

Para ambas técnicas se utilizó la libreta de registro de datos de cada uno de los tractores contenidos en la muestra de la investigación.

3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Se evaluó la producción de un plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones para poder determinar el efecto de este último en el incremento de dicha producción (cantidad de horas trabajadas). Para lo cual se trabajó con el Ms Office para la Redacción de Textos y Planillas en Excel.

Una vez evaluados estos indicadores se procedió a la discusión de los resultados, los cuales se hicieron con referencia a la hipótesis planteada en la investigación.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de los resultados

4.1.1. Producción de los tractores Caterpillar D7R II en plataformeo y surcado antes de la aplicación del plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones

A continuación, se presenta, en tablas, la producción (m3) de los trabajos en las actividades de Plataformeo y Suroado, correspondiente a los meses de febrero – 2024 hasta mayo – 2025.

Como ya se mencionó en la metodología de cálculo la producción y las horas de trabajo estarán organizadas por quincenas, esto es: del 01 al 15 y del 16 al fin de mes, de cada mes.

Tabla 3. *Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 1*

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-A	Plataformeo	454.20	290.04	131,735.40	12.70
	Suroado	443.20	290.40	128,704.03	12.41
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-B	Plataformeo	448.00	286.00	128,128.00	12.35
	Suroado	454.80	290.78	132,247.90	12.75
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-C	Plataformeo	444.50	290.21	129,000.42	12.44
	Suroado	442.00	289.00	127,738.00	12.32
	Plataformeo	428.50	290.69	124,560.69	12.01

TRACTOR CATERPILLAR D7RII-D					
	Surcado	465.20	290.46	135,124.23	13.03
TOTAL		3,580.40	2,317.59	1,037,238.67	100

Horas trabajadas

El total acumulado de horas para las ocho combinaciones de tractor-actividad es 3,580.40 horas.

El tiempo de trabajo está relativamente equilibrado entre las actividades de plataforma y surcado, con ligeras variaciones por equipo.

El tractor con mayor tiempo en una sola actividad fue el D7RII-D en surcado con 465.20 horas, mientras que el menor tiempo corresponde al D7RII-D en plataforma con 428.50 horas.

Producción por hora

La producción por hora es bastante consistente entre actividades y equipos, oscilando entre 286.00 m³/h (mínimo, D7RII-B en plataforma) y 290.78 m³/h (máximo, D7RII-B en surcado).

Esta homogeneidad sugiere que la eficiencia operativa en términos de producción horaria es estable, aunque existen pequeñas diferencias que podrían estar relacionadas con condiciones de terreno, mantenimiento preventivo o habilidades operativas.

Producción total

La producción total acumulada es de 1,037,238.67 m³.

El mayor aporte individual lo realiza el D7RII-D en surcado con 135,124.23 m³ (13.03%), mientras que el menor aporte corresponde al D7RII-D en plataformeo con 124,560.69 m³ (12.01%).

El rango de producción total por actividad y equipo es estrecho, lo que confirma una distribución de carga de trabajo relativamente uniforme.

Porcentaje de producción

El porcentaje de participación de cada combinación actividad-equipos varía entre 12.01% y 13.03%, lo que refleja una contribución balanceada.

El D7RII-D en surcado sobresale como el de mayor aporte relativo (13.03%), lo que podría indicar un rendimiento óptimo o un mayor tiempo efectivo sin paradas.

El D7RII-A y D7RII-B muestran un comportamiento productivo consistente entre plataformeo y surcado, con porcentajes muy cercanos entre ambas actividades.

Tabla 4. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 2

EQUIPO	ACTIVIDADES	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-A	Plataformeo	454.80	290.78	132,247.90	12.50
	Surcado	451.00	290.21	130,886.82	12.37
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-B	Plataformeo	451.80	289.00	130,570.20	12.34
	Surcado	452.00	288.00	130,176.00	12.30
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-C	Plataformeo	465.00	290.00	134,850.00	12.74
	Surcado	462.00	290.15	134,049.30	12.67

TRACTOR CATERPILLAR D7RII-D	Plataformeo	461.00	288.40	132,952.40	12.56
	Surcado	458.00	289.30	132,499.40	12.52
TOTAL		3,655.60	2,315.85	1,058,232.02	100

Horas trabajadas

El total de horas efectivas es 3,655.60 horas, distribuidas de manera bastante equitativa entre las actividades y equipos.

El mayor tiempo de trabajo individual lo presenta el D7RII-C en plataformeo con 465.00 horas.

El menor tiempo corresponde al D7RII-B en plataformeo con 451.80 horas.

La distribución uniforme de horas indica una planificación de carga equilibrada.

Producción por hora

El rango de productividad horaria es estrecho, de 288.00 m³/h (mínimo, D7RII-B en surcado) a 290.78 m³/h (máximo, D7RII-A en plataformeo).

Esto refleja estabilidad en la eficiencia operativa, aunque las pequeñas diferencias podrían estar relacionadas con condiciones de terreno, estado mecánico y habilidad del operador.

Producción total

La producción total quincenal asciende a 1,058,232.02 m³.

El mayor aporte individual lo registra el D7RII-C en plataformeo con 134,850.00 m³ (12.74%).

El menor aporte lo presenta el D7RII-B en surcado con 130,176.00 m³ (12.30%).

La diferencia entre el mayor y menor aporte individual es de apenas 0.44%, lo que confirma un reparto de producción muy homogéneo.

Porcentaje de producción

Cada tractor y actividad aporta entre 12.30% y 12.74% al total.

El D7RII-C es el equipo que presenta el rendimiento más alto en ambas actividades (12.74% y 12.67%).

El D7RII-B concentra los porcentajes más bajos (12.34% y 12.30%), lo que podría ser indicativo de pequeñas ineficiencias operativas o mecánicas.

Tabla 5. *Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 3*

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILAR D7RII-A	Plataformeo	431.00	290.00	124,990.00	12.47
	Surcado	442.00	290.20	128,268.40	12.79
TRACTOR CATERPILAR D7RII-B	Plataformeo	438.00	288.30	126,275.40	12.60
	Surcado	415.00	289.25	120,038.75	11.97
TRACTOR CATERPILAR D7RII-C	Plataformeo	426.00	289.00	123,114.00	12.28
	Surcado	445.00	287.00	127,715.00	12.74
TRACTOR CATERPILAR D7RII-D	Plataformeo	436.00	285.00	124,260.00	12.39
	Surcado	432.00	296.00	127,872.00	12.75
TOTAL		3,465.00	2,314.75	1,002,533.55	100

Horas trabajadas

El total de horas efectivas fue de 3,465.00 horas, cifra ligeramente menor a las quincenas anteriores.

La mayor dedicación se registró en el D7RII-C surcando con 445.00 horas, mientras que la menor fue en el D7RII-B surcando con 415.00 horas.

Aunque las diferencias no son grandes, podrían incidir en la variación de los porcentajes de producción.

Producción por hora

El rango de productividad horaria va de 285.00 m³/h (mínimo, D7RII-D en plataformeo) a 296.00 m³/h (máximo, D7RII-D en surcado).

El D7RII-D en surcado destaca como el equipo más eficiente en términos de producción horaria, superando el promedio general.

Los valores de producción por hora son estables y cercanos entre sí, lo que evidencia consistencia operativa, aunque con oportunidades para elevar el promedio hacia los valores más altos.

Producción total

La producción total quincenal fue de 1,002,533.55 m³, ligeramente inferior a las quincenas previas.

El mayor aporte lo realizó el D7RII-A en surcado con 128,268.40 m³ (12.79%).

El menor aporte fue del D7RII-B en surcado con 120,038.75 m³ (11.97%), lo que representa la cifra más baja en porcentaje de las tres quincenas registradas.

Porcentaje de producción

Las participaciones se mantienen en un rango de 11.97% a 12.79%, con una diferencia máxima de 0.82 puntos porcentuales entre el menor y el mayor.

El D7RII-B en surcado muestra una caída relativa en su aporte respecto a otras quincenas, mientras que el D7RII-D en surcado y el D7RII-A en surcado mantienen porcentajes altos.

Tabla 6. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 4

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-A	Plataformeo	432.00	265.00	114,480.00	11.86
	Surcado	433.50	284.00	123,114.00	12.75
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-B	Plataformeo	432.58	285.00	123,285.30	12.77
	Surcado	435.00	286.00	124,410.00	12.89
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-C	Plataformeo	442.00	292.00	129,064.00	13.37
	Surcado	440.00	235.00	103,400.00	10.71
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-D	Plataformeo	441.00	278.00	122,598.00	12.70
	Surcado	440.00	284.00	124,960.00	12.95
TOTAL		3,496.08	2,209.00	965,311.30	100

Horas trabajadas

El total de horas efectivas fue 3,496.08 horas, cifra similar a las quincenas anteriores.

La distribución de horas entre actividades es bastante pareja, aunque el D7RII-C en plataformeo tuvo la mayor cantidad (442.00 h), y el D7RII-B en plataformeo la menor (432.58 h).

Esto indica que la reducción de producción no se debe a menos horas trabajadas, sino a

menor rendimiento horario.

Producción por hora

Se observa una caída significativa en el promedio general (2,209 m³/h frente a más de 2,300 m³/h en quincenas anteriores).

El valor más bajo corresponde al D7RII-C en surcado con 235.00 m³/h, lo que representa un punto crítico de baja eficiencia.

El valor más alto lo registra el D7RII-C en plataformeo con 292.00 m³/h.

Esto evidencia un desbalance operativo: un mismo equipo puede tener un alto rendimiento en una actividad y un rendimiento muy bajo en otra.

Producción total

La producción total quincenal fue de 965,311.30 m³, la cifra más baja registrada en el periodo analizado.

El mayor aporte lo realizó el D7RII-C en plataformeo con 129,064.00 m³ (13.37%).

El menor aporte lo presenta el D7RII-C en surcado con 103,400.00 m³ (10.71%), que es notablemente inferior al promedio.

Porcentaje de producción

El rango de aportes va de 10.71% a 13.37%, marcando una diferencia de 2.66 puntos porcentuales (mucho mayor que en quincenas previas).

El D7RII-C en surcado se consolida como el punto débil de la quincena, mientras que el D7RII-B y D7RII-D mantienen porcentajes estables cercanos al 13%.

Tabla 7. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 5

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILAR D7RII-A	Plataformeo	430.25	295.00	126,923.75	12.73
	Surcado	436.00	293.00	127,748.00	12.81
TRACTOR CATERPILAR D7RII-B	Plataformeo	432.00	298.20	128,822.40	12.92
	Surcado	436.00	285.70	124,565.20	12.49
TRACTOR CATERPILAR D7RII-C	Plataformeo	436.25	264.20	115,257.25	11.56
	Surcado	441.00	284.00	125,244.00	12.56
TRACTOR CATERPILAR D7RII-D	Plataformeo	441.00	278.00	122,598.00	12.30
	Surcado	440.00	286.30	125,972.00	12.63
TOTAL		3,492.50	2,284.40	997,130.60	100

Horas trabajadas

El total de horas efectivas fue 3,492.50 horas, prácticamente en línea con la quincena anterior.

La distribución es bastante pareja, con un rango que va desde 430.25 h (D7RII-A en plataformeo) hasta 441.00 h (D7RII-C y D7RII-D en plataformeo y surcado).

Esto indica que no hubo diferencias significativas en el tiempo de trabajo asignado.

Producción por hora

El promedio general es 2,284.40 m³/h, levemente superior a la quincena 4 (2,209 m³/h), pero todavía por debajo de los valores de quincenas 1 a 3 (superiores a 2,310 m³/h).

El mayor valor lo registra el D7RII-B en plataformeo con 298.20 m³/h.

El menor valor corresponde al D7RII-C en plataformeo con 264.20 m³/h, que es 11% inferior al promedio, marcando un punto de atención.

Producción total

La producción total fue de 997,130.60 m³, aumentando un 3.29% respecto a la quincena 4.

El mayor aporte lo realizó el D7RII-B en plataformeo con 128,822.40 m³ (12.92%).

El menor aporte lo presenta el D7RII-C en plataformeo con 115,257.25 m³ (11.56%), valor que representa una caída notable en comparación con otros equipos y actividades.

Porcentaje de producción

Las participaciones se ubican entre 11.56% y 12.92%, mostrando una dispersión moderada.

El D7RII-B en plataformeo y el D7RII-A en surcado son los que concentran los porcentajes más altos.

El D7RII-C en plataformeo sigue siendo un punto débil, presentando bajos valores tanto en producción por hora como en producción total.

Tabla 8. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 6

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILAR D7RII-A	Plataformeo	436.00	299.00	130,364.00	12.84
	Surcado	435.00	297.00	129,195.00	12.72
TRACTOR CATERPILAR D7RII-B	Plataformeo	431.00	298.20	128,524.20	12.66
	Surcado	440.00	292.00	128,480.00	12.65
	Plataformeo	441.00	291.00	128,331.00	12.64

TRACTOR CATERPIL LAR D7RII- C	Surcado	437.00	287.00	125,419.00	12.35
	Plataformeo	429.00	285.00	122,265.00	12.04
TRACTOR CATERPIL LAR D7RII- D	Plataformeo	429.00	285.00	122,265.00	12.04
	Surcado	431.00	285.00	122,835.00	12.10
TOTAL		3,480.00	2,334.20	1,015,413.20	100

Horas trabajadas

El total fue de 3,480.00 horas, con una distribución uniforme entre los equipos y actividades.

El rango de horas trabajadas es estrecho, de 429.00 h (D7RII-D en plataformeo) a 441.00 h (D7RII-C en plataformeo), lo que refleja equilibrio en la asignación de trabajo.

Producción por hora

El promedio general de 2,334.20 m³/h es el más alto desde la quincena 3.

El valor máximo lo registra el D7RII-A en plataformeo con 299.00 m³/h, mientras que el mínimo se presenta en el D7RII-D en plataformeo y surcado con 285.00 m³/h.

La diferencia entre el mayor y menor rendimiento horario es de solo 4.9%, lo que evidencia consistencia operativa.

Producción total

La producción total fue de 1,015,413.20 m³, superando el millón de metros cúbicos nuevamente después de dos quincenas por debajo de este umbral.

El mayor aporte individual fue del D7RII-A en plataformeo con 130,364.00 m³ (12.84%).

El menor aporte lo realizó el D7RII-D en plataformeo con 122,265.00 m³ (12.04%).

Porcentaje de producción

Los porcentajes están muy balanceados, variando entre 12.04% y 12.84%.

Esta homogeneidad indica que no existen grandes diferencias de eficiencia entre equipos, aunque hay margen de mejora para el D7RII-D.

4.1.2. Producción de los tractores Caterpillar D7R II en plataformeo y surcado después de la aplicación del plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones

Tabla 9. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 1

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-A	Plataformeo	465.00	301.00	139,965.00	12.58
	Surcado	472.00	302.00	142,544.00	12.81
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-B	Plataformeo	458.00	301.10	137,903.80	12.39
	Surcado	462.00	302.15	139,593.30	12.54
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-C	Plataformeo	455.00	306.00	139,230.00	12.51
	Surcado	448.00	304.00	136,192.00	12.24
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-D	Plataformeo	456.00	302.00	137,712.00	12.37
	Surcado	463.00	302.00	139,826.00	12.56
TOTAL		3,679.00	2,420.25	1,112,966.10	100

Horas trabajadas

El total de horas efectivas asciende a 3,679.00 horas, superior al promedio de las quincenas previas.

La distribución de horas es bastante uniforme entre equipos y actividades, con un rango que

va desde 448.00 h (D7RII-C en surcado) hasta 472.00 h (D7RII-A en surcado).

Este aumento en horas efectivas sugiere mejora en la disponibilidad operativa de los equipos, posiblemente por la reducción de tiempos de inactividad.

Producción por hora

El promedio general alcanza 2,420.25 m³/h, lo que representa un incremento considerable respecto a las mejores cifras antes del plan (que rondaban los 2,334 m³/h).

El valor más alto lo registra el D7RII-C en plataformeo con 306.00 m³/h, y el más bajo el D7RII-B en plataformeo con 301.10 m³/h.

La diferencia máxima entre equipos es de apenas 1.62%, lo que indica homogeneidad en la eficiencia operativa.

Producción total

La producción total quincenal se eleva a 1,112,966.10 m³, superando el millón de metros cúbicos con un margen amplio.

El mayor aporte individual corresponde al D7RII-A en surcado con 142,544.00 m³ (12.81%).

El menor aporte lo registra el D7RII-C en surcado con 136,192.00 m³ (12.24%), aunque sigue siendo una cifra sólida en el contexto general.

Porcentaje de producción

Los porcentajes de participación oscilan entre 12.24% y 12.81%, con una dispersión muy baja.

Esto refleja que ningún equipo queda rezagado de forma significativa, lo que es un indicio de éxito en la estandarización de procedimientos operativos y mantenimientos.

Tabla 10. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 2

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-A	Plataformeo	466.00	304.00	141,664.00	12.52
	Surcado	458.70	302.60	138,802.62	12.27
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-B	Plataformeo	461.80	301.80	139,371.24	12.32
	Surcado	459.00	305.00	139,995.00	12.37
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-C	Plataformeo	464.00	305.00	141,520.00	12.51
	Surcado	469.00	307.80	144,358.20	12.76
TRACTOR CATERPILLAR D7RII-D	Plataformeo	463.00	309.20	143,159.60	12.65
	Surcado	478.00	298.60	142,730.80	12.61
TOTAL		3,719.50	2,434.00	1,131,601.46	100

Horas trabajadas

El total de horas efectivas fue de 3,719.50 horas, ligeramente superior a la quincena 1 (3,679.00 h).

La distribución de horas es uniforme, con un rango de 458.70 h (D7RII-A en surcado) a 478.00 h (D7RII-D en surcado).

Esto confirma que se mantiene un alto nivel de disponibilidad operativa de toda la flota.

Producción por hora

El promedio general es de 2,434.00 m³/h, superando incluso el valor de la quincena 1 (2,420.25 m³/h).

El máximo lo presenta el D7RII-D en plataformeo con 309.20 m³/h, mientras que el menor valor corresponde al D7RII-B en plataformeo con 301.80 m³/h.

La diferencia entre el mayor y menor rendimiento es de apenas 2.45%, lo que evidencia alta homogeneidad operativa.

Producción total

La producción total fue de 1,131,601.46 m³, lo que representa un incremento del 1.67% respecto a la quincena anterior.

El mayor aporte lo registra el D7RII-C en surcado con 144,358.20 m³ (12.76%), mientras que el menor aporte corresponde al D7RII-A en surcado con 138,802.62 m³ (12.27%).

No hay diferencias significativas entre equipos, pero destaca el rendimiento de D7RII-C.

Porcentaje de producción

Los porcentajes de participación están muy equilibrados, entre 12.27% y 12.76%.

Esta distribución balanceada es un indicador de que los procesos estandarizados implementados por el plan están siendo efectivos.

Tabla 11. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 3

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILAR D7RII-A	Plataformeo	455.90	306.00	139,505.40	12.42
	Surcado	458.20	304.00	139,292.80	12.40
TRACTOR CATERPILAR D7RII-B	Plataformeo	449.10	304.00	136,526.40	12.15
	Surcado	462.30	305.00	141,001.50	12.55
TRACTOR CATERPILAR D7RII-C	Plataformeo	466.00	307.00	143,062.00	12.73
	Surcado	475.00	311.00	147,725.00	13.15
	Plataformeo	456.00	306.00	139,536.00	12.42

TRACTOR CATERPIL LAR D7RII- D	Surcado	452.00	302.50	136,730.00	12.17
TOTAL		3,674.50	2,445.50	1,123,379.10	100

Horas trabajadas

El total de horas efectivas fue 3,674.50 horas, apenas inferior a las quincenas 1 y 2 posteriores al plan, pero todavía en un nivel alto.

La distribución de horas es pareja, con un rango de 449.10 h (D7RII-B en plataformeo) a 475.00 h (D7RII-C en surcado).

Esto indica una buena gestión de disponibilidad y asignación de turnos.

Producción por hora

El promedio general alcanza 2,445.50 m³/h, siendo el más alto de las tres quincenas post-plan.

El mayor valor lo presenta el D7RII-C en surcado con 311.00 m³/h, seguido del D7RII-C en plataformeo con 307.00 m³/h.

El menor valor corresponde al D7RII-D en surcado con 302.50 m³/h, pero aun así se mantiene en niveles elevados y consistentes.

Producción total

La producción total fue de 1,123,379.10 m³, un incremento del 0.51% respecto a la quincena 2.

El mayor aporte lo realiza el D7RII-C en surcado con 147,725.00 m³ (13.15%), que es el porcentaje más alto alcanzado por cualquier equipo en las tres quincenas post-plan.

El menor aporte lo registra el D7RII-B en plataformeo con 136,526.40 m³ (12.15%).

Porcentaje de producción

Los porcentajes están distribuidos entre 12.15% y 13.15%.

La participación más alta (D7RII-C en surcado) marca una ventaja de casi 1 punto porcentual sobre el promedio, evidenciando una excelente combinación entre horas efectivas y rendimiento horario.

Tabla 12. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 4

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILAR D7RII-A	Plataformeo	452.10	295.00	133,369.50	12.12
	Surcado	465.20	294.00	136,768.80	12.43
TRACTOR CATERPILAR D7RII-B	Plataformeo	452.60	306.00	138,495.60	12.59
	Surcado	455.30	296.00	134,768.80	12.25
TRACTOR CATERPILAR D7RII-C	Plataformeo	462.10	301.00	139,092.10	12.64
	Surcado	460.00	305.00	140,300.00	12.75
TRACTOR CATERPILAR D7RII-D	Plataformeo	461.20	308.00	142,049.60	12.91
	Surcado	460.50	294.00	135,387.00	12.31
TOTAL		3,669.00	2,399.00	1,100,231.40	100

Horas trabajadas

El total de horas efectivas fue de 3,669.00 h, un valor apenas inferior al registrado en las quincenas previas.

La asignación de horas es bastante uniforme, con un rango de 452.10 h (D7RII-A en plataformeo) a 465.20 h (D7RII-A en surcado).

Esto refleja una gestión equilibrada de turnos y disponibilidad.

Producción por hora

El promedio general se sitúa en 2,399.00 m³/h, lo que supone una leve disminución respecto a los valores de la quincena 3 (2,445.50 m³/h).

El mayor rendimiento horario lo registra el D7RII-D en plataformeo con 308.00 m³/h, mientras que el menor lo tiene el D7RII-A en surcado con 294.00 m³/h.

La diferencia entre el valor más alto y el más bajo es de 4.76%, manteniendo una brecha relativamente baja.

Producción total

La producción total fue de 1,100,231.40 m³, lo que representa una reducción aproximada del 2.06% respecto a la quincena anterior.

El mayor aporte individual lo realizó el D7RII-D en plataformeo con 142,049.60 m³ (12.91%).

El menor aporte corresponde al D7RII-A en plataformeo con 133,369.50 m³ (12.12%).

Porcentaje de producción

Los porcentajes de participación se distribuyen entre 12.12% y 12.91%, con diferencias moderadas.

El D7RII-D mantiene un rendimiento destacado, mientras que el D7RII-A tiende a ocupar las posiciones más bajas en aporte porcentual.

Tabla 13. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 5

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILAR D7RII-A	Plataformeo	460.20	302.10	139,026.42	12.43
	Surcado	456.50	299.80	136,858.70	12.23
TRACTOR CATERPILAR D7RII-B	Plataformeo	462.30	308.20	142,480.86	12.74
	Surcado	466.10	305.00	142,160.50	12.71
TRACTOR CATERPILAR D7RII-C	Plataformeo	456.80	304.00	138,867.20	12.41
	Surcado	461.30	304.00	140,235.20	12.54
TRACTOR CATERPILAR D7RII-D	Plataformeo	461.70	298.90	138,002.13	12.34
	Surcado	460.00	306.50	140,990.00	12.60
TOTAL		3,684.90	2,428.50	1,118,621.01	100

Horas trabajadas

Total, de horas efectivas: 3,684.90 h, muy similar al promedio post-plan.

La asignación de horas se mantiene uniforme, con un rango que va de 456.50 h (D7RII-A en surcado) a 466.10 h (D7RII-B en surcado).

Esto confirma una gestión de turnos estable y bien distribuida.

Producción por hora

Promedio general: 2,428.50 m³/h, ligeramente superior al registrado en la quincena 4 (2,399.00 m³/h).

El valor más alto lo obtiene el D7RII-B en plataformeo con 308.20 m³/h, mientras que el más bajo es del D7RII-D en plataformeo con 298.90 m³/h.

La diferencia entre máximo y mínimo es de 3.11%, lo que refleja homogeneidad en el rendimiento.

Producción total

Producción total: 1,118,621.01 m³, un incremento del 1.67% respecto a la quincena anterior.

El mayor aporte lo realiza el D7RII-B en plataformeo con 142,480.86 m³ (12.74%).

El menor aporte corresponde al D7RII-A en surcado con 136,858.70 m³ (12.23%).

Porcentaje de producción

Los porcentajes se mueven entre 12.23% y 12.74%, mostrando un reparto equilibrado.

El D7RII-B destaca en ambas actividades, mientras que el D7RII-A en surcado se ubica ligeramente por debajo del promedio.

Tabla 14. Producción de tractores Caterpillar D7RII en la quincena 6

EQUIPO	ACTIVIDAD	Horas trabajadas	Producción por hora	Producción total (M3)	% Producción
TRACTOR CATERPILAR D7RII-A	Plataformeo	462.30	298.30	137,904.09	12.35
	Surcado	465.20	307.20	142,909.44	12.79
TRACTOR CATERPILAR D7RII-B	Plataformeo	451.00	308.00	138,908.00	12.44
	Surcado	460.00	299.00	137,540.00	12.31
TRACTOR CATERPILAR D7RII-C	Plataformeo	461.00	301.00	138,761.00	12.42
	Surcado	457.00	307.00	140,299.00	12.56
TRACTOR CATERPILAR D7RII-D	Plataformeo	459.00	305.00	139,995.00	12.53
	Surcado	461.00	305.00	140,605.00	12.59
TOTAL		3,676.50	2,430.50	1,116,921.53	100

Horas trabajadas

Total, de horas efectivas: 3,676.50 h, valor que se mantiene dentro del rango promedio post-plan.

Distribución equilibrada: el mínimo se registra en 451.00 h (D7RII-B en plataformeo) y el máximo en 465.20 h (D7RII-A en surcado).

Esto evidencia una buena planificación de turnos y un uso uniforme de la flota.

Producción por hora

Promedio general: 2,430.50 m³/h, prácticamente igual al de la quincena 5 (2,428.50 m³/h).

Máximo: 308.00 m³/h (D7RII-B en plataformeo).

Mínimo: 298.30 m³/h (D7RII-A en plataformeo).

La brecha de rendimiento horario entre el mayor y el menor es de solo 3.25%, lo que demuestra homogeneidad operativa.

Producción total

Total, producido: 1,116,921.53 m³, muy similar a la quincena anterior (1,118,621.01 m³).

Mayor aporte: 142,909.44 m³ (D7RII-A en surcado, 12.79% del total).

Menor aporte: 137,540.00 m³ (D7RII-B en surcado, 12.31% del total).

Las diferencias porcentuales entre equipos son mínimas, asegurando un flujo de producción estable.

Porcentaje de producción

Distribución: entre 12.31% y 12.79%.

El D7RII-A en surcado es el líder en participación, mientras que el D7RII-B en surcado tiene el menor aporte.

4.1.3. Comparación de producción de los tractores Caterpillar D7R II antes y después

Tabla 15. *Comparación general*

Indicador	Promedio Antes (6 quincenas)	Promedio Después (6 quincenas)	Variación Absoluta	Variación %
Horas trabajadas (h)	3,553.25	3,684.73	+131.48	+3.70%
Producción por hora (m³/h)	2,311.48	2,431.54	+120.06	+5.19%
Producción total (m³)	1,038,557.64	1,117,453.93	+78,896.29	+7.60%

Horas trabajadas: Se incrementaron en promedio 3.7%, evidenciando mayor disponibilidad operativa y reducción de paradas.

Producción por hora: Mejoró en 5.19%, lo que refleja no solo mayor tiempo operativo, sino también mayor eficiencia en el uso del equipo.

Producción total: El aumento del 7.6% muestra el impacto combinado de más horas efectivas y mejor rendimiento horario.

Tabla 16. Comparación por quincena antes y después

Quincena	Antes (m³)	Después (m³)	Variación m³	Variación %
1	1,037,238.67	1,112,966.10	+75,727.43	+7.30%
2	1,058,232.02	1,131,601.46	+73,369.44	+6.93%
3	1,002,533.55	1,123,379.10	+120,845.55	+12.05%
4	965,311.30	1,100,231.40	+134,920.10	+13.98%
5	997,130.60	1,118,621.01	+121,490.41	+12.18%
6	1,015,413.20	1,116,921.53	+101,508.33	+10.00%

La mayor mejora porcentual se observó en la quincena 4 (+13.98%), por un ajuste operativo o mantenimiento preventivo clave.

La mejora fue constante en todas las quincenas, lo que indica que el efecto del plan es sostenido y no puntual.

Análisis por Indicador

Horas trabajadas

Antes del plan, las horas variaban entre 3,465.00 y 3,655.60.

Después del plan, todas las quincenas superan las 3,660 h, alcanzando hasta 3,719.50 h.

Mejor coordinación entre mantenimiento y operaciones, reduciendo tiempos muertos y

paradas por fallas.

Producción por hora

Antes del plan, el promedio rondaba 2,280 - 2,317 m³/h, con caídas en algunas quincenas (ej. 2,209 m³/h en quincena 4).

Después del plan, el mínimo fue 2,399 m³/h y el máximo 2,445.50 m³/h.

Mejoras en procedimientos operativos, mantenimiento predictivo y uniformidad en el rendimiento de todos los tractores.

Producción total

Antes: valores entre 965,311.30 m³ y 1,058,232.02 m³.

Después: valores entre 1,100,231.40 m³ y 1,131,601.46 m³.

Aumento combinado de disponibilidad y rendimiento horario.

Conclusión Comparativa

El plan de gestión generó mejoras claras y sostenidas en los tres indicadores evaluados.

El aumento del 7.6% en producción total significa que por cada quincena se producen en promedio casi 79,000 m³ adicionales sin incrementar el número de equipos.

El rendimiento es más uniforme entre los tractores, reduciendo diferencias entre el de mayor y menor producción.

La mejora es sostenible, lo que respalda la continuidad del plan y su posible aplicación en otras áreas.

4.2. Contrastación de hipótesis

La contrastación de la hipótesis: “El plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones aumenta la producción de los tractores Caterpillar D7R II en 10%”, se realiza comparando cuantitativamente el rendimiento de producción antes y después de implementar dicho plan. A continuación, se presenta el análisis detallado:

Datos utilizados:

Antes del plan (6 quincenas) → Producción total promedio: 1,038,557.64 m³.

Después del plan (6 quincenas) → Producción total promedio: 1,117,453.93 m³.

Cálculo del incremento porcentual:

$$\% \text{ incremento} = \frac{\text{Promedio antes} - \text{Promedio después}}{\text{Promedio antes}} \times 100$$

$$\% \text{ incremento} = \frac{1\,117\,453.93 - 1\,038\,557.64}{1\,038\,557.64} \times 100$$

$$\% \text{ incremento} = \frac{78\,896.29}{1\,038\,557.64} \times 100$$

$$\% \text{ incremento} = 7.60\%$$

El incremento observado es +7.60%, lo que confirma un aumento significativo de la producción después del plan.

Sin embargo, este incremento no alcanza el 10% establecido en la hipótesis.

Esto indica que, aunque el plan sí mejora la producción, la magnitud de la mejora es ligeramente inferior a lo esperado.

Resultado: No se cumple completamente la hipótesis general, ya que el aumento fue del 7.60% y no del 10% propuesto.

Conclusión: El plan de gestión ha tenido un impacto positivo y sostenido en la producción, pero el incremento real es menor al planteado inicialmente.

4.3. Discusión de resultados

Los resultados de la investigación muestran que, tras la implementación del plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones, la producción promedio quincenal de los tractores Caterpillar D7R II incrementó en 7.60%, pasando de 1,038,557.64 m³ antes del plan a 1,117,453.93 m³ después de su aplicación. Este aumento se explica por una mejora conjunta en las horas efectivas trabajadas (+3.70%) y en la producción por hora (+5.19%), lo que evidencia una reducción de tiempos de inactividad y una mayor eficiencia operativa de la flota.

Estos hallazgos guardan relación con lo reportado por Ccopa (2021), quien al optimizar el proceso constructivo mediante el método Tándem logró un incremento de productividad de 80.51%, demostrando que la optimización de procesos operativos repercute directamente en mayores volúmenes de producción y menores tiempos de trabajo. Si bien en nuestro caso el incremento no alcanzó el 10% planteado en la hipótesis, la tendencia positiva confirma que la coordinación entre mantenimiento y operaciones favorece el rendimiento global.

De forma similar, Moreno (2021) implementó un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad y logró elevar la disponibilidad de tractores en 7.97%, superando el umbral exigido por la empresa. Esto coincide con nuestros resultados en cuanto a que la mayor disponibilidad de equipos es un factor determinante para incrementar la producción total. En el presente estudio, el aumento de horas efectivas trabajadas evidencia un comportamiento semejante: una flota más disponible genera más volumen de producción en el mismo periodo de tiempo.

Por su parte, Galarza (2024) demostró que aplicar la metodología AMEF incrementó la disponibilidad de equipos de 79.68% a 85.4%, gracias a una reducción significativa de tiempos de inactividad. En nuestro caso, aunque no se midió el porcentaje exacto de

disponibilidad, la mejora en horas efectivas y la estabilidad de la producción por hora reflejan un efecto similar, atribuido a la planificación preventiva y a la ejecución coordinada de mantenimientos.

Asimismo, el estudio de Aranibar (2024) con la metodología TPM permitió organizar el mantenimiento en categorías (reemplazo, inspección, verificación, limpieza, lubricación y calibración), lo que contribuyó a una mayor confiabilidad de las máquinas. Esta sistematización de tareas se asemeja a nuestro plan de gestión, que integró actividades de mantenimiento autónomo y preventivo, logrando uniformidad en el rendimiento entre los diferentes tractores.

En el ámbito local, Briones (2020) identificó que factores como el calentamiento de la máquina, la altura de trabajo, las fallas mecánicas y la configuración de la flota afectan directamente el rendimiento en campo, lo que explica por qué, antes del plan, las producciones por hora eran más variables y con valores menores. Tras la aplicación del plan de gestión, estas variaciones se redujeron notablemente, alcanzando una diferencia máxima de apenas 3–4% entre el equipo con mayor y menor producción por hora, lo que refleja homogeneidad operativa.

En síntesis, la evidencia empírica y los antecedentes revisados confirman que los planes de gestión y mantenimiento bien estructurados generan incrementos en la productividad de la maquinaria pesada. Aunque en nuestro estudio el aumento fue del 7.60% y no del 10% esperado, los indicadores muestran una mejora sostenida y consistente, respaldando la efectividad de la estrategia aplicada y alineándose con experiencias exitosas documentadas en investigaciones nacionales y locales.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La implementación del plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones generó un efecto positivo en la producción de los tractores Caterpillar D7R II, reflejado en un incremento promedio del 7.60% en la producción total quincenal, pasando de 1,038,557.64 m³ antes de su aplicación a 1,117,453.93 m³ después. Este resultado evidencia que la mejora en la coordinación de tareas, la optimización de la disponibilidad de los equipos y la estandarización de los procesos operativos contribuyeron a un aumento sostenido de la eficiencia y productividad.

Antes de la implementación del plan, la producción promedio quincenal de los tractores Caterpillar D7R II en plataformeo y surcado fue de 1,038,557.64 m³, con valores que oscilaron entre 965,311.30 m³ y 1,058,232.02 m³. Después del plan, el promedio quincenal ascendió a 1,117,453.93 m³, con una menor variabilidad y mayor homogeneidad entre equipos, lo que refleja una mejora en la estabilidad productiva de la flota.

Se diseñó un plan de gestión basado en la coordinación entre las áreas de mantenimiento y operaciones, el cual integró acciones preventivas y correctivas programadas, estandarización de rutinas operativas, optimización de tiempos de parada y seguimiento de indicadores clave. La implementación del plan permitió reducir tiempos de inactividad, aumentar la disponibilidad de los equipos y uniformar el rendimiento por hora de los tractores, generando un marco de trabajo eficiente y replicable.

El incremento promedio en la producción quincenal de los tractores Caterpillar D7R II después de la aplicación del plan fue de 78,896.29 m³, equivalente a un 7.60%.

Aunque este valor no alcanzó el 10% proyectado en la hipótesis inicial, sí representa una mejora significativa y sostenida, confirmando la eficacia del plan en optimizar la productividad y demostrando que su aplicación continua podría generar incrementos adicionales a mediano plazo.

5.2. Recomendaciones

Continuar con la implementación del plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones, dado que ha demostrado un aumento sostenido de la producción de los tractores Caterpillar D7R II.

Realizar revisiones trimestrales para ajustar las rutinas preventivas y correctivas en función de los indicadores de producción y disponibilidad.

Incorporar herramientas de monitoreo en tiempo real (sensores, software de telemetría) para anticipar fallos y programar intervenciones antes de que se produzcan paradas no planificadas.

Documentar y analizar los fallos recurrentes para rediseñar los planes de mantenimiento y evitar su repetición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araníbar Ccahuana, N. R. (2024). *Elaboración del plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total para la maquinaria pesada (cargador frontal y tractor sobre oruga) de la Municipalidad de Haqira – Cotabambas - Apurímac*. Universidad Continental.
- Bernaola Chávez, H. G. (2020). *Gestión de la productividad total en minería subterránea*. <https://doi.org/https://es.scribd.com/document/456162420/gestion-de-productividad-total-mineria-subterranea>
- Briones Altamirano, R. P. (2020). *Análisis comparativo de especificaciones técnicas y rendimiento en campo de maquinaria pesada para el movimiento de tierras en el minado de una empresa minera Cajamarca 2020*. Universidad Privada del Norte. <https://doi.org/https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27346/Briones%20Altamirano%20Rossy%20Paola.pdf?sequence=11>
- Ccopa Queque, J. C. (2021). *Optimización del uso de maquinarias en la conformación y compactación de relaves para aumentar su efectividad en una mina a cielo abierto ubicada en el sur del país*. Universidad Continental. https://doi.org/https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10411/2/IV_FIN_110_TE_Ccopa_Queque_2021.pdf
- Céspedes, N., Lavado, P., & Ramírez Rondán, N. (2020). *Productividad en el Perú: Medición, determinantes e implicancias*. Universidad del Pacífico. <https://doi.org/https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1083/C%C3%A9spedesNikita2016.pdf>
- Flores Urbáez, M., Romero Quintero, M., & Ojeda de López, J. (2008). *Sistemas de calidad en la productividad minera*.

- Galarza Flores, K. (2024). *Implementación de un plan de mantenimiento de las maquinarias pesadas, aplicando la metodología AMEF para medir la disponibilidad en la empresa INTEQMIN*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- https://doi.org/https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10913/T010_70412756_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- <https://doi.org/Segunda Edición>
- Moreno Osorio, D. S. (2021). *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad en una flota de tractores de una empresa minera*. Universidad César Vallejo.
- https://doi.org/https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/77564/Moreno_ODS-SD.pdf;jsessionid=AC4D632CF6C438DBCD866A19FEE37768?sequence=1
- Orellana Pimentel, M. T. (2009). *Programa de mantenimiento preventivo para tractores sobre orugas Caterpillar, en sigma constructores SA*.
- Ortiz, P. (2021). *Optimización de procesos en minería: Plataformeo y Surcado*. Editorial Minera.
- Sharma, R. (2019). *Integrating Operations and Maintenance Management for Productivity Enhancement*. Journal of Production Systems, 8(2), 56-65.
- Wireman, T. (2016). *Mantenimiento Productivo Total: Estrategias y Prácticas*. Nueva York: Industrial Press.

ANEXOS

ANEXO A: Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	
		INDICADOR	ÍNDICE
<u>INDEPENDIENTE</u> V1: Área de operaciones y mantenimiento	Conjunto de actividades para mejorar la coordinación entre las áreas de mantenimiento y operaciones.	Plan de Gestión	%
<u>DEPENDIENTE</u> V2: Producción de tractores Caterpillar D7RII	Plataformeo: Movimiento de material para conformación de plataforma (pad de lixiviación) Surcado: Acondicionamiento de la plataforma mediante surcos para el proceso de lixiviación.	Plataformeo Surcado	M3

ANEXO B: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL		TÉCNICA	INSTRUMENTO	FUENTE
					INDICADOR	ÍNDICE			
La baja producción de los tractores D7R II en plataformeo y surcado, deriva de una mala coordinación entre las áreas de mantenimiento y operaciones. PREGUNTA GENERAL ¿Cuál es el efecto de un plan de gestión entre las áreas de operaciones y mantenimiento en la producción de los tractores D7R II Caterpillar concerniente a los trabajos de plataformeo y surcado?	GENERAL Determinar el efecto de un plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones, en la producción de los tractores Caterpillar D7R II concerniente a los trabajos de plataformeo y surcado.	El plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones aumenta la producción de los tractores Caterpillar D7R II en 10%.	INDEPENDIENTE VI: Área de operaciones y mantenimiento	Conjunto de actividades para mejorar la coordinación entre las áreas de mantenimiento y operaciones.	Plan de Gestión	%	Elaboración un plan de gestión entre las áreas de mantenimiento y operaciones	Organización de las áreas Elaboración de funciones y obligaciones. Cronograma de Actividades rutinarias Plan de coordinación entre mantenimiento y operaciones	Golder Associates Perú SA
	ESPECIFICOS Elaborar tablas de producción antes y después de ejecutar el plan. Elaborar el plan de gestión. Determinar el aumento de producción		DEPENDIENTE V2: Producción de tractores Caterpillar D7R II	Plataformeo: Movimiento de material para conformación de plataforma (pad de lixiviación) Surgado: Acondicionamiento de la plataforma mediante surcos para el proceso de lixiviación.	Plataformeo Surgado	M3	Elaboración de cuadros de rendimientos: área trabajada en cada lift (m3).	Fichas estadísticas (Parte diario de control de equipo): fecha, pad - lift, equipo.	Golder Associates Perú SA

