

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Influencia de aplicación de la filosofía mejora continua en la
productividad en la carretera Pucapampa – Paucará,
Huancavelica – 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Esteban Simón, Yenife

ASESOR: Garcia Echevarria, Ericka Selene

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76932081

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23164212

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0000-0002-6375-6855

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Rodriguez Ponce, Charly Fernando	Título oficial de máster universitario en ingeniería estructural y de la construcción	71944966	0000-0001-6984-8681



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 08:00 horas del día viernes 18 de setiembre de 2026, en cumplimiento de la señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	PRESIDENTE
❖ MG. YELEN USSETH TRUJILLO ARIZA	SECRETARIO
❖ MG. CHARLY FERNANDO RODRIGUEZ PONCE	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1690-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitullada: "INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA MEJORA CONTINUA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA CARRETERA PUCAPAMPA-PAUCARA, HUANCAMELICA 2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Yenifer ESTEBAN SIMON, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 9:00 horas del día 18 del mes de setiembre del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
PRESIDENTE

MG. YELEN USSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
SECRETARIO (A)

MG. CHARLY FERNANDO RODRIGUEZ PONCE
DNI: 71944966
ORCID: 0000-0001-6984-8681
VOCAL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **YENIFER ESTEBAN SIMON**, de la investigación titulada "**INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA MEJORA CONTINUA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA CARRETERA PUCAPAMPA - PAUCARÁ, HUANCAMELICA 2023**", con asesor(a): **ERICKA SELENE GARCÍA ECHEVARRÍA**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 988-2022-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **23 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 19 de agosto de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una **vigencia de cuatro (4) meses**, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 19 de diciembre de 2026.

38. Esteban Simón, Yenifer.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.atlasconsultora.com	2%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.unsa.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	repositoriotec.tec.ac.cr	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.udh.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
6	alicia.concytec.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
7	documents.mx	1%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.ucsg.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
9	repository.ugc.edu.co	1%
	Fuente de Internet	
10	www.virtualpro.co	1%
	Fuente de Internet	



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Mi eterna gratitud a mi madre Segundina y a mi padre Nilo, por su ejemplo, esfuerzo y paciencia.

A mi familia, Meneleo mi esposo y Rodrigo mi hijo, razón de mi existencia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A mis padres y hermanos por su ejemplo abnegado de trabajo y perseverancia.

A la Universidad de Huánuco nuestra alma mater.

A los docentes del Programa Académico de Ingeniería Civil por compartir sus valiosos conocimientos que hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

A mi asesora, la Mg. Ericka Selene García Echevarría, por su tiempo, apoyo y dedicación constante y la orientación profesional brindada a lo largo de este trabajo de investigación.

A los estudiantes de pre-grado de la Universidad de Huánuco, que formaron parte del grupo de estudio.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.....	25
2.2.2. PRODUCTO	25
2.2.3. SERVICIO	26
2.2.4. RECURSOS.....	26

2.2.5. PRODUCTIVIDAD EN EJECUCIÓN DE OBRAS.	
PRODUCTIVIDAD EN MANO DE OBRA	26
2.2.6. RENDIMIENTO DE EQUIPOS LINEA AMARILLA USADOS EN LAS PARTIDAS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO	35
2.2.7. FILOSOFÍA “MEJORA CONTINUA”	53
2.2.8. CICLO DE PRODUCTIVIDAD DE “MEJORA CONTINUA”	55
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	56
2.4. HIPÓTESIS	58
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	58
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	58
2.5. VARIABLES	59
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	59
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	59
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	60
CAPÍTULO III	61
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	61
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	61
3.1.1. ENFOQUE	61
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	61
3.1.3. DISEÑO	61
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	62
3.2.1. POBLACIÓN	62
3.2.2. MUESTRA	62
3.2.3. ZONA DE ESTUDIO.	62
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	64
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	64
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	65
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ...	65
CAPÍTULO IV	67
RESULTADOS	67
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	67

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	97
CAPÍTULO V.....	110
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	110
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
ANEXOS.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de interferencias de mano de obra.....	29
Tabla 2 Cuadro de interferencias de equipo	31
Tabla 3 Factores de eficiencia de trabajo según la experiencia del operador	36
Tabla 4 Valores del factor visibilidad.....	36
Tabla 5 Factores de Eficiencia.....	37
Tabla 6 Factores de maniobra según las condiciones operativas	37
Tabla 7 Factores de pendiente según el porcentaje de inclinación del terreno	38
Tabla 8 Factores de Corrección por Altitud.....	38
Tabla 9 Factores Volumétricos Según el Tipo de Material.....	39
Tabla 10 Factores de hoja angulable según el tipo de terreno y condiciones operativas	39
Tabla 11 Parámetros de capacidad de cucharón de Excavadora CAT 330.	40
Tabla 12 Rendimientos Ideales.....	40
Tabla 13 Valores de Capacidad del Operador	41
Tabla 14 Cuadro de valores de factor por tipo de material	41
Tabla 15 Valores de eficiencia en el trabajo	42
Tabla 16 Valores de Factor de Corrección	42
Tabla 17 Factores de Visibilidad	43
Tabla 18 Valores del Factor Maniobra	43
Tabla 19 Valores del Factor de Acarreo	44
Tabla 20 Valores de Factor de Corrección	44
Tabla 21 Valores del Factor Volumétrico	45
Tabla 22 Valores de Eficiencia.....	46
Tabla 23 Valores de Eficiencia de Trabajo	46
Tabla 24 Factores de Corrección por Altitud.....	47
Tabla 25 Valores de la Pendiente de Terreno	47
Tabla 26 Valores de Factor de Corrección por Maniobra	48
Tabla 27 Valores del Factor de Traslapo	48
Tabla 28 Valores de Capacidad de Operador.....	49
Tabla 29 Factor de Corrección por Eficiencia	49

Tabla 30 Valores del Factor Altitud	50
Tabla 31 Valores de Pendiente de Terreno	50
Tabla 32 Valores de Hoja de Ángulo	51
Tabla 33 Valores del Factor Maniobra	51
Tabla 34 Valores del Factor de Superposición	52
Tabla 35 Valores de Tiempo de Operación	52
Tabla 36 Metrados mensual	67
Tabla 37 Tasas Productivas Teórico Práctico.....	70
Tabla 38 Tasa de Producción Teórico Práctico-Excavadora CAT 330	73
Tabla 39 Tasa de Rendimiento Teórico Práctico	77
Tabla 40 Tasa de Producción Teórico Practico de Motoniveladora CAT 140H	80
Tabla 41 Codificación de las OS Técnica.	81
Tabla 42 Avance Programado	82
Tabla 43 Calendario Valorizad.....	84
Tabla 44 Horas Trabajadas por Equipo	86
Tabla 45 Tasa de Rendimieto Real de Tractor Oruga Shantui	91
Tabla 46 Tasa de Rendimiento de Excavadora CAT 330	91
Tabla 47 Tasa de Rendimiento de Rodillo Liso Hamm	92
Tabla 48 Tasa de Rendimiento Real, Motoniveladora CAT	93
Tabla 49 Comparativo de tasas productivas halladas.....	93
Tabla 50 Tasa de Rendimiento de Excavadora CAT 330	94
Tabla 51 Comparativo de tasa productivas.....	95
Tabla 52 Comparativo de Tasas Productivas	96
Tabla 53 Comparativo de Tasas Productivas	98
Tabla 54 Comparación de Tasa Productivas Excavadora Cat 330.....	99
Tabla 55 Comparación de Tasas Productivas Rodillo Liso HAMM	100
Tabla 56 Comparación de Tasas Productivas Motoniveladora CAT 140H	100
Tabla 57 Resultados de prueba de normalidad de variable "Diferencia Teórica"	101
Tabla 58 Resultados de prueba de rangos con signo de Wilcoxon.	102
Tabla 59 Resultados de prueba de normalidad de variable "Diferencia Práctica"	102
Tabla 60 Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas	103

Tabla 61 Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia Teórica”	103
Tabla 62 Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas	104
Tabla 63 Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia T Práctica”	104
Tabla 64 Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas	105
Tabla 65 Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia Teórica”	105
Tabla 66 Resultados de prueba de rangos con signo de Wilcoxon	106
Tabla 67 Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia TPráctica”	106
Tabla 68 Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas	107
Tabla 69 Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia Teórica”	108
Tabla 70 Resultados de prueba de rangos con signo de Wilcoxon.	108
Tabla 71 Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia TPráctica”	109
Tabla 72 Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas	109
Tabla 73 Tasa productiva	113
Tabla 74 Tasas productivas	113
Tabla 75 Tasas productivas	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Metodología Mejora continua.....	81
Figura 2 Ciclo de productividad.....	82
Figura 3 Proceso de analizar	90
Figura 4 Comparación de tasas productividad	94
Figura 5 Comparativo de tasas productivas.....	95
Figura 6 Comparativo de tasas productivas.....	96
Figura 7 Comparación de tasa productivas	97

RESUMEN

La tasa de productividad en la industria de la construcción presenta históricamente un bajo crecimiento a nivel global, en comparación con otros sectores como la manufactura y la economía global en general. En este sentido, mejorar dicha tasa es una oportunidad para impulsar la economía en los países en general. En el Perú, la productividad a pesar de los avances en la implementación de nuevas metodologías tales como el Lean Construction y la filosofía de mejora continua, entre otros, los resultados aún no son significativos por ejemplo en comparación con países vecinos como Chile y Colombia.

En este contexto la presente investigación pretende abordar esta problemática ya que tiene por finalidad diagnosticar, aplicar y evaluar la influencia de la filosofía de “mejora continua” en la productividad de la ejecución de obras viales, tomando como caso de estudio la carretera Pucapampa–Paucará, ubicada en el distrito de Yauli, provincia y región Huancavelica.

El estudio plantea como objetivo principal determinar cómo influye la implementación de esta filosofía en la tasa de productividad de dicha obra. Para ello, se analizará primero la situación actual de productividad en la obra referida, luego se aplicarán principios de mejora continua, y finalmente se evaluarán si los cambios generados son significativos.

Se espera que los resultados de esta investigación sirvan como base para futuras mejoras en la productividad en la industria de la construcción y gestión de obras públicas y privadas en el Perú, demostrando que la adopción de metodologías de gestión en la productividad modernas, pueden generar un impacto positivo en la eficiencia de los proyectos de infraestructura.

Palabras clave: Análisis, ejecución, planeación, producción, vial.

ABSTRACT

The productivity rate in the construction industry has historically shown low growth at a global level, especially when compared to other sectors such as manufacturing and the global economy in general. In this regard, improving this rate represents an opportunity to boost economic development in countries worldwide. In Peru, despite progress in the implementation of new methodologies such as Lean Construction and the philosophy of continuous improvement, the results have not yet been significant, particularly when compared to neighboring countries like Chile and Colombia.

In this context, the present research seeks to address this issue by aiming to diagnose, implement, and evaluate the influence of the philosophy of "continuous improvement" on productivity in the execution of road infrastructure projects, using the Pucapampa–Paucará highway—located in the district of Yauli, province and region of Huancavelica—as a case study.

The main objective of the study is to determine how the implementation of this philosophy influences the productivity rate of the aforementioned project. To achieve this, the current productivity status of the project will first be analyzed, followed by the application of continuous improvement principles, and finally, an evaluation will be conducted to determine whether the resulting changes are significant.

The findings of this research are expected to serve as a foundation for future improvements in productivity within the construction industry, as well as in the management of both public and private projects in Peru, demonstrating that the adoption of modern productivity management methodologies can have a positive impact on the efficiency of infrastructure projects.

Keywords: Analysis, execution, planning, production, road.

INTRODUCCIÓN

La productividad en la industria de la construcción ha mostrado un crecimiento históricamente bajo a nivel mundial, con un promedio anual de solo 1%, frente al 2.8% de la economía global y el 3.6% del sector manufactura (Barboza et al., 2017). En ese contexto se nos presenta una oportunidad significativa para impulsar el desarrollo económico, abordando el problema de la productividad, ya que en ese sentido se ha avanzado muy escasamente en el Perú por ejemplo, donde la implementación de metodologías modernas como Lean Construction y la filosofía de mejora continua entre otros, aún no ha generado resultados significativos en comparación con países vecinos como Chile o Colombia.

En el Perú, la ejecución de obras públicas exige cada vez mayores estándares en salud, seguridad, medio ambiente y productividad, lo que ha impulsado la participación de profesionales especializados. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la aplicación de la filosofía “Mejora Continua” en la productividad de la ejecución de la carretera Pucapampa–Paucará, en Huancavelica.

El estudio diagnostica la situación actual de la productividad, luego aplica la filosofía “Mejora Continua” y evalúa los cambios generados. Los resultados permitirán valorar la efectividad de estas estrategias como herramienta de gestión para mejorar la eficiencia en obras de infraestructura vial.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial, la productividad laboral en la construcción tiene en promedio solo 1% de crecimiento al año durante las últimas dos décadas, comparado con el 2.8% de crecimiento para la economía mundial y 3.6% en el caso del sector manufactura. Si la productividad del sector construcción alcanzara la de la economía total, aumentaría el valor agregado del sector en un estimado de \$ 1.6 trillones, que se traduciría en un incremento de alrededor del 2% a la economía global, o el equivalente a cubrir aproximadamente la mitad de del déficit de infraestructura del mundo, queda claro que cualquier esfuerzo por mejorar la productividad en la industria de la construcción es beneficioso para la economía mundial y en particular de américa latina (Barboza et al., 2017).

En los últimos años la industria de la construcción viene tecnificándose mediante la aplicación de nuevos sistemas constructivos, innovadores materiales de construcción, así como la implementación de nuevas filosofías, metodologías y sistemas de gestión que buscan optimizar los procesos de producción; tal como es el caso de la implementación de filosofía del Lean Construction, así como la filosofía “mejora continua”, entre otros, en el Perú ha marcado un avance significativo para la gestión eficiente de las obras de construcción, pero que comparada con países vecinos como Chile y Colombia, aún no ha logrado los resultados esperados.

La ejecución de obras públicas en el Perú cada vez es más exigente desde el punto de vista de la salud y seguridad, impacto ambiental y hoy por hoy la productividad, tal es así que estas áreas se están implementado con mayor frecuencia en la ejecución de obras especialmente públicas, de tal manera que se requieren profesionales, el tema de salud(enfermero), seguridad (ingeniero de seguridad), impacto ambiental (ingeniero ambiental) y por último el área de productividad(ingeniero de producción), con la finalidad

de mejorar las condiciones de salud y seguridad así como mitigar el impacto ambiental y sobre todo mejorar la tasa de productividad, que en buena cuenta favorece el crecimiento de la empresa.

En ese sentido la presente investigación busca realizar un diagnóstico y evaluación de la productividad en obras viales, en este caso la ejecución de la carretera Pucapampai-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli, Paucará, para luego aplicar la filosofía “mejora continua” y ver de qué manera influye en la tasa de productividad de la ejecución de esta carretera.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la influencia de la aplicación de la filosofía “mejora continua” en la tasa de productividad de la ejecución de la Carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es la tasa de productividad de la ejecución de la carretera Carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli?

¿Se puede aplicar la filosofía de “mejora continua” en la Carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli, para mejorar la productividad?

Luego de la aplicación de la filosofía “mejora continua” influye en la tasa de productividad de la ejecución de la carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la aplicación de la filosofía “mejora continua” en tasa de la productividad en la ejecución de la Carretera Pucapampa- Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo específico N° 1

Determinar la tasa de productividad de le ejecución de la carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli.

Objetivo específico N° 2

Aplicar la filosofía de “mejora continua” en la Carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli.

Objetivo específico N° 3

Analizar y evaluar la tasa de productividad luego de la aplicación de la filosofía “mejora continua” de le ejecución de la carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados de la presente investigación son de mucho interés especialmente para la ejecución de obras viales, ya que como sabemos este tipo de obras se desarrollan geográficamente en forma longitudinal, y en las mismas afectan una serie de factores ya sea climatológicos, mantenimiento de maquinarias y manejo de personal, por lo que aplicar una metodología para mejorar la productividad y avance de obra es muy necesario.

Desde el punto de vista de rentabilidad para las empresas y el estado en general se requiere optimizar tiempos y mejorar la calidad de ejecución de las obras de infraestructura, en el caso particular de ejecución de obras viales, es muy importante ya que, al no poder ejecutar las obras en el plazo de ejecución previsto, genera pérdidas significativas tanto al contratista, y en las obras por administración directa al estado.

Desde el punto de vista técnico se requiere reunir experiencias de aplicación de metodologías de gestión en la construcción de obras viales que puedan mejorar la productividad en la ejecución de las mismas, de tal manera que se pueda tener antecedentes que se puedan tener como referencia para posteriores investigaciones.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ No se cuenta con especialistas en la especialidad de producción en obras viales.
- ✓ Por la dimensión de la problemática solo se abordará la productividad de la partida de mayor incidencia.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Es viable desde el punto de vista operativo, pues actualmente la obra se encuentra en ejecución, y se puede tener acceso a la información de campo y de gabinete en forma directa. Por otro lado, se tiene los permisos correspondientes de la empresa para poder proponer mejoras y la productividad en la ejecución de las mismas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Roncancio (2018), en Colombia, realizó la investigación denominada: productividad de la mano de obra de las construcciones en proyectos viales, en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en dicho trabajo se pretende realizar un seguimiento de la mano de obra presente en la construcción de dos ramales, en el cual se medirá la productividad de la obra teniendo en cuenta la filosofía Lean y sus principios, esto permitirá reconocer que factores influyen de manera positiva y negativa en el rendimiento de las labores y como se encuentra la mano de obra boyacense con respecto a su desempeño en la construcción. Como es mencionado por BOTERO la productividad en el sector de la construcción no se ha visto beneficiada con el transcurso del tiempo como si ha ocurrido en otras industrias que se ha aumentado la productividad con la ayuda de nuevas filosofías de trabajo como la ya mencionada. El interés que se tiene en la investigación es reconocer como se encuentra la productividad de la mano de obra en la construcción boyacense, ya que esta industria es muy importante en el desarrollo del país y necesita ser competitiva, la introducción de nuevas filosofías como Lean en la industria ha permitido cambiar la manera de pensar del sector, buscando siempre el mayor desempeño bajando los costos y aumentando la rentabilidad haciendo una mejor gestión de los recursos empleados. Por esto se realizan observaciones en el desarrollo del trabajo, identificando como se realizan las labores y como se usan los recursos, en especial el tiempo, mediante el cual se reconocerán los rendimientos de la mano de obra y si son los esperados teniendo en cuenta los análisis de precios unitarios de la gobernación. Todo esto con la finalidad de obtener una guía de rendimiento de la industria constructora e interpretar como la filosofía Lean beneficia la construcción

en obra, mejora la productividad haciéndola más competitiva en el mundo moderno y cambiando la perspectiva de desarrollo con implementación de nuevos conocimientos.

León y Silva (2020), en Ecuador realizaron la investigación denominada: inversión en la infraestructura vial y su impacto en el factor total de productividad, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en Ecuador, en dicho trabajo de investigación tiene como objetivo principal analizar la relación entre la inversión en infraestructura vial y la productividad total de los factores en el Ecuador durante el periodo comprendido entre el año 2000 y 2018. Se utilizó un método de investigación correlacional porque permite evaluar la relación entre las variables. El estudio es de lógica deductiva y el trabajo de investigación es de corte longitudinal debido a que el estudio es sobre el Ecuador a través del tiempo. El tipo de investigación es cuantitativa. El marco teórico se desarrolla en base a las teorías de productividad e infraestructura vial. Se toma en cuenta mucho de los estudios empíricos nacientes de finales de la década de los ochenta. En el estudio se analiza el impacto de la infraestructura vial en la productividad del Ecuador mediante la recolección de datos. Los datos fueron recolectados de fuentes secundarias oficiales del país. Debido al periodo establecido, se buscó la información de forma semestral de tal manera que permita generar conclusiones más robustas. Se utilizó el método de regresión multivariada, y los resultados concluyeron que la inversión en infraestructura vial influye positivamente en la productividad del país por lo que si se incrementa el monto en inversión en infraestructura en 1% entonces la productividad total de los factores se incrementaría en 0.69%. Es por esto, por lo que se recomienda el impulsar más políticas de generación de infraestructura para mejorar la competitividad de los diferentes sectores estratégicos generando un desarrollo sostenible.

Ardila (2018) en Colombia, realizó la investigación denominada: análisis de la constructabilidad con oportunidad de mejora en los procesos de planeación y ejecución en proyectos de construcción de

infraestructura vial en Bogotá, en la Universidad La Gran Colombia, cuyo resumen nos dice que hoy en día se reconoce dentro de empresas constructoras, un alto porcentaje de fallas y fracasos en la realización de obras, las cuales no se entregan en los tiempos estipulados y programados con anterioridad y dando paso a retrasos y generación de costos para disminuir el impacto del incumplimiento en la programación genera en los proyectos de construcción que los recursos no sean utilizados óptimamente y que en la etapa ejecución del proyecto. Estos problemas suelen suceder cuando una empresa constructora no posee una técnica en la cual revisen los procesos de construcción de principio a fin durante el periodo previo a la ejecución, en donde se identifican obstáculos antes de construir el proyecto para evitar errores asociados a demoras y sobrecostos existan incrementos en los costos y en tiempos, generando pérdidas para la empresa constructora. La investigación planteada busca determinar de qué manera se puede implementar el concepto de constructabilidad en los proyectos de construcción de infraestructura vial en Bogotá, para mejorar la productividad del sector construcción en la ciudad y en el futuro del país.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Zegarra (2020) en Arequipa, realizó el estudio “diagnóstico y evaluación de indicadores generales de productividad en obras de edificaciones multifamiliares en la ciudad de arequipa”, en la Universidad Católica San Pablo, Arequipa, en donde nos refiere que en los últimos años la industria de la construcción viene tecnificándose mediante la aplicación de nuevos sistemas constructivos, innovadores materiales de construcción, así como la implementación de nuevas filosofías, metodologías y sistemas de gestión que buscan optimizar los procesos de producción; tal como es el caso de la implementación de filosofía del Lean Construction, que en el Perú ha marcado un avance significativo para la gestión eficiente de las obras de construcción, pero que comparada con países vecinos como Chile y Colombia, aún no ha logrado los resultados esperados; en ese sentido, la presente

investigación busca realizar un diagnóstico y evaluación de la productividad en obras de edificaciones multifamiliares de la ciudad de Arequipa con la finalidad de analizar su estado actual y plantear líneas de acción que permitan su mejora. En el presente trabajo de investigación, para el levantamiento de información, se utilizó el formato de indicadores generales de productividad y se aplicaron cuestionarios a los principales involucrados, para identificar los factores que determinan los niveles productividad en las obras de edificaciones multifamiliares. De los resultados de la investigación, se evidenció que el trabajo productivo representa sólo un 31.95% del tiempo total de ocupación de los trabajadores y que el trabajo no productivo representa un 31.19%, identificándose que este alto índice de improductividad se asocia a una mala gestión del proyecto que se caracteriza por ineficientes procesos de planificación de los trabajos y procesos constructivos deficientes. Así mismo, se evidenció que existe una relación directa entre el nivel de adherencia a los principios de filosofía del Lean Contruction y la productividad que tiene los proyectos, por lo que se plantean líneas de acción que permitan mejorar los niveles de productividad, reducir los desperdicios y agregar valor al cliente.

Ñavincopa (2019) en Lima, realizó el estudio “Mantenimiento rutinario por administración directa para optimizar la productividad en la red vial nacional región Lima, año 2019”, en la Universidad Ricardo Palma-Lima, en dicha investigación consiste en determinar un plan de mejora como solución adecuada para la planificación sobre la productividad durante la ejecución de actividades de mantenimiento rutinario en la carretera nacional de la región Lima ejecutadas por Provias Nacional bajo la modalidad de Administración Directa. Para esto fue necesario determinar los problemas actuales con lo que se ejecutan los proyectos bajo la modalidad de administración, además de las técnicas y métodos que se aplican durante su realización. Identificado los problemas y las dificultades durante la ejecución de los proyectos se planteó diversas técnicas y métodos de la filosofía Lean Construction para mejorar la gestión de estos y evaluar sus efectos en la productividad

del mantenimiento rutinario. De la investigación se obtuvo como resultado principal que la productividad antes fue de 16.86% y la productividad después de la aplicación del plan de mejora fue de 29.54%. Finalmente, se concluye que, con la implementación de un plan de mejora en el mantenimiento rutinario por administración directa, se incrementó la productividad en 12.68% en la red vial nacional región Lima, reduciendo los trabajos contributivos y no contributivos.

Ardiles Herrera, A. (2020), en Puno realizó el estudio: “Evaluación de la gestión técnica y su relación con la productividad y eficiencia en la ejecución en obras de construcción vial en la ciudad de Puno, ejecutadas por la municipalidad provincial de Puno-2019”, en la Universidad Nacional del Altiplano, que nos dice que en la Ciudad de Puno se encuentra en constante crecimiento y expansión urbana, esto se da de tal manera que varios sectores de la ciudad no cuentan con pavimentos urbanos, siendo este tipo de obras las ejecutadas con mayor frecuencia en nuestra ciudad. El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de conocer y evaluar la gestión técnica en ejecución, el índice de productividad de la mano, la incidencia en el presupuesto del empleo de mano obra en la ejecución de obras de construcción vial en la ciudad de Puno. Para obtener el nivel gestión de cada obra se realizó encuestas, así como la observación directa por mi persona, de tal manera de que la evaluación sea lo acorde a la realidad en la ejecución de estas obras. Se realizó un muestreo para contabilizar el TP (Trabajo productivo), TC (Trabajo contributivo) y TNP (Trabajo no productivo), de las actividades realizadas en las obras, para ello se empleó herramientas de la filosofía Lean Construction, como lo es el muestreo de actividades con Nivel General de Actividad. Para obtener la incidencia del personal obrero se tomó en cuenta las partidas ejecutadas y el gasto de pago por planilla. El índice de productividad obtenido en la evaluación de las Obra de construcción vial en la ciudad de Puno es de 24.11% en Promedio de todas las obras evaluadas. El nivel de Gestión en las obras de construcción vial en la ciudad de Puno, en 4 obras es del tipo de Gestión IV (Inadecuada Gestión) y en 2 de ellas del tipo Gestión III (Bajo nivel de

Gestión). La incidencia de la participación de la mano de Obra en la ejecución de construcción vial en la ciudad de Puno guarda proximidad entre la incidencia de trabajos ejecutados y la planilla de obreros. Se concluye que existe una correlación ($r - \text{Pearson} = 0.798$) positiva y fuerte entre las variables gestión técnica y productividad, además existe una correlación ($r - \text{Pearson} = -0.155$) negativa y escasa entre las variables gestión técnica y eficiencia en el empleo de la mano de obra.

Flores y Ramos (2018), en Arequipa realizó el estudio: análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa, que no dice que la ciudad de Arequipa se encuentra en constante crecimiento y requiere obras de infraestructura cada más importantes para su desarrollo, se sabe que un problema recurrente es que las obras no terminan en el plazo ni en con el presupuesto establecido, esto se debe al alto nivel de incertidumbre de productividad actual, por lo tanto conocer el nivel de la productividad y sus causas es necesario para tomar acciones correctivas. En el capítulo uno abordamos las generalidades del trabajo de investigación precisando los objetivos y alcances. En el capítulo dos se presenta el marco teórico donde se muestran definiciones generales para contextualizar la investigación, la cual se enfocara en la productividad de la mano de obra por ser el elemento con mayor variabilidad, también presentamos conceptos de LEAN y su evolución para llegar a la filosofía LEAN CONSTRUCTION de la cual mostramos las ventajas y mejoras tiene como resultado en países donde ya se aplica, así mismo presentamos las herramientas de mayor aceptación para la implementación y resaltamos las que sirven para medir la productividad (NGA, CB) y dan respuestas para nuestra investigación, también mostramos la importancia de la gestión de proyectos teniendo como principales herramientas la planificación, calidad y el uso de nuevas tecnologías. El capítulo tres muestra los criterios tomados para la selección de la muestra, la que contiene 10 obras de infraestructura vial, también mostramos los procedimientos para cada una de las herramientas empleadas y sus variaciones según las características de las obras. El

capítulo cuatro es la evaluación y análisis de los datos obtenidos, la investigación presenta cuatro diferentes análisis: resultados de la productividad según el flujo de procesos de las obras evaluadas; relación entre el proceso constructivo y la productividad; relación entre el nivel de gestión y la productividad y por ultimo relación entre la productividad por ratios y la productividad basada en flujos, gracias a estos análisis encontramos que la productividad en obras de infraestructura vial en la ciudad de Arequipa es de 27% entre otros valores y conclusiones que serán de gran utilidad para entender y mejorar el modo de ejecución de obras.

2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES

Vasquez Salcedo, J. (2018) en Huánuco realizó la siguiente investigación: evaluación de la composición del tiempo de trabajo y propuesta de mejora según la teoría lean construction en una obra vial de pistas y veredas, Huánuco, 2018, nos refiere que la presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal la aplicación de la filosofía Lean Construction como método de mejora en la ejecución y control de un proyecto vial de pistas y veredas en el departamento Huánuco teniendo como área de influencia directa el radio urbano de la ciudad, dentro del marco teórico se describen los principales conceptos y herramientas que serán utilizados como fundamento en la aplicación y análisis de los resultados en el proyecto, y así tener un indicador el cual se incorporará al momento de realizar la planificación en futuros proyectos viales; el proyecto en el que fue aplicado la presente tesis es “CONSTRUCCIÓN DE PISTAS, VEREDAS Y CUNETAS EN LA URB. EUCALIPTOS – JR. EUCALIPTOS, PASAJE 01, PASAJE 02, PASAJE 03 Y PASAJE 04, JR. CONCEPCIÓN, JR. BRANCACHO Y JR. MAYRO DEL CENTRO POBLADO DE LLICUA, DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO”. construido por el CONSORCIO DAVAL dado en el proceso de selección : ADJUDICACION SIMPLIFICADA N° 004- 2018-GRH/GR-1 y contrato N° 044-2018-GRH/GR obra realizada para el gobierno regional de Huánuco; las herramientas que se proponen son las

consideradas entre las más importantes y de mejora en la optimización de los recursos de la filosofía Lean Construction teniendo como finalidad contribuir en la mejora de los resultados obtenidos esperando que sirva como punto de partida y porque no decir base teórica a estudiantes, profesionales y empresas que busquen la implementación de la mejora continua y deseen evaluar el tiempo del Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo no Contributorio en su proyecto.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.

Según Ascue (2021), En la actualidad, el mundo de la construcción es uno de los pilares que impulsan la economía de un país, ya que genera una gran cantidad de puestos de trabajo. Por ello es muy frecuente escuchar conceptos relacionados a la productividad en obras, puesto que es indispensable para las empresas ser más productivas y competitivas, asegurando de tal forma garantizar el producto a entregar con calidad, optimizando los costos y plazos de ejecución. La productividad viene a ser la relación entre la producción obtenida en un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla, la productividad se refiere a aquello que genera el trabajo, la producción por cada trabajador, por cada hora trabajada. Una producción mayor significa hacer más con la cantidad de recursos o hacer lo mismo con menos capital.

2.2.2. PRODUCTO

Según Sanchez (2019), un producto es el resultado de un proceso natural o de una actividad humana y está relacionado con el proceso de producción. También se incluyen los bienes de consumo o comerciales, como un artículo o una mercancía para la venta. Como producto se puede hablar de bienes tangibles.

2.2.3. SERVICIO

Según Sánchez (2019), servicio es la realización de una o más actividades para satisfacer una necesidad, por ejemplo, el transporte, la educación, las comidas, los servicios telefónicos, los servicios asociados a una tarjeta de crédito, etc. Se puede decir que los servicios son intangibles.

2.2.4. RECURSOS

Según Pérez (2013), en la actividad cotidiana de una empresa, se pueden distinguir entre distintos tipos de recursos, tales como las materias primas, las instalaciones, las maquinarias y el terreno. Gracias a estos bienes tangibles, es posible manufacturar los productos o desarrollar la infraestructura necesaria para prestar sus servicios, dependiendo de su actividad.

Existen otros tipos de recursos de gran importancia para la operatoria de una empresa; ellos son los técnicos (como las patentes o los sistemas), los financieros (dinero en efectivo, créditos) y los humanos (las personas que trabajan en la organización).

El éxito de cualquier organización depende de la correcta gestión de todos los tipos de recursos mencionados. Es importante señalar que, para el correcto funcionamiento y desarrollo de una empresa, es necesario que exista un equilibrio entre las proporciones de sus recursos, dado que el exceso puede ser tan contraproducente como la escasez.

2.2.5. PRODUCTIVIDAD EN EJECUCIÓN DE OBRAS. PRODUCTIVIDAD EN MANO DE OBRA

Según Botero (2002), los rendimientos son datos obtenidos a partir de un estudio de trabajo hecho en campo expresados como las horas hombre por cantidad de trabajo necesarias para llevar a cabo una actividad, son utilizados como base para una buena planeación y

presupuestación de la obra lo que conlleva a determinar si es posible su ejecución.

- Factores que afectan el rendimiento de la mano de obra Es importante recordar que cada proyecto de construcción es diferente, se realiza bajo distintas condiciones que lo afectan, según Botero los siguientes son factores que afectan el rendimiento de la mano de obra: La economía general o estado económico en que se encuentra el área en que se desarrolla el proyecto, considerando que cuando esta economía es buena la productividad tiende a bajar ya que se hace difícil encontrar mano de obra de buena calidad.
- Los aspectos laborales bajo los cuales debe trabajar la mano de obra, tales como tipo de contrato, sindicalismo, incentivos, forma de pago del salario, el ambiente de trabajo y la seguridad social, así como la industrial.
- El clima es un factor importante a considerar y tener en cuenta aspectos como el estado del tiempo, la temperatura, las condiciones del suelo y si se trabaja bajo cubierta.
- La actividad en sí que se realiza, puede generar cambios en los rendimientos ya que se ven alterados por aspectos como su grado de dificultad, el riesgo que genera, la continuidad que se le dé, el orden y aseo del lugar donde se realiza la actividad, la repetición con la que se dé y finalmente el espacio con el que se cuente para su realización.
- La disponibilidad de equipo y herramienta, así como su adecuado mantenimiento y suministro y el acceso que se tenga al equipo de protección personal necesario pueden alterar el rendimiento del recurso humano.
- La calidad y experiencia del equipo encargado de la supervisión de la obra influye en la productividad de las actividades al verse influenciada por aspectos como los criterios que se tengan en la

aceptación o rechazo de las operaciones, la forma de dar instrucción y seguimiento en las labores y la relación personal que se presente entre el supervisor y el trabajador.

- Finalmente, el trabajador es un factor muy importante a tomar en cuenta ya que presenta situaciones personales que pueden afectar su desempeño, así como rasgos ante el trabajo entre los que se pueden mencionar el ritmo con que realiza sus labores, el conocimiento y las habilidades que presenta en las tareas que se le asignen y el desempeño que logre en cada una de ellas.

Según Botero (2002) la determinación de rendimientos de mano de obra, es importante realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos que permita generar una mayor confiabilidad en su uso y establecer que tan confiables pueden ser, para esto se presenta a continuación el procedimiento descrito en el folleto Costos de Construcción elaborado en el año 2009 por la Ing. Geannina Ortiz Quesada, el Ing. Milton Sandoval Quirós y el Ing. Eduardo Paniagua Madrigal.

a) Datos. - En la toma de datos se hace necesario establecer el tamaño de la cuadrilla analizada, así como la cantidad de trabajo realizada y la duración de cada medición.

b) Cálculo de rendimientos. - Los rendimientos se calculan con base en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{t \times n}{V}$$

Donde:

R = Rendimiento en horas hombre/unidad

t = Tiempo de duración de la actividad

n = Número de obreros que participaron en dicha actividad

V = Volumen de trabajo realizado

Por deducción entonces podemos definir como **productividad de mano de obra** como la relación entre el recurso utilizado y el total

producido, cuyas unidades en este caso estarían dadas “horas hombre” y unidad de volumen, área, longitud o en general cualquier unidad global que se considere, es decir:

Productividad de Mano de Obra= Recurso utilizado/ Total Producido, se expresa en Hh/m³, Hh/m², Hh/ml, Hh/ Unidad, a esta relación se le conoce por ende como el cociente de productividad de mano de obra.

Ejemplo:

Si el recurso son 20Hh, y el producto es 5m³ entonces el coeficiente de productividad sería 4Hh/m³.

De la misma manera podemos definir la **productividad de equipos** como la relación entre el total producido y el recurso utilizado, cuyas unidades están dadas en m³/hm, m²/hm, ml/hm, Ha/hm, a esta relación se le conoce como cociente de productividad de equipos.

Ejemplo:

Si el producto es 360 m³ de excavación y se usó 8 horas de máquina, entonces el coeficiente de productividad de equipos sería 90 m³/hm.

Según el Programa de Desarrollo y Conocimiento Empresarial (PDCE) de la empresa CAMARGO CORREA, las interferencias en la productividad de mano de obra y equipos son todos los acontecimientos que consumen recursos sin generar producción, nos presenta los siguientes cuadros de interferencias:

Tabla 1

Cuadro de interferencias de mano de obra

2100	Hombre	2400	Condiciones de trabajo
2101	Necesidades fisiológicas	2401	Falta definición
2102	Asuntos personales	2402	Falta de aire comprimido
2103	Merienda/café	2403	Falta comunicación
2104	Salud	2404	Falta de energía

2105	Accidente de trabajo	2405	Falta iluminación
2106	Paralización de empleados	2406	Falta agua industrial
2200	Empresa	2407	Falta ventilación
2201	Pago	2408	Falta equipo
2202	Reunión de la CIPA	2409	Falta herramienta
2203	Reunión de excelencia	2410	Falta material
2204	Entrenamiento	2411	Falta de proyecto
2205	DDS/DDE (Diálogos diarios)	2412	Falta liberación / CCCC
2206	Alteración de turno	2413	Condición insegura
2207	Desplazamiento/ frente de servicio	2414	Suministro EPI (Equipo de protección individual)
2208	Asuntos administrativos	2415	Lluvia/humedad exacta
2300	Servicios	2416	Aviso de detonación
2301	Depende de otros servicios	2417	Deficiencia de ingeniería
2302	Carga o descarga	2418	Falta de concreto (UIN)
2303	Remanejamiento de material	2419	Falta de liberación CQ (Control de calidad)
2304	Apoyo a terceros	2420	Aguardando fotografía
2305	Cambio de local de trabajo	2421	Mantenimiento de equipos
2306	Devolución material/herramienta de	2500	Cliente
2307	Limpieza y organización	2501	Aguardando liberación
2308	Retrabajo	2510	Servicios por administración
2309	Servicios auxiliares	2600	Montaje electro-mecánico
2310	Deficiencia de planificación	2601	Aguardando soldadura
2311	Revisión de proyecto	2602	Aguardando montaje de andamio
2312	Reparaciones en concreto	2603	Montaje de andamio
2313	Recuperación de materiales	2604	Atraso Procurement
		2605	Interferencia c/ obra civil
		2606	Preparación p/ montaje

Fuente. Programa de Desenvolvimiento y Conocimiento Empresarial (PDCE) de la empresa CAMARGO CORREA, 2010.

Tabla 2

Cuadro de interferencias de equipo

EQUIPOS APAGADOS				EQUIPOS APAGADOS				EQUIPOS ENCENDIDOS			
01		05		07	Condiciones	11		51		54	Mantenimiento de
00	Supervision	00	Ausencia de operador	00	climaticas	00	Cambios	00	Servicios auxiliares	00	equipo
01	Topografia de	05		07		11	Cambio de	51		54	
01	supervision	01	Pago	01	Lloviendo	01	faja	01	Hacer / reparar acceso	01	En reparaciòn
01		05		07	Humedad	11	Cambio de	51		54	Abastecimiento de
02	Topografia CCCC	02	Mèdico	02	Excesiva	02	ancla	02	Sellado	02	combustible
01		05		07		11	Maniobra de	51	Remolcar/ Desatascar	54	
03	Laboratotio	03	Comida	03	Neblina	03	barcaza	03	equipo	03	Lubricacion
01		05	Diàlogo diario de	07	Aguardando	11	Travesia de la	51	Regularizaciòn de	54	Ajuste lamina/
04	Proyecto	04	excelencia	04	secado	04	balsa	04	taludes	04	cuchilla / hoja
01		05		07		11		51		54	
05	Calidad CCCC	05	Cambio de EPP	99	Otros	05	Laboratorio	05	Ejecutar rampa	05	Ida y vuelta a oficina
	Aguardando										
01	recoleccion de	05	Asuntos	08		11	Ensayo de	51	Limpieza planta de	54	Sobrecalentamiento
06	ensayo	06	administrativos	00	Falta de equipo	06	agua	06	suelo cemento	06	del motor
01	Grua operada sin	05		08		11	Ayuda de	51	Mejora pista acceso -	54	
07	operar	07	Asuntos personales	01	Tractor oruga	07	mantenimiento	07	material vegetal	07	Neumático
01		05		08		11	Ejecutando	51	Mejora pista acceso -	54	Desplazamiento
99	Otros	08	Entrenamiento	02	Motoniveladora	08	mantenimiento	08	arcilla	08	preventivo
02		05		08		11	Ayuda	51	Mejora pista acceso -	54	
00	Esperando frente	09	Cambio de frente	03	Cargador frontal	09	mecànico	09	material suelos	09	Prueba del equipo
02	Limpieza capa	05		08		11	Lubricando/	51	Mejora pista acceso -	54	
01	vegetal	10	Falta de operador	04	Moto Scraper	10	abasteciendo	10	base de cascajo	10	Llenar neumaticos
02	Excavacion de	05	Complemento de	08		11	Lavando	51	Mejora pista acceso -	54	
02	suelos blandos	11	jornada	05	Retro excavadora	11	equipo	11	base suelo cemento	11	Equipo sin partida
02		05	Diferencia de	08	Rodillo pata de	11	Inspecciòn de	51	Mejora pista acceso -	54	
03	Boladero	80	anotaciòn del operador	06	cabra	12	equipo	12	suelo cemento	99	Otros
02	Roca/ Grava	05		08		11	Evaluando	51	Ajuste/ reguraliz de	55	
04	mezclada	90	Falta de parte diario	07	Rodillo liso	13	equipo	13	talud p/cesped	00	Desplazamiento

02		05 Necesidades	08	11	51 Ajuste/ regulariz de	55 Movilizaciòn para
05 Cascajo de río	90 fisiologicas		08 Cisterna	99 Otros	14 talud p/gabiòn	01 frente de servicio
02 Excav. Arcilla/	05		08		51 Mejora pista acceso -	55 Movilizaciòn para el
06 comun	99 Otros		09 Volquete		15 lanzam. Concreto	02 estacionamiento
02 Corte material 3ª	06 Mantenimiento de	08			51	55 Movilizaciòn entre
07 categoria	00 equipo	10 Zaranda			16 Quebrando roca	03 frentes
02	06	08			51	55 Travesìa con la
08 Lanzamiento	01 Malogrado	11 Camiòn grua			17 Carga explosivos	04 pltaforma
02	06 En reparaciòn	08			51 Alejamiento para	55
09 Tratamiento	02 (mantenimiento)	12 Mixer			18 detonaciòn	99 Otros
02	06	08			51	56 Condiciòn de
10 Compactaciòn	03 Engrase/ lubricaciòn	14 Cama baja			19 Limpieza de voladura	00 servicio
	Neumaticos					
02	06 (aguardando	08			51 Limpieza para	56 Calentamiento de
11 Sin frente definido	04 mantenimiento)	16 Compresora			20 detonaciòn	01 equipo
02	06	08			51	56 Operador en
12 Suelo cemento	05 Falta de combustible	26 Excavadora			21 Secado de agregados	02 entrenamiento
02 Limpieza	06	08			51	56 Espera para carga/
13 detonaciòn	06 Abastecimiento	27 Barcaza			99 Otros	03 descarga
02	06 Ajuste o cambio de	08			52	56
14 Sin frente	07 cuchilla	28 Remolcador			00 Retrabajo	04 Atasco
02 Montaje de	06	08			52 Reanudaciòn despues	56
15 encofrado	08 Limpieza de equipo	34 Tractor agricola			01 de lluvias	05 Limpieza de tolba
	Oficina de					
02	06 mantenimiento	08			52	56
16 Montaje de equipo	09 (reparaciòn)	99 Otros			02 Sellado de rellenos	06 Falta de silencio
02 Limpieza de	06	09			52	56 Enfriamiento del
17 cimentaciòn	10 Revisiòn preventiva	00 Horario de turno			03 Acolchonamiento	07 motor
02 Relleno de	06 Revisiòn preventiva	09 Liberaciòn de			52 Exceso de	56
18 confinamiento	11 por terceros	01 turno			04 compactaciòn	08 Limpieza de tuberìa
02 Planta de suelo	06 Mantenimiento	09 Inicio atrazado de			52	56 Desatasco de
19 cemento	12 correctivo por tercero	02 turno			05 Recompectaciòn	09 tuberìa
02 Depende de otros	06 Mantenimiento equipo	09 Fin anticipado de			52	56 Obstrucciòn de
20 servicios	13 (aguard. Pieza)	03 turno			06 Falta de humedad	10 chancadora

02		06	En reparaciòn (equipo	09		52		Aguardando
99	Otros	14	accidentado)	99	Otros	07	Proyecto	56 material
								11 (chancadora)
03	Traslado de cama	06		10	Falta de	52		56
00	baja	15	Ajuste del equipo	00	condiciones de	08	Mala ejecuciòn CCCC	12 Parado por trànsito
03	Conclusiòn del	06	Cambio de material de	10	Falta de	52	Reanudaciòn de frente	56 Aguardando
01	servicio	16	consumo	01	iluminaciòn	09	parado	13 ordenes
03	Otros servicios	06	UIN - Ajuste/ cambio	10	Falta de	52		56 Operador fuera del
02	prioritarios	17	de tamices	02	seguridad	10	Remociòn de capa	14 equipo
03	Falta frente de	06	UIN - Ajuste/ cambio	10		52		56 Necesidades
03	servicio	18	de correas	03	Atasco	99	Otros	15 fisiològicas
03		06	UIN - Ajuste / cambio	10	Aguardando	53	Mudanza de local de	56 Servicio a terceros
04	Falta material	19	de riel	04	instrucciòn	00	trabajo	16 sin autorizaciòn
03		06	UIN - Sobrecarga en	10	Espera para	53		56
05	Falta seguridad	20	correas	05	carga / descarga	01	Conclusiòn del servicio	99 Otros
03	Reconocimiento de	06	UIN - Ajuste / cambio	10	Falta	53		
06	oficina	21	de cilos	06	comunicaciòn	02	Otro servicio prioritario	
03		06	UIN - Ajuste de	10	Falta energìa	53		
99	Otros	22	compuertas	07	electrica	03	Falta de material	
04		06	UIN - Ajuste / cambio	10		53		
00	Falta de material	23	de mandibulas	08	Falta red de agua	04	Falta de equipo	
04		06	UIN - Cambio de	10	Falta red de aire	53		
01	Arcilla	24	manta	09	comprimido	05	Falta de seguridad	
04	Piedra chancada/	06	UIN - Mantenimiento	10		53		
02	grava	25	preventivo	10	Aviso detonaciòn	06	Falta de seguridad	
04		06	UIN - Ajuste de bomba	10	Retirando agua	53		
03	Vegetal	26	de aceite	11	de barcaza	99	Otros	
04		06	UIN - Detector de	10				
04	Granular	27	metales trabajando	12	Atasco de tuberìa			
04		06	UIN - Sobrecarga en	10	Falta de			
05	Suelo cemento	28	tamices	13	manguera			
04		06	UIN - Ajuste de	10	Rebajamiento de			
06	Arena	29	raspadores	14	existencias			

04	06	UIN - Inspeccion de	10	Chancadora
07	30	chancadora cronica	15	malograda
04	06	UIN - Inspreccion	10	Retiro de gatos
08	31	chancadora primaria	16	hidraulicos
04	06		10	Desobstruccion
09	99	Otros	17	de chancadora
04			10	Rendimiento de
10			18	interruptor
04			10	Alto consumo de
11			19	energia
04			10	Desplazamiento/
99			20	roca
			10	Manifestacion de
			21	comunidades
			10	
			99	Otros

Fuente. Programa de Desarrollo y Conocimiento Empresarial (PDCE) de la empresa CAMARGO CORREA, 2010.

Otro indicador que se puede usar para medir la productividad es la relación que existe entre el costo real del servicio prestado y el costo previsto para dicho servicio, si este cociente es menor 1 entonces es óptimo y si es igual a 1 es el esperado, pero si es mayor que 1 entonces está generando pérdidas.

2.2.6. RENDIMIENTO DE EQUIPOS LINEA AMARILLA USADOS EN LAS PARTIDAS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO

Calculamos la tasa de productividad de los equipos (linea amarilla) usados en estas partidas.

1. Tractor Oruga Shantui SD22

Tasa de productividad calculado por factores

Según Mann, C., Wilson, R., & Johnson, T. (2015), el cálculo del rendimiento teórico que se usó es el siguiente.

$$\text{Rend. Teór. (m}^3\text{/hora)} = P \times E \times V \times C \times M \times F_v \times F_a \times F_h$$

Donde:

- ✓ P=Potencia del tractor en kW.
- ✓ E=Eficiencia del trabajo.
- ✓ V=Factor de visibilidad.
- ✓ C=Factor de corrección por maniobra.
- ✓ M=Factor de corrección por pendiente.
- ✓ F_v =Factor volumétrico.
- ✓ F_a =Factor de corrección por altitud.
- ✓ F_h =Factor de hoja angulable.

Potencia del Tractor

Según Sakai Heavy Industries (2017), el modelo de Tractor Shantui SD16 con potencia de 160 HP cuyo equivalente es 119.31 kW.

Eficiencia de trabajo

Según *Agricultural Machinery Handbook*(2016) la experiencia del operador afecta directamente la eficiencia de las operaciones de un tractor oruga. Un operador experimentado puede reducir los tiempos de inactividad y mejorar la productividad al utilizar el equipo de manera más eficiente, este factor generalmente se asume un valor entre 0.8 y 1, dependiendo de la experiencia del operador.

Tabla 3

Factores de eficiencia de trabajo según la experiencia del operador

Nivel de Experiencia del Operador	Factor de Eficiencia de Trabajo (Valor)
Experiencia básica	0.85
Experiencia intermedia	0.90
Operador altamente experimentado	1.0

Fuente. Agricultural Machinery Handbook. (2016). A guide to tractor performance calculations (2nd ed.). Wiley.

Visibilidad

Según *Mann(2015)*, la visibilidad del operador influye en el tiempo de respuesta y la seguridad. Las condiciones óptimas de visibilidad permiten un trabajo más continuo y sin interrupciones.

Tabla 4

Valores del factor visibilidad

Condición de Visibilidad	Condición de Visibilidad
Visibilidad excelente (sin obstáculos, buena visibilidad)	1.0
Visibilidad buena (ligeros obstáculos)	0.9
Visibilidad normal (obstáculos moderados)	0.75
Visibilidad deficiente (obstáculos grandes, visibilidad reducida)	0.5
Visibilidad muy pobre (visibilidad extremadamente limitada, lluvia)	0.25

Fuente. Mann, C., et al. "Heavy Equipment Operations and Efficiency: A Guide to Earthmoving Machinery" Wiley, 2015.

Eficiencia del Trabajo

Según CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) 2006, la eficiencia del trabajo depende de las condiciones del terreno, tipo de material y condiciones climáticas.

Factor de eficiencia: Asumido como 0.85 para terreno moderadamente firme.

Tabla 5

Factores de Eficiencia

Condición del Terreno	Factor de Eficiencia del Trabajo (Valor)
Terreno firme, sin obstáculos	1.0
Terreno moderadamente firme	0.85
Terreno rocoso o irregular	0.60
Terreno blando (pantano, arcilla)	0.50
Terreno extremadamente blando (terrenos húmedos o mojados)	0.30

Fuente. CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) 2006

Maniobra

Según Putzmeister (2018), el factor de maniobra depende del terreno y las condiciones de trabajo. Si el terreno es libre de obstáculos y la operación es fluida, el tractor podrá trabajar de manera más eficiente, reduciendo el tiempo invertido en maniobras.

Tabla 6

Factores de maniobra según las condiciones operativas

Condición Operativa	Factor de Maniobra (Valor)
Terreno plano y despejado	1.0
Terreno moderadamente accidentado	0.9
Terreno con obstáculos ligeros	0.75
Terreno con obstáculos significativos	0.5
Terreno con pendientes pronunciadas	0.4

Putzmeister. "Practical Guide to Heavy Equipment Operation and Performance"

Putzmeister, 2018

Pendiente del Terreno

Según Mann (2015), el rendimiento de un tractor tipo oruga disminuye cuando el terreno tiene pendiente. Los tractores de orugas enfrentan mayor resistencia en terrenos inclinados.

Tabla 7

Factores de pendiente según el porcentaje de inclinación del terreno

Pendiente del Terreno (%)	Factor de Pendiente (Valor)
0% (terreno plano)	1.0
5-10% (pendiente ligera)	0.8
10-15% (pendiente moderada)	0.6
15-20% (pendiente alta)	0.4
>20% (pendiente muy alta)	0.3

Mann, C., et al. "Heavy Equipment Operations and Efficiency: A Guide to Earthmoving Machinery." Wiley, 2015.

Altitud del Terreno.

Según Sakai (2017), la potencia del motor de los tractores disminuye a medida que aumenta la altitud debido a la menor densidad de oxígeno en el aire. Esto afecta directamente el rendimiento.

Tabla 8

Factores de Corrección por Altitud

Altitud (metros sobre el nivel del mar)	Factor de Corrección por Altitud (Valor)
0 m (nivel del mar)	1.0
1,000 m	0.97
2,000 m	0.92
3,000 m	0.85
4,000 m	0.80
5,000 m	0.75

Sakai Heavy Industries. "Calculation of Tractor Performance in Earthmoving Applications." Sakai, 2017

Tipo de Material.

Según Agricultural Machinery Handbook (2016), el tipo de material que se mueve también afecta el rendimiento del tractor. Materiales más

densos o difíciles de mover, como rocas, requieren más esfuerzo y tiempo de trabajo.

Tabla 9

Factores Volumétricos Según el Tipo de Material

Tipo de Material	Factor Volumétrico (Valor)
Tierra suelta o arenosa	1.0
Tierra arcillosa	0.9
Material rocoso o rocas duras	0.7
Tierra húmeda o pantanosa	0.6
Material compacto o denso	0.5

Agricultural Machinery Handbook. "A Guide to Tractor Performance Calculations." 2nd Edition, Wiley, 2016.

Hoja Angulable

Según Putzmeister (2018), la hoja angulable permite modificar la orientación de la hoja para adaptarse mejor a las condiciones del terreno y mejorar la eficiencia en la excavación o el movimiento de tierra.

Tabla 10

Factores de hoja angulable según el tipo de terreno y condiciones operativas

Condición Operativa	Factor de Hoja Angulable (Valor)
Terreno plano y uniforme	1.0
Terreno moderadamente inclinado	1.05
Terreno con obstáculos ligeros	1.05
Terreno con inclinaciones frecuentes	1.1
Terreno con ajustes frecuentes	1.1

Putzmeister. "Practical Guide to Heavy Equipment Operation and Performance." Putzmeister, 2018.

2. Excavadora CAT 330

● Tasa de productividad calculado por factores

Parámetros que debemos considerar:

Capacidad del cucharón (en m³)

Según Caterpillar Inc. (2020), Este es el volumen de material que la excavadora puede cargar en cada ciclo. La Excavadora CAT 330, normalmente tiene una capacidad de cucharón que varía entre 1.2 m³ y 1.6 m³, dependiendo del tipo de trabajo.

Tabla 11*Parámetros de capacidad de cucharón de Excavadora CAT 330*

Modelo	Tipo de Cucharón	Capacidad del Cucharón (m³)	Uso recomendado
CAT 330	Cucharón estándar (S)	1.2 – 1.3 m³	Excavación de materiales livianos
CAT 330	Cucharón de mayor capacidad (L)	1.4 – 1.6 m³	Excavación de materiales medianos
CAT 330	Cucharón de alto volumen (XL)	1.6 m³	Excavación de materiales sueltos
CAT 330	Cucharón de roca o pesado (HD)	1.2 m³	Excavación de rocas o materiales duros
CAT 330	Cucharón en forma de cubo (U)	1.3 m³	Uso general, adecuando para excavación, carga y manipulación

Caterpillar Inc. (2020). Manual del operador de la excavadora CAT 330: Especificaciones y capacidad de cucharón. Caterpillar Inc.

Producción Teórica (m³/h)

Este es el rendimiento ideal de la excavadora en condiciones óptimas, sin tener en cuenta factores externos. Este valor depende de la máquina y el tipo de trabajo que realice.

Tabla 12*Rendimientos Ideales*

Modelo	Tipo de Cucharón	Producción Teórica (m³/h)	Condiciones
CAT 330	Cucharón estándar (S)	40 – 45 m³/h	Condiciones ideales, suelo fácil de excavar
CAT 330	Cucharón de mayor capacidad (L)	38 – 42 m³/h	Suelo medio, sin rocas o material pesado
CAT 330	Cucharón de roca (HD)	25 – 30 m³/h	Condiciones difíciles (material rocoso)
CAT 330	Cucharón de alto volumen (XL)	45 – 50 m³/h	Condiciones ideales, material suelto

Caterpillar Inc. (2020). Cat 330 Large Hydraulic Excavator Specifications. Recuperado de <https://www.cat.com>

Capacidad del operador

Este es un factor subjetivo que tiene que ver con la habilidad y experiencia del operador. Generalmente se asigna un porcentaje de eficiencia, de 0 a 1 (por ejemplo, 0.85 para un operador con experiencia media).

Tabla 13

Valores de Capacidad del Operador

Nivel de habilidad del operador	Factor de eficiencia	Descripción
Operador con experiencia alta	0.90 – 1.0	Operador altamente experimentado y eficiente. Realiza tareas rápidamente y con
Operador con experiencia media	0.80 – 0.89	Operador con experiencia intermedia. Puede realizar tareas de manera eficiente con algo de
Operador con experiencia baja	0.60 – 0.79	Operador con poca experiencia. Requiere supervisión frecuente y puede ser más lento en
Operador inexperto	0.40 – 0.59	Operador novato o sin experiencia, con baja eficiencia en las tareas y requiriendo una

Caterpillar Inc.. (2020). *Caterpillar Performance Handbook* (edición). Caterpillar Inc.

Tipo de Material

El tipo de material afectará el rendimiento, ya que materiales más duros o pegajosos aumentarán el tiempo de cada ciclo. Este factor se suele clasificar en materiales ligeros, medianos o pesados, lo cual modifica la eficiencia.

Tabla 14

Cuadro de valores de factor por tipo de material

Tipo de Material	Clasificación	Impacto en el rendimiento (m³/h)	Eficiencia	Descripción
Materiales ligeros	Suelo, arena, grava	100% de la capacidad de la máquina	Alta (1.0)	Materiales fáciles de excavar que no
Materiales medianos	Arcilla, tierra húmeda	85-90% de la capacidad de la máquina	Media (0.85-0.90)	Materiales de excavación
Materiales pesados	Rocas, grava compacta, cemento	70-80% de la capacidad de la máquina	Baja (0.70-0.80)	Materiales duros que requieren
Materiales pegajosos	Barro, arcilla húmeda, tierra viscosa	50-70% de la capacidad de la máquina	Baja (0.50-0.70)	Materiales con alta adherencia que se

Caterpillar Inc.. (año de publicación). *Caterpillar Performance Handbook* (edición).

Caterpillar Inc.

Eficiencia del Trabajo

Es un porcentaje que representa la eficiencia general del proceso de trabajo, considerando las condiciones del terreno, la accesibilidad, la organización del trabajo, etc.

Tabla 15

Valores de eficiencia en el trabajo

Condición	Eficiencia del trabajo	Descripción
Condiciones óptimas	1.0 (100%)	Terreno fácil, sin obstáculos, accesibilidad excelente, condiciones ideales.
Terreno moderado	0.85 – 0.90	Terreno con algunas dificultades, como suelos compactados o ligeramente húmedos.
Terreno difícil (rocoso)	0.70 – 0.80	Terreno rocoso o con grandes obstáculos, menor acceso, mayor tiempo de ciclo.
Accesibilidad limitada	0.60 – 0.75	Terreno con acceso restringido, requiere maniobras complejas.
Malas condiciones climáticas	0.60 – 0.80	Lluvias, vientos fuertes, o temperaturas extremas que afectan la operación.
Trabajo organizado pobremente	0.50 – 0.70	Falta de planificación adecuada, que provoca tiempos de inactividad y movimientos ineficientes.

Caterpillar Inc.. (año de publicación). *Caterpillar Performance Handbook* (edición). Caterpillar Inc.

Altitud

A mayor altitud, el rendimiento de la excavadora disminuye debido a la reducción de la densidad del aire (menos oxígeno para el motor). Este factor depende de la altura sobre el nivel del mar.

Tabla 16

Valores de Factor de Corrección

Altitud sobre el nivel del mar (m)	Factor de corrección	Descripción
0 – 1,000 m	1.0 (100%)	Sin reducción de potencia, condiciones ideales para el rendimiento.
1,000 – 2,000 m	0.95	Reducción leve de potencia, la máquina pierde algo de eficiencia.
2,000 – 3,000 m	0.90	Reducción moderada de potencia, el rendimiento disminuye notablemente.
3,000 – 4,000 m	0.85	La potencia se ve reducida considerablemente, aumentando los tiempos de ciclo.
4,000 – 5,000 m	0.80	La excavadora pierde aún más rendimiento, con una eficiencia claramente reducida.
Más de 5,000 m	0.70	Potencia significativamente reducida, el rendimiento teórico se ve muy afectado.

Caterpillar Inc. (2020). *Caterpillar Performance Handbook*. Inc.

Visibilidad

Si la visibilidad en el área de trabajo es mala (por ejemplo, por lluvias, polvo o niebla), la excavadora podría trabajar a menor velocidad,

lo que afectaría la eficiencia. Este es un factor correctivo.

Tabla 17

Factores de Visibilidad

Condición de Visibilidad	Factor de corrección	Descripción
Visibilidad excelente	1.0 (100%)	Condiciones ideales para trabajar sin reducción de velocidad ni eficiencia.
Visibilidad buena	0.95	Ligera reducción de visibilidad (por ejemplo, nubes ligeras), la excavadora opera a plena capacidad.
Visibilidad moderada	0.85	Lluvias ligeras o algo de niebla, la máquina reduce algo su velocidad para garantizar seguridad.
Visibilidad pobre	0.75	Condiciones de lluvia fuerte, niebla densa o polvo, la excavadora reduce notablemente su velocidad.
Visibilidad muy pobre	0.60	Condiciones extremas como tormentas intensas o polvo, la máquina opera mucho más lentamente para garantizar la seguridad.

Caterpillar Inc. (2020). *Cat® 330 Large Hydraulic Excavator Specifications*. Recuperado de <https://www.cat.com>

Maniobra.

La capacidad para realizar maniobras también afecta el rendimiento. Si el espacio de trabajo es limitado o el acceso es difícil, el rendimiento disminuye.

Tabla 18

Valores del Factor Maniobra

Condición de Maniobra	Factor de corrección	Descripción
Espacio amplio y sin obstáculos	1.0 (100%)	La excavadora puede moverse libremente y realizar ciclos a plena capacidad.
Espacio moderado, algunas restricciones	0.90	Algunas limitaciones de espacio (por ejemplo, en áreas ligeramente estrechas), pero la máquina sigue funcionando eficientemente.
Espacio reducido, maniobras frecuentes	0.80	Espacio reducido, la excavadora debe maniobrar frecuentemente para cambiar de posición, lo que aumenta el tiempo de ciclo.
Espacio muy limitado, movimientos restringidos	0.70	Condiciones muy restrictivas en el espacio de trabajo, lo que obliga a la máquina a hacer maniobras lentas y a reducir su velocidad de operación.
Acceso difícil o espacio extremadamente estrecho	0.60	Acceso extremadamente restringido, con mucho tiempo dedicado a maniobras y cambios de ubicación, lo que reduce significativamente el rendimiento.

Caterpillar Inc.. (2020). *Cat® 330 Large Hydraulic Excavator Specifications*. Recuperado de <https://www.cat.com>

Factor de Acarreo

Este factor depende de la distancia a la que el material debe ser transportado. Si la distancia de acarreo es corta, este factor será cercano a 1. Si es larga, afectará el rendimiento.

Tabla 19

Valores del Factor de Acarreo

Distancia de Acarreo (m)	Factor de corrección	Descripción
0 – 100 m	1.0 (100%)	Distancia de acarreo corta. El ciclo de excavación es rápido y eficiente.
100 – 200 m	0.95	Distancia moderada. Aumento leve en el tiempo de acarreo, pero la excavadora sigue funcionando bien.
200 – 300 m	0.90	Distancia considerable. Aumento notable en el tiempo de acarreo, lo que afecta el rendimiento.
300 – 400 m	0.85	Distancia larga. El tiempo de acarreo es significativo, y el rendimiento se ve afectado.
Más de 400 m	0.75	Distancia muy larga. El rendimiento se ve notablemente reducido debido al tiempo de acarreo prolongado.

Caterpillar Inc.. (2020). *Cat® 330 Large Hydraulic Excavator Specifications*. Recuperado de <https://www.cat.com>.

Factor de Corrección.

Es un valor que ajusta el rendimiento según diferentes condiciones. Puede involucrar condiciones especiales como el clima, el tipo de trabajo (excavación o carga), entre otros.

Tabla 20

Valores de Factor de Corrección

Condición	Factor de corrección	Descripción
Condiciones óptimas (clima, terreno ideal)	1.0 (100%)	La excavadora opera en condiciones ideales, sin ninguna interrupción ni limitación.
Trabajo en material fácil (arena, tierra suave)	1.0 (100%)	El tipo de material no presenta resistencia significativa, lo que permite un rendimiento óptimo.
Trabajo en material medio (roca blanda, arcilla)	0.95	El trabajo con material más resistente reduce ligeramente el rendimiento.
Trabajo en material pesado (roca dura, concreto)	0.85	Materiales muy duros o pegajosos aumentan el tiempo de ciclo y reducen la productividad.
Condiciones climáticas adversas (lluvia, nieve,	0.90	El mal clima puede reducir la eficiencia, especialmente en el manejo de la máquina.

Terreno accidentado (pendientes, terreno rocoso)	0.85	El terreno accidentado dificulta los movimientos, lo que aumenta el tiempo de ciclo.
Condiciones de baja visibilidad (niebla, polvo)	0.80	La mala visibilidad reduce la velocidad de operación, afectando el rendimiento.

Caterpillar Inc.. (2020). *Cat® 330 Large Hydraulic Excavator Specifications*.

Recuperado de <https://www.cat.com>.

Factor Volumétrico.

Este factor se utiliza cuando el material excavado cambia su volumen debido a la compactación o expansión del material. Depende del tipo de material.

Tabla 21

Valores del Factor Volumétrico

Tipo de Material	Factor Volumétrico	Descripción
Suelo suelto (arena, tierra fina)	1.2	El material tiene una alta expansión al ser excavado debido a su baja densidad.
Tierra compacta (arcilla, tierra dura)	1.1	El material se expande un poco, pero la compactación natural reduce este efecto.
Roca blanda (piedra arenisca, mármol)	1.0	La roca blanda no experimenta una expansión significativa, manteniendo su volumen aproximadamente constante.
Roca dura (granito, basalto)	0.8	La roca dura tiende a ser más densa y puede compactarse ligeramente durante la excavación.
Material orgánico (turba, humus)	1.3	El material orgánico se expande mucho debido a su baja densidad y estructura suelta.
Concreto roto	0.9	El concreto roto es más denso y experimenta una ligera reducción de volumen al ser excavado.
Grava suelta	1.1	La grava suelta tiene una expansión moderada debido a su estructura suelta.
Lodo o arcilla húmeda	1.05	El lodo húmedo tiene un factor de expansión bajo, pero aun así puede sufrir un pequeño aumento de volumen al ser excavado.

Caterpillar Inc.. (2020). *Cat® 330 Large Hydraulic Excavator Specifications*.

Recuperado de <https://www.cat.com>.

3. Rodillo Liso HAMM

Tasa de productividad calculado por factores

Para calcular el rendimiento teórico de un rodillo HAMM 320, seguimos el mismo procedimiento que en los casos anteriormente calculados, donde se consideran factores propios de esta maquinaria que afectan la eficiencia de la máquina en función de su operación en el

terreno. El rendimiento teórico se calcula teniendo en cuenta una serie de parámetros que influyen en la capacidad de trabajo. A continuación, se desarrollan los factores.

Capacidad del Operador.

Según Sánchez (2015), la capacidad del operador se refiere a la habilidad y experiencia del conductor para operar la máquina. Esto se traduce en la eficiencia con la que el rodillo puede trabajar, que puede verse afectada por la formación del operador.

Tabla 22

Valores de Eficiencia

Nivel del Operador	Eficiencia del Operador (Eficiencia del trabajo, %)	Capacidad del Operador (C _{op})
Inexperto (0-2 años)	60%	0.60
Intermedio (2-5 años)	75%	0.75
Experto (5-10 años)	85%	0.85
Muy Experto (más de 10 años)	95%	0.95
Especialista o Certificado	100%	1.00

Sánchez, R., et al. (2015). "Optimización en el rendimiento de la maquinaria pesada." Revista de Ingeniería Civil.

Eficiencia del Trabajo

Según Meyer (2018), la eficiencia del trabajo está influenciada por las condiciones del terreno, la calidad del material a compactar y las condiciones climáticas. Se refiere a qué tan eficientemente el rodillo puede realizar la tarea dada en condiciones específicas.

Tabla 23

Valores de Eficiencia de Trabajo

Condición del Terreno/Material	Eficiencia del Trabajo (%)	Eficiencia del Trabajo (Factor)
Terreno ideal (suelo firme, homogéneo)	95%	0.95
Terreno compacto (suelo bien estabilizado)	90%	0.90
Terreno moderadamente compacto (suelo seco, material homogéneo)	85%	0.85
Terreno húmedo o arcilloso (material difícil de compactar)	75%	0.75
Terreno suelto (suelo arenoso o pedregoso)	70%	0.70
Terreno muy difícil (suelos con piedras grandes, arcillosos con alta humedad)	60%	0.60

Meyer, A. (2018). *Compactación en suelos: teoría y práctica*. Manual de Maquinaria Pesada.

Altitud de Terreno

La altitud influye en el rendimiento de la maquinaria debido a la reducción de la potencia disponible en alturas más elevadas. A mayor altitud, el motor pierde potencia, lo que disminuye la eficiencia operativa.

Tabla 24

Factores de Corrección por Altitud

Altitud sobre el nivel del mar (m)	Pérdida de Potencia (%)	Factor de Corrección por Altitud (F_{alt})
0 - 500 m	0%	1.00
500 - 1,000 m	4%	0.96
1,000 - 1,500 m	8%	0.92
1,500 - 2,000 m	12%	0.88
2,000 - 2,500 m	16%	0.84
2,500 - 3,000 m	20%	0.80
3,000 - 3,500 m	24%	0.76
Más de 3,500 m	28%	0.72

Sánchez, R., & Rodríguez, P. (2025). *Tabla de valores del factor de corrección por altitud para maquinaria pesada*. En *Optimización en el rendimiento de la maquinaria pesada* (pp. 150-151). Editorial Técnica.

Pendiente de Terreno

Según García (2017), la pendiente del terreno afecta la capacidad del rodillo para trabajar eficientemente, la maquinaria experimenta mayores esfuerzos, lo que puede reducir su rendimiento.

Tabla 25

Valores de la Pendiente de Terreno

Pendiente del Terreno (%)	Pérdida de Rendimiento Estimada (%)	Factor de Corrección por Pendiente (F_{pend})
0 - 5%	0%	1.00
5 - 10%	5%	0.95
10 - 15%	10%	0.90
15 - 20%	15%	0.85
20 - 25%	20%	0.80
25 - 30%	25%	0.75
30 - 35%	30%	0.70
Más de 35%	35%	0.65

Sánchez, R., & Rodríguez, P. (2025). *Tabla de valores del factor de corrección por pendiente para maquinaria pesada* [Tabla]. Fuente propia.

Maniobra

El factor de maniobra tiene en cuenta la eficiencia de la operación en terrenos complicados o con muchas curvas. El rodillo puede no estar

trabajando de manera continua en áreas con muchas maniobras, lo que reduce el rendimiento efectivo.

Tabla 26

Valores de Factor de Corrección por Maniobra

Nivel de Maniobra	Pérdida de Rendimiento Estimada (%)	Factor de Corrección por Maniobra (F _{maniobra})
Terreno plano y recto	0%	1.00
Terreno con algunas curvas o maniobras suaves	5%	0.95
Terreno con maniobras moderadas (curvas y cambios de dirección frecuentes)	10%	0.90
Terreno con maniobras complejas (muchas curvas o giros frecuentes)	15%	0.85
Terreno muy irregular o con obstáculos importantes	20%	0.80

Sánchez, R., & Rodríguez, P. (2025). *Tabla de valores del factor de corrección por maniobra para maquinaria pesada* [Tabla]. Fuente propia.

Factor de Traslape.

Para Vasquez(2020), el traslape es la cantidad de área que se repite en el proceso de compactación debido a que el rodillo debe pasar varias veces sobre una misma área. El factor de traslape afecta la eficiencia de la máquina, ya que más pasadas significan más tiempo invertido para completar la tarea.

Tabla 27

Valores del Factor de Traslape

Porcentaje de Traslape (%)	Pérdida de Rendimiento Estimada (%)	Factor de Corrección por Traslape (F _{traslape})
0 - 5%	0%	1.00
5 - 10%	5%	0.95
10 - 15%	10%	0.90
15 - 20%	15%	0.85
20 - 25%	20%	0.80
Más de 25%	25%	0.75

Sánchez, R., & Rodríguez, P. (2025). *Tabla de valores del factor de corrección por traslape en maquinaria pesada* [Tabla]. Fuente propia.

4. Motoniveladora CAT 140H

● **Tasa de productividad calculado por factores**

Parámetros de la Motoniveladora CAT 140H: Ancho de trabajo,

Velocidad de operación, Profundidad de trabajo, Número de pasadas.

Cálculo del Rendimiento Base (m³/h)

El rendimiento base se calcula considerando el ancho de trabajo, velocidad de operación y profundidad de trabajo. Para obtener un cálculo del rendimiento en m³/hora, usaremos la siguiente fórmula:

Rendimiento Base (m³/h)=Ancho de trabajo (m)×Velocidad (m/min)×Profundidad de trabajo (m)×60 min/h

Factor de Corrección Final

Ahora, vamos a aplicar los **factores de corrección** para ajustar el rendimiento en función de condiciones específicas de operación.

El factor de corrección final (F.corr.) se calcula multiplicando los siguientes factores individuales:

Capacidad del Operador: Supongamos que el operador es **experto**, por lo que el factor de corrección sería **1.00**.

Tabla 28

Valores de Capacidad de Operador

Nivel de habilidad	Factor de corrección (F_capacidad)
Inexperto	0.75
Intermedio	0.90
Experto	1.00

Rey, J. (2018). *Eficiencia operativa en maquinaria de construcción: El factor humano*. Editorial Ingeniería y Construcción.

Eficiencia del Trabajo.

Suponiendo que el terreno difícil y hay condiciones adversas, el factor de corrección es 0.75.

Tabla 29

Factor de Corrección por Eficiencia

Condición del Terreno	Factor de corrección (F_eficiencia)
Terreno fácil (suelo suave, compactado)	1.00
Terreno moderado (suelo con algunas piedras, leve compactación)	0.90

Terreno difícil (rocoso, suelto, húmedo)	0.75
Terreno muy difícil (terreno arenoso, pantanoso, rocoso severo)	0.50

Rey, J. (2018). *Eficiencia operativa en maquinaria de construcción: El factor humano*. Editorial Ingeniería y Construcción.

Altitud

La altitud es un factor crucial que influye en el rendimiento de las máquinas de construcción. A medida que se incrementa la altitud, la presión atmosférica disminuye, lo que reduce la cantidad de oxígeno disponible para la combustión en el motor. Esto provoca una pérdida de potencia, lo que disminuye la capacidad operativa de la máquina.

Tabla 30

Valores del Factor Altitud

Altitud (m sobre el nivel del mar)	Factor de corrección (F. altitud)
Hasta 1,000 m	1.00
1,000 m a 2,000 m	0.95
2,000 m a 3,000 m	0.90
3,000 m a 4,000 m	0.85
Más de 4,000 m	0.80

González, M., & López, A. (2017). *Efecto de la altitud en el rendimiento de maquinaria de construcción*.

Pendiente del Terreno.

La pendiente del terreno afecta directamente la capacidad de la maquinaria para realizar su trabajo. Cuando el terreno tiene una pendiente, la maquinaria debe ejercer más esfuerzo para moverse cuesta arriba o mantener la estabilidad en pendientes pronunciadas, lo que aumenta la carga sobre el motor y reduce la eficiencia operativa. Este aumento de esfuerzo también puede disminuir la velocidad de trabajo, lo que impacta directamente el rendimiento de la máquina.

Tabla 31

Valores de Pendiente de Terreno

Pendiente del terreno (%)	Factor de corrección (F_pendiente)
0% a 5%	1.00
6% a 10%	0.95
11% a 15%	0.90
16% a 20%	0.85
Más de 20%	0.75

González, M., & Pérez, R. (2016). *Impacto de la pendiente del terreno en el rendimiento de maquinaria pesada*. Revista de Ingeniería y Construcción, 14(2), 102-109.

Hoja de Ángulo Corto:

El uso de una hoja de ángulo corto en una motoniveladora afecta la eficiencia de la operación, especialmente en la nivelación de grandes áreas. Una hoja de ángulo corto es menos eficiente que una hoja de ángulo largo, ya que tiene un ángulo de ataque menor y ofrece menor capacidad para mover grandes volúmenes de material en un solo pase. Esto puede resultar en una mayor cantidad de pasadas necesarias para realizar el mismo trabajo, lo que reduce el rendimiento operativo.

Tabla 32

Valores de Hoja de Ángulo

Tipo de Hoja	Factor de corrección (F_hoja)
Hoja de Ángulo Largo	1.00
Hoja de Ángulo Corto	0.90

Rey, J. (2019). *Eficiencia operativa en maquinaria de construcción: El impacto del diseño de la hoja en las motoniveladoras*. Editorial Ingeniería y Construcción.

Maniobra

El factor de superposición o traslape se refiere a la cantidad de área que se repite durante el proceso de trabajo debido a que la máquina debe pasar varias veces sobre la misma área para asegurarse de que esté completamente compactada o nivelada. Este fenómeno puede reducir la eficiencia operativa, ya que más pasadas significan más tiempo invertido para cubrir la misma área, lo que disminuye el rendimiento general de la máquina.

Tabla 33

Valores del Factor Maniobra

Tipo de terreno y m aniobras	Factor de corrección (F_maniobra)
Terreno plano, pocas maniobras	1.00
Terreno moderadamente irregular, maniobras simples	0.90
Terreno irregular, maniobras frecuentes	0.80
Terreno muy irregular, maniobras complejas	0.70

González, M., & Rodríguez, F. (2017). *La influencia de las maniobras y el terreno en el rendimiento de maquinaria pesada*. Revista de Tecnología y Construcción, 16(2), 123-130.

Factor de Superposición (Traslape):

El factor de superposición o traslape se refiere a la repetición del área compactada o nivelada por la máquina debido a que debe pasar varias veces sobre la misma superficie para garantizar que el trabajo se realice de manera efectiva. Este fenómeno implica que la máquina recorra más distancia de la necesaria, lo que reduce la eficiencia operativa. A mayor traslape, mayor será el tiempo invertido para completar el trabajo, disminuyendo el rendimiento general de la maquinaria.

Tabla 34

Valores del Factor de Superposición

Porcentaje de Traslape (%)	Factor de corrección (F_traslape)
0% (sin traslape)	1.00
10%	0.95
20%	0.90
30%	0.85
40%	0.80

González, J., & Pérez, R. (2017). *Eficiencia operativa en maquinaria de construcción: El impacto del traslape y las condiciones del terreno*. Editorial Tecnología y Construcción.

Tiempo de Operación

El tiempo de operación se refiere al tiempo efectivo en que la motoniveladora está trabajando activamente en el proyecto. Este tiempo puede verse afectado por diversos factores, como paradas por mantenimiento, descansos del operador, o interrupciones imprevistas. La eficiencia de la maquinaria depende de maximizar el tiempo de operación, ya que cualquier pausa reduce la cantidad de trabajo que la máquina puede realizar en un periodo determinado.

Tabla 35

Valores de Tiempo de Operación

Porcentaje de Tiempo de Operación (%)	Factor de corrección (F_tiempo)
100% (sin paradas)	1.00
90% (algunas paradas y descansos)	0.90
80% (paradas frecuentes)	0.80
70% (paradas largas o frecuentes)	0.70
60% (paradas muy frecuentes)	0.60

González, M., & Hernández, L. (2016). *Optimización del tiempo de operación en maquinaria pesada: El impacto de las paradas y descansos*. Revista de Tecnología y Construcción, 11(3), 67-73.

2.2.7. FILOSOFÍA “MEJORA CONTINUA”

Según Sastoque (2021). La mejora continua puede ser concebida como una filosofía que busca optimizar e incrementar la calidad de un proceso, producto o servicio. Su aplicación directa se evidencia en las empresas de manufactura ya que estas buscan constantemente reducir costos, logrando mejorar o mantener la calidad de los productos. Dependiendo del tipo de organización y las actividades de la empresa, se pueden seleccionar y utilizar los múltiples métodos estratégicos de mejora continua. Entre estos el método Kaizen o 5S creado por Taiichi Ohno para incrementar la competitividad de la empresa Toyota ha tomado gran relevancia por ser práctico, simple y efectivo.

Según Antonucci (2021). El ciclo de mejora continua (Método Kaizen) es una metodología que tiene como objetivo clave eliminar las actividades que no suman valor en la cadena productiva. Esta herramienta tiene un potencial enorme para ayudar así a mejorar la productividad de las empresas. ¿Y qué significa esto? significa que si queremos generar cambios sustentables en el tiempo, debemos enfocarnos en lograr cambios radicales en el corto plazo. Mejor aún, pensemos en hacer pequeñas mejoras todos los días, y éstas nos conducirán al gran objetivo que buscamos.

La Mejora Continua no es un eslogan; es una filosofía, un estilo de vida. Implica no conformarse nunca, siempre buscar superarse.

Si bien la Mejora Continua es una filosofía, existen herramientas de la ingeniería industrial que nos ayudan a estructurar nuestra forma de trabajo. De esta manera podremos orientar las actividades hacia estas prácticas de gestión.

Sobre todo, la más poderosa es el PDCA. Las cuatro etapas del ciclo de mejora continua

Como se mencionó anteriormente, el ciclo está compuesto por cuatro etapas. Así y de forma estructurada, nos guiarán en la aplicación

del método más eficiente para implementar la Mejora Continua. Además, se puede aplicar a cualquier tipo de organización. Estas etapas se describen a continuación:

✓ **Planificar**

Consiste en entender el problema/oportunidad, desglosarlo y definir los objetivos. Además, debe definirse su correspondiente método para llevarlos a cabo. También en esta etapa es importante incluir un análisis de causa raíz. En definitiva, de esta manera nos aseguramos que los objetivos estarán bien enfocados.

Ciertamente aquí es muy necesario contar con un equipo de trabajo multidisciplinario. Sobre todo, para poder analizarlo de forma integral. Así podremos minimizar el sesgo natural de cuando pensamos de antemano que conocemos la raíz de una problemática.

✓ **Ejecutar**

Implica efectivamente llevar a cabo el plan definido y además es muy importante que la ejecución se lleve a cabo de forma organizada. Lo más importante aquí es seguir la planificación definiendo responsables y fechas límite.

✓ **Verificar**

Significa revisar si los resultados se condicen con lo esperado según la planificación. Si no se ha conseguido solucionar el problema, se deberá re-planificar el proceso. Esta etapa suele dejarse de lado cuando se tiene la impresión de que el problema fue resuelto. Sin embargo, es de vital importancia asegurarnos que los resultados se alcanzaron. De lo contrario, podemos darnos cuenta demasiado tarde.

✓ **Actuar e implicarse en el cambio**

Una vez que nos aseguramos que los resultados previstos fueron correctamente alcanzados, debemos dejar formalmente asentada la

mejora. En lo posible, multiplicarla de forma transversal a las demás áreas donde puedan ser implementadas.

Al igual que la etapa anterior, esta parte del proceso suele olvidarse y es la de mayor importancia. Esto es debido a que será la etapa que nos garantice que la rueda nunca deje de girar. Siempre se puede mejorar y, para asegurarnos el éxito, es imprescindible nunca dejar de hacerlo.

2.2.8. CICLO DE PRODUCTIVIDAD DE “MEJORA CONTINUA”

Según el Programa de Desarrollo y Conocimiento Empresarial (PDCE, 2010) de la empresa CAMARGO CORREA, este ciclo tiene 4 etapas: Planear, Ejecutar, Reportar y Analizar.

Planear. Consiste en definir las metas, además de definir los métodos y recursos que permitirán alcanzar las metas propuestas, por último, elaborar la programación semanal de actividades.

Ejecutar. Consiste en colocar lo planeado en práctica, ejecutar la tarea, educar y entrenar, finalmente rellenar las fichas de control de frecuencia y partes diarios.

Reportar. Realizado el proceso de ejecución, son emitidos los reportes, con el fin de monitorear el cumplimiento de todas las actividades, con los rendimientos planeados.

- Productividad de equipo.
- Productividad de mano de obra.
- Producción real vs programada.
- Análisis de Interferencias.
- Análisis de Costos.

Analizar. Etapa donde son realizados, a través de los reportes emitidos, los análisis, posibilitando así, la toma de decisiones en busca de acciones que garanticen la obtención de los resultados planeados en

la mejora continua del proceso. Son realizadas reuniones de revisión, donde los supervisores y encargados monitorean el desempeño de los servicios realizados y la calidad de información presentada.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Mejora Continua. -

Según Sastoque (2021). La mejora continua puede ser concebida como una filosofía que busca optimizar e incrementar la calidad de un proceso, producto o servicio.

Lean Manufacturing. -

Según Sastoque (2021). La filosofía y herramienta Lean Manufacturing tiene su origen a principios del siglo XX en el sector automovilístico. El primer gran ejemplo de la implementación de esta metodología fue hecho por Sakichi Toyoda, fundador del Grupo Toyota a finales del siglo XIX. Sin embargo, fue Taiichi Ohno junto a Eiji Toyoda quienes aumentaron la productividad de sus trabajadores, utilizando y estructurando el método Lean Manufacturing. La metodología se enfoca en optimizar y mejorar los procesos productivos, eliminando o disminuyendo las actividades que no producen valor.

Índice de Productividad. -

Según el Programa de Desarrollo Empresarial. Nacional Financiera. Paquete de Producción (PDENFPP, 1992), Módulo IV: Elementos clave para competir (Calidad y productividad), Fascículo 1: La productividad en tu negocio Edición: Dirección de Capacitación y Asistencia Técnica Empresarial y Subdirección de Publicaciones. México, 1992. En términos generales, un índice de productividad es el cociente entre la producción de un proceso y el gasto o consumo de dicho proceso: Si la producción crece para un mismo nivel de consumo, el índice de productividad crece, indicando que la empresa es más productiva, es decir, administra mejor sus recursos para producir más con la misma cantidad de recursos. Un índice de productividad puede utilizarse para comparar el nivel de eficiencia de la empresa, ya sea en un conjunto, o respecto de la administración de uno o varios recursos en

particular. De acuerdo con estos objetivos, puede haber índices de productividad total, o índices de productividad parcial.

Un índice de productividad total es el cociente entre la producción y el consumo total de todos los factores.

Cuando un administrador sospecha que su empresa no es productiva (su índice de productividad total es bajo), la acción inmediata será investigar por qué su empresa no es productiva; para este efecto, se puede considerar los índices de productividad parciales, con ellos podrá investigar, por ejemplo, si está consumiendo mucha materia prima y, en ese caso, deberá investigar cuáles son las fuentes de desperdicio. Sin embargo, el administrador podría tener dificultades para detectar las causas de ineficiencia si la fabricación de su producto requiere de varias actividades; pudiera ser que una actividad fuera altamente productiva, mientras que otra actividad es ineficiente. Por esta razón no basta considerar índices de productividad parciales, si además no se registra la productividad por actividades, con la finalidad de tener mayor información, consideramos índices de productividad de las actividades del proceso productivo: Producción de la actividad y consumo de la actividad.

Horas Hombre. –

Según Fortún (2022), en su publicación Economipedia, la hora hombre es el cálculo de estimación de cantidad de esfuerzo humano que puede realizar un trabajador promedio en una actividad, proceso o proyecto durante una hora.

Costos. –

Según Sánchez (2016), en su publicación Economipedia, se define como coste o costo al valor que se da a un consumo de factores de producción dentro de la realización de un bien o un servicio como actividad económica.

Planeación. –

Según Westreicher (2020), en Economipedia, La planificación es la estructuración de una serie de acciones que se llevan a cabo para cumplir

determinados objetivos. La planificación es entonces, en términos generales, la definición de los procedimientos y estrategias a seguir para alcanzar ciertas metas. Si lo vemos desde otro punto de vista, planificar significa anticiparnos a eventos que pueden representar una amenaza u oportunidad. De ese modo, se busca reducir los impactos negativos de dichas contingencias e impulsar los positivos. Es decir, planificar no solo significa definir un programa de acción, sino minimizar daños y maximizar la eficiencia.

Control. –

Según Anzil (2022), en zona económica, Control es el proceso de verificar el desempeño de distintas áreas o funciones de una organización. Usualmente implica una comparación entre un rendimiento esperado y un rendimiento observado, para verificar si se están cumpliendo los objetivos de forma eficiente y eficaz. El control permite tomar acciones correctivas cuando sea necesario, esta es una de las principales actividades administrativas de las organizaciones, esta se relaciona con la planeación, porque el control busca que el desempeño se ajuste a los planes. El proceso administrativo, desde el punto de vista tradicional, es un proceso circular que se retroalimenta.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación del método de mejora continua influye en la tasa de productividad de la carretera Pucapampa-Paucará.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Hipótesis específica N° 1

La determinación de la tasa de productividad de la ejecución de la carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli nos permite poder mejorarla o no.

Hipótesis específica N° 2

Si aplicamos la filosofía de mejora continua en la Carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli podemos mejorar la productividad.

Hipótesis específica N° 3

Si analizamos y evaluamos la tasa de productividad luego de la aplicación de la filosofía “mejora continua” de la ejecución de la carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli, podremos definir si es conveniente el uso de la metodología “mejora continua”.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Tasa de productividad en obras viales

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Método de “Mejora Continua”.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Metodología	Indicadores
Tasa de productividad en obras viales (Variable dependiente)	Es la relación entre el producto obtenido (avance de obra) y los recursos empleados (tiempo, mano de obra, maquinaria) en la ejecución de proyectos viales.	Se mide y compara en tres niveles:	Recolección de datos históricos, mediciones en obra, y seguimiento de indicadores de producción.	Horas maquina trabajadas
		Tasa productiva teórica	Análisis comparativo antes y después de aplicar el método.	Metrados de valorización
		Tasa productiva teórico-práctica		Diferencia entre producción programada y real
		Tasa productiva real tras aplicar el método de Mejora Continua.		Diferencia entre producción programada y real Índice de mejora porcentual de la productividad
Método de Mejora Continua (Variable independiente)	Es un enfoque sistemático para mejorar procesos y resultados a través de una revisión constante de la planificación, ejecución y retroalimentación. Se basa en ciclos de mejora como PDCA.	Se implementa en cuatro fases: 1. Planeación: Programación semanal de mano de obra y maquinaria. 2. Ejecución: Control de frecuencias y avance diario. 3. Reporte: Informe de productividad de equipo, producción real vs programada, análisis de interferencias. 4. Análisis: Fichas de reuniones diarias, listas de previsiones.	Observación directa del proceso, aplicación de formatos de control, revisión de reportes diarios, y análisis de reuniones de seguimiento. Comparación entre obras con y sin aplicación del método.	Nº de reuniones diarias realizadas Nº de previsiones anticipadas por semana

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo ya que los datos de campo que se procesará son de tipo numérico. Según Hernández. (2014) el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El alcance o nivel es correlacional, es decir según Hernández (2014), es el tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables.

En nuestro caso tratamos de establecer la relación que existe entre la aplicación del método de mejora continua y la productividad de la obra, es decir cómo influye. la aplicación del método referido en la productividad.

3.1.3. DISEÑO

En el estudio a realizar se usará el diseño experimental, según Hernández (2014), situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población del estudio está conformada por todos los tramos de carretera que a continuación se detalla:

1. PUCAPAMPA-CCASPATA
2. CCASPATA-CHUÑUNAPAMPA
3. CHUÑUNAPAMPA-TINQUERCCASA
4. TINQUERCCASA-PADRE RUMI
5. PADRE RUMI-PAUCARA

3.2.2. MUESTRA

En este caso el tipo de muestreo no probabilístico dirigido, según R. Hernández (2014) por las características y accesibilidad al fenómeno. Es decir, en este caso se detectó que los mayores inconvenientes y retrasos se presentan en la partida movimiento de tierras del tramo PUCAPAMPA-CCASPATA.

3.2.3. ZONA DE ESTUDIO.

El contexto vial regional corresponde a la carretera nacional PE-26: Huancayo - Mariscal Cáceres - Huancavelica – Yauli – Pucapampa – Paucará, de 204.37 Km, y el proyecto del tramo II en estudio (que corresponde a la vía departamental HV-113) se inicia en el lugar de Pucapampa pasando por los poblados de Chopccapampa, Ccasapata, Sotopampa, Chuñunapampa, Tinquercasa, Padrerumi y Paucará, con una longitud total de 30+444.717 Km.

Geográficamente pertenece a:

Región : Huancavelica
Provincia: Huancavelica
Distritos : Yauli y Paucará

Ubicación

La carretera Pucapampa - Pucara (HV112) se ubica en la Región Huancavelica, con una longitud aproximada de 29.094 Km. se desarrolla en los distritos de Yauli y Paucara, que pertenecen a las provincias de Huancavelica y Acobamba respectivamente, y forma parte de la Ruta Departamental (HV 112).

El tramo en estudio está ubicado dentro de un área con características topográficas que cambia a lo largo del trazo de la vía, el cual discurre a través de zonas onduladas, regularmente accidentadas y muy accidentadas, su importancia radica en que es una vía de penetración hacia la provincia de Acobamba.

La vía inicia en el Centro Poblado de Pucapampa, partiendo en la dirección Noreste, actualmente es una carretera afirmada de 29.094 Km. aprox. hasta llegar al Centro Poblado de Paucará.

Geográficamente, dicho tramo está comprendido entre las coordenadas UTM georeferenciadas en el sistema WGS 84 (521 640.4737 E, 8° 58', 720.6089 N) ubicado en el Centro Poblado de Pucapampa (distrito de Yauli) y (535 988.3250 E, 8° 59', 562.6690 N) ubicado en el distrito de Paucara.

La longitud con el Mejoramiento de esta ruta es aproximadamente de 29.094 Km., la misma que se encuentra afirmada y en regulares condiciones, debido a los trabajos desarrollados durante las labores de Mantenimiento Periódico que se vienen realizando, y tiene un ancho promedio de 3.50 m.

Descripción de la zona de estudio

En el Tramo II (Pucapampa – Paucará), la carretera existente describe tangentes cortas y en su mayor trayecto desarrollos de descenso y ascenso con curvas y contracurvas de derecha a izquierda; donde se ha ampliado y mejorado el diseño geométrico, realineando el eje hacia el talud superior y en sectores creando variantes de trazo.

Se inicia el Tramo II con taludes de cortes bajos en el lado izquierdo de la carretera, ascendiendo hasta el abra y de allí se desciende hasta el Centro Poblado de Ccasapata y Sotopampa con cortes de talud en el lado izquierdo y derecho de la vía y con una pendiente moderada a fuerte y curvas de desarrollo.

Las laderas están cubiertas con una vegetación del tipo Ichú, arbustos pequeños y árboles en poca cantidad en las quebradas, también se observa extensas áreas de cultivo y pastoreo.

En la plataforma de la carretera existente, no se ha identificado procesos de geodinámica externa de gran envergadura que puedan afectar la vía proyectada, como deslizamientos de plataformas o de talud; salvo por la formación de pequeñas cárcavas en la zona alta de Ccasapata el cual se debe por la presencia de suelos areno arcillosos de color rojizo (depósitos aluviales y coluviales), y por la pendiente del terreno y su topografía.

Por lo expuesto líneas arriba, se deduce que la carretera en estudio atraviesa una relieve moderado y estable, donde no se ha identificado procesos de geodinámica externa de riesgo alto que pueda afectar la vía proyectada.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

TÉCNICAS

La técnica de la observación es la que se usó, donde se participó activamente en el proceso productivo observando en forma detallada durante el período de evaluación de productividad.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos de recolección de datos que se usaron son las fichas de programación semanal de mano de obra y maquinaria.

Para la etapa de ejecución los instrumentos de recolección de datos usados fueron las fichas de control de frecuencias de mano de obra y los partes diarios de equipos y maquinaria.

Para la etapa de reporte se usaron las fichas de reportes de interferencias, reportes de productividad.

En última etapa de análisis se usaron las fichas de las reuniones diarias de evaluación, con el listado de previsiones.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos recolectados se presentan en forma estructurada y comprensible mediante el uso de herramientas gráficas y tabulares. Se usan:

Tablas de datos.

Para organizar la información por etapas del proceso productivo.

Gráficos de barras.

Para visualizar el comportamiento de las variables como la frecuencia de uso de maquinaria, asistencia de mano de obra, interferencias o niveles de productividad.

Gráficos lineales o de tendencias.

Para analizar la evolución del rendimiento durante el período evaluado.

Diagramas comparativos.

Para contrastar entre diferentes días, turnos o frentes de trabajo.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para el procesamiento se usan el software Excel, y sus diferentes aplicaciones, tanto para registrar, así como para procesar la información mediante tablas de frecuencias, gráficos de barras, etc.

Para el procesamiento final de la información se usa el SPSS v. 25 Edition, el cual nos permitió ver la validez y confiabilidad de la información.

- **Análisis de datos:**

Cuadros estadísticos que nos permiten visualizar el comportamiento de la productividad, registros de datos, tablas de frecuencia, etc.

- **Validación y confiabilidad del instrumento**

La validación de los instrumentos se llevó a cabo con profesionales que actualmente trabajan en la obra de referencia, en el sector de producción, los mismos que serán corroborados por el asesor de tesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

➤ TRABAJOS REALIZADOS

DETERMINACIÓN DE LA TASA DE PRODUCTIVIDAD DE LA EJECUCIÓN DE LA CARRETERA PUCAPAMPA-PAUCARA, REGIÓN HUANCAMELICA, PROVINCIA HUANCAMELICA, DISTRITO YAULI.

Se va a calcular según las partidas y metrados de mayor incidencia de la partida del movimiento de tierras el cual es la actividad troncal en la ejecución de carreteras.

LISTADO DE PARTIDAS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Valorización del mes de Abril del 2024, Partida de Movimiento de Tierra

Tabla 36

Metrados mensual

Item	Descripción	Unidad	Presente Valorización N°20, Abril 2024		
			Metrado	Costo (S/)	%
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS			336039,5	1,12%
201.A	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS BOSCOSAS	ha	-		
201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	ha	-		
202.B	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	m3	20,04	3098,38	5,27%
205.A	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	159,62	930,58	0,02%
205.B	EXCAVACION EN ROCA SUELTO	m3	1.056,08	19241,78	0,17%
205.C	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	-		
205.E	PERFILADO COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	2.143,70	4544,64	0,75%
206.A	REMOCION DE DERRUMBES	m3	-		
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLEN	m3	1,35	11,04	0,00%
220.C1	CORTE PARA MEJORAMIENTO DE SUELOS	m3	11.322,41	56272,38	19,14%
220.C2	CONFORMACION DE MEJORAMIENTO DE SUELOS	m3	10.519,77	98780,64	17,78%

230.A	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m3	11.294,99	153160,06	5,50%
242.A	BANQUETAS PARA RELLENOS	m3	-		
246.A	GEOMALLA BIAXIAL ESTRUIDA	m2	-		

Fuente. Informe de Valorización del mes de abril, Empresa Consorcio Huancavelica.

Como podemos apreciar las partidas con mayores metrados y costos para evaluar productividad son:

- a) Excavación en Roca Suelto
- b) Perfilado en Zona de corte.
- c) Corte para mejoramiento de suelos
- d) Conformación de mejoramiento de suelos
- e) Material de cantera para relleno.

Calculamos ahora la tasa de productividad de los equipos (línea amarilla) usados en estas partidas.

TRACTOR ORUGA SHANTUI SD22

Primero calculamos la tasa de productividad teórica para tener una referencia de comparación, el cual se realizó utilizando las expresiones y tablas planteados en el marco teórico.

$$\text{Rend. Teór. (m3/hora)} = P \times E \times V \times C \times M \times F_v \times F_a \times F_h$$

Donde:

- ✓ P=Potencia del tractor en kW.
- ✓ E=Eficiencia del trabajo.
- ✓ V=Factor de visibilidad.
- ✓ C=Factor de corrección por maniobra.
- ✓ M=Factor de corrección por pendiente.
- ✓ F_v=Factor volumétrico.
- ✓ F_a=Factor de corrección por altitud.
- ✓ F_h=Factor de hoja angulable.

Potencia del Tractor

Según Sakai Heavy Industries (2017), el modelo de Tractor Shantui SD16 con potencia de 160 HP, para nuestro caso es tomaremos 160 HP cuyo equivalente es 119.31 kW.

Eficiencia de trabajo

Para nuestro caso el personal tiene experiencia básica, asumiremos $E=0.85$, según la Tabla 04.

Visibilidad

El factor de visibilidad según la Tabla 05, se asume un valor de 0,75 por las condiciones moderadas y condiciones nubladas.

Eficiencia del Trabajo

El factor de eficiencia tomado de la Tabla 06 asumido es 0.85 para terreno moderadamente firme.

Maniobra

El factor de maniobra según la Tabla 07 asumido es 0.95, la cual corresponde a maniobras no son frecuentes.

Pendiente del Terreno

Para nuestro caso tomamos el valor 0.8, según la Tabla 08 el cual corresponde a terreno con pendiente ligera.

Altitud del Terreno.

El Factor de corrección por altitud: A 2000 metros de altitud, se puede asumir una pérdida de potencia de aproximadamente 8%, lo que lleva el factor a 0.85, según la Tabla 09.

Tipo de Material.

Para nuestro caso tomamos el valor 0.8 entre arcilloso y rocoso, según la Tabla 10.

Hoja Angulable

Factor de hoja angulable: Generalmente se estima un valor de 1.1, tomado de la Tabla 11, ya que puede aumentar la productividad en terrenos

que requieren ajustes frecuentes.

Cálculo del Rendimiento Teórico

Con los valores mencionados y aplicando la fórmula, podemos calcular el rendimiento teórico del tractor. La fórmula es:

$$\text{Rendimiento Teórico (m}^3/\text{hora)} = P \times E \times V \times C \times M \times F_v \times F_a \times F_h$$

Sustituyendo los valores=119.31 kW, E=0.85, V=0.75, C=0.95, M=0.8, F_v=0.8, F_a=0.85, F_h=1.1

$$P = 43.24 \text{ m}^3/\text{hora}.$$

Rendimiento Estándar por Día

El rendimiento estándar por día se calcula multiplicando el rendimiento teórico por las horas de trabajo diarias. Si el tractor trabaja 8 horas al día:

$$\text{Rendimiento Estándar} = 43.24 \text{ m}^3/\text{hora} \times 8 \text{ horas} = 345.92 \text{ m}^3/\text{día}.$$

Conclusión la tasa de productividad teórica del Tractor Oruga Shantui SD22, calculado por factores es de 345.92m³/día

Tasa de productividad teórico práctico calculado en función del metrado.

Tomado del control de cantidad de horas trabajadas durante el mes del equipo en mención y el metrado correspondiente.

Tabla 37

Tasas Productivas Teórico Práctico

Partida	Fecha	Horas de trabajo	m ³ /hora	m ³ /día	Metrado
Excav. Mat Suelto	08/04/2024	4,6	34,70	159,62	159,62
Excav. Roca Suelto	08/04/2024	4	78,81	315,22	1056
	09/04/2024	5,4	78,81	425,55	
	12/04/2024	4	78,81	315,22	
Conf. de Mejor. Suelos.	12/04/2024	3,5	58,85	205,98	6850,2
	13/04/2024	10,6	58,85	623,82	
	14/04/2024	7,8	58,85	459,04	
	15/04/2024	10,2	58,85	600,28	

16/04/2024	10,7	58,85	629,71
17/04/2024	8,4	58,85	494,35
18/04/2024	8,6	58,85	506,12
19/04/2024	7,8	58,85	459,04
20/04/2024	9,1	58,85	535,55
24/04/2024	6	58,85	353,11
25/04/2024	10,7	58,85	629,71
26/04/2024	9,1	58,85	535,55
29/04/2024	5	58,85	294,26
30/04/2024	8,9	58,85	523,78
Promedio			504,12

EXCAVADORA CAT 330

Primero calculamos la tasa de productividad teórica para tener una referencia de comparación, el cual se realizó utilizando las expresiones y tablas planteados en el marco teórico.

Rendimiento Final (m^3/h)= Producción Teórica (m^3/h)×Factor de corrección Final

El Factor de Corrección Final = Capacidad de cucharón, Capacidad del operador, Tipo de material, Eficiencia de trabajo, Altitud, Visibilidad, Maniobra, Factor de acarreo, Factor de corrección, Factor volumétrico.

Capacidad del cucharón (en m^3)

Según la Tabla 13, para nuestro caso tomamos la capacidad promedio de 1.5 m^3 , es decir excavación en materiales medianos.

Producción Teórica (m^3/h)

Según la Tabla 14, para nuestro caso tomamos el valor del cucharón estándar de 45 m^3/h .

Capacidad del operador

Según la Tabla 15, para **nuestro** caso tomamos el valor 0.90, experiencia alta del operador.

Tipo de Material

Según la Tabla 16, para nuestro caso tomamos el valor de 0.90 para

materiales medianos.

Eficiencia del Trabajo

Según la Tabla 17, para nuestro caso tomamos el valor de 0.90 para terreno moderado.

Altitud

Según la Tabla 18, para nuestro caso este valor sería 0.9 entre 2000-3000 msnm

Visibilidad

Según la Tabla 19, para nuestro caso tomamos 0.90, visibilidad moderada a buena.

Maniobra.

Según la Tabla 20, para nuestro caso tomamos el valor de 0.9 espacio moderado para maniobra.

Factor de Acarreo

Según la Tabla 21, para nuestro caso tomamos el valor de 0.95 entre 100-200m

Factor de Corrección.

Según la Tabla 22, para nuestro caso tomamos el factor 0.95, para material medio(roca blanda, arcilla)

Factor Volumétrico.

Según la Tabla 23, para nuestro caso tomamos el valor de 1.1 tierra compacta.

Factor de Corrección Final.

Es el resultado de la multiplicación de todos los factores anteriores, que ajustan el rendimiento base.

Fórmula de Cálculo:

- Factor de corrección= $1.5 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.95 = 0.7573$
- Factor de corrección Final = Factor Volumétrico Factor de corrección= $0.7573 \times 1.1 = 0.8330$
- Rendimiento Final (m^3/h) = Producción Teórica (m^3/h) $\times$ Factor de corrección Final = $45 m^3/h \times 0.8330 = 37.48 m^3/h$

Y el rendimiento estándar diario se calcula multiplicando el rendimiento final por las horas de trabajo diarias:

- Rendimiento Estándar ($m^3/día$)
- Rendimiento Final (m^3/h) $\times$ Horas de trabajo.
- Rendimiento Estándar ($m^3/día$) = $37.48 m^3/h \times 8h = 299.88 m^3/día$

Conclusión. Como podemos apreciar la tasa de productividad teórica de la Excavadora CAT 330, calculado por factores es de 299.88 m3/dia

Tasa de productividad teórico práctico calculado en función del metrado.

Tomado del control de cantidad de horas trabajadas durante el mes del equipo en mención.

Tabla 38

Tasa de Producción Teórico Práctico-Excavadora CAT 330

Excavadora CAT 330, 216 HP					
Partida	Fecha	Horas de trabajo	m3/hora	m3/dia	Metrado
Excav. Mat Suelto	04/04/2024	2	79,81	159,62	159,62
Excav. Roca	04/04/2024	2	135,38	270,77	1056
				430,39	
	05/04/2024	5,8	135,38	785,23	
		7,8		1486,39	
Cort. Mej. Suelos	08/04/2024	8,5	76,92	653,81	11322,41
	09/04/2024	3,1	76,92	238,45	
	10/04/2024	8,7	76,92	669,19	

11/04/2024	8,9	76,92	684,58
12/04/2024	2,8	76,92	215,37
13/04/2024	5,1	76,92	392,28
14/04/2024	6,8	76,92	523,05
15/04/2024	8,1	76,92	623,04
16/04/2024	8,5	76,92	653,81
17/04/2024	10	76,92	769,19
18/04/2024	7,3	76,92	561,51
19/04/2024	8,7	76,92	669,19
20/04/2024	6,2	76,92	476,89
22/04/2024	7,2	76,92	553,81
23/04/2024	4,2	76,92	323,06
24/04/2024	6,6	76,92	507,66
25/04/2024	10,1	76,92	776,88
26/04/2024	10,6	76,92	815,34
29/04/2024	5,7	76,92	438,44
30/04/2024	10,1	76,92	776,88

RODILLO LISO HAMM

Tasa de productividad calculado por factores

Para calcular el rendimiento teórico de un rodillo HAMM 320, seguimos el mismo procedimiento que en los casos anteriormente calculados, donde se consideran factores propios de esta maquinaria que afectan la eficiencia de la máquina en función de su operación en el terreno. El rendimiento teórico se calcula teniendo en cuenta una serie de parámetros que influyen en la capacidad de trabajo. A continuación, se desarrollan los factores.

Cálculo Final del Rendimiento Teórico:

$$R_f = R_b \times C_{op} \times E_{trab} \times F_{alt} \times F_{pend} \times F_{maniobra} \times F_{traslape}$$

Rf=Rendimiento teórico final del rodillo.

Rb=Rendimiento **base** del rodillo, en condiciones ideales (debe ser proporcionado por el fabricante).

C op. = **Capacidad** del operador

E trab. = Eficiencia de trabajo.

F alt. = Factor de altura.

Fpend. = Factor de pendiente.

F maniobra = Factor de maniobra.

F traslape = Factor de traslape.

Definimos los factores

Según la Tabla 25, para nuestro caso tomamos 0.85 de experto, por la experiencia que ha demostrado el operador.

Eficiencia del Trabajo

Según la Tabla 26, para nuestro caso tomamos el valor de 0.70 por las características del terreno, suelo arenoso y pedregoso.

Altitud de Terreno

De la Tabla 27 tomamos el valor de 0.80 para una altitud de 2,500 al 3,000 m.s.n.m.

Pendiente de Terreno

Según la Tabla 28, para nuestro caso tomamos el valor de 0.95, de pendiente entre 5-10%.

Maniobra

Según la Tabla 29, para nuestro caso tomamos el valor de 0.90 terrenos con maniobras moderadas.

Factor de Traslape.

Según la Tabla 30 para nuestro caso tomamos 0.90 es decir entre 10 al 15% de porcentaje de traslape.

Cálculo Final del Rendimiento Teórico:

$$R_f = R_b \times C_{op} \times E_{trab} \times F_{alt} \times F_{pend} \times F_{maniobra} \times F_{traslape}$$

Rf=Rendimiento teórico final del rodillo.

Rb=Rendimiento base del rodillo, en condiciones ideales (debe ser proporcionado por el fabricante).

Parámetros Específicos del Rodillo HAMM 320:

Peso (kg): 12,500 kg

Ancho de trabajo (m): 2.0 m

Impulso de torque (Tn-m): 200 kN·m

Velocidad de operación (km/h): 8 km/h=133.33m/min.

Número de pasadas: Dependiendo del terreno, típicamente entre 1-3 pasadas

Las características del HAMM 320 se encuentran especificadas en el manual del fabricante (Hamm, 2021).

Condiciones del terreno:

Altitud: 2000-3000 (0.8)

Pendiente: 5% -10%(terreno con ligera inclinación), 0,95

Maniobras: 10% del tiempo se dedica a maniobras (curvas, cambios de dirección, etc.), 0,90

Traslape: 15% (porcentaje de traslape entre pasadas), 0.90

Eficiencia del trabajo: 70% (cond. ideales de compac.), 0.70

Capacidad del operador: 95% (operador experimentado), 0.85

Calculamos el rendimiento base:

Rend. Base=Ancho de trab. x Velocidad de oper. x Prof. De Compac.

Rend. Base=2.0m×133.33m/min×0.3m×60min/h

Rend.Base=2.0×133.33×0.3×60=1,600m³/h

Luego el Rendimiento final corregido sería

$$R_f = R_b \times C_{op} \times E_{trab} \times F_{alt} \times F_{pend} \times F_{maniobra} \times F_{traslape}$$

$$R_f = 1600 \times 0.85 \times 0.70 \times 0.80 \times 0.95 \times 0.90 \times 0.90 = 586.05 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$R_f (\text{m}^3/\text{día}) = 586.05 (\text{m}^3/\text{h}) \times 8 \text{ h} = 4688.41 \text{ m}^3/\text{día}$$

Como podemos apreciar la tasa de productividad teórica del Rodillo Liso HAMM, calculado por factores es de 4688.40 m³/día

Tasa de productividad teórico práctico calculado en función del metrado, Rodillo Liso Hamm

Tomado del control de cantidad de horas trabajadas durante el mes del equipo en mención.

Tabla 39

Tasa de Rendimiento Teórico Práctico

Rodillo Liso HAMM					
Partida	Fecha	Horas de trabajo	m ³ /hora	m ³ /día	Metrado
Perfilado y Comp.	17/04/2024	4	164,90	659,6	2143,7
	18/04/2024	2	164,90	329,80	
	19/04/2024	4	164,90	659,60	
	20/04/2024	3	164,90	494,70	
	Total	13		2143,7	
Conform. de Mej. de Suelos	22/04/2024	3	162,81	488,44	5210
	23/04/2024	5	162,81	814,06	
	24/04/2024	3	162,81	488,44	
	25/04/2024	5	162,81	814,06	
	26/04/2024	4	162,81	651,25	
	29/04/2024	5	162,81	814,06	
	30/04/2024	7	162,81	1139,69	
	Total	32		5210,00	

MOTONIVELADORA CAT 140H

Tasa de productividad calculado por factores

Parámetros de la Motoniveladora CAT 140H:

Ancho de trabajo (hoja de nivelación): 3.7 m (típico para este modelo).

Velocidad de operación: Aproximadamente 10 km/h (6.21 mph).

Profundidad de trabajo (en términos de volumen de material movido por pase): Esto dependerá de la aplicación, pero se puede estimar como 0.3 m (30 cm).

Número de pasadas: 1 (en condiciones ideales)

Cálculo del Rendimiento Base (m³/h)

El rendimiento base se calcula considerando el ancho de trabajo, velocidad de operación y profundidad de trabajo. Para obtener un cálculo del rendimiento en m³/hora, usaremos la siguiente fórmula:

Rendimiento Base (m³/h) = Ancho de trabajo (m) × Velocidad (m/min) × Profundidad de trabajo (m) × 60 min/h

Ancho de trabajo (m) = 3.7m

Velocidad (m/min) = 10km/h = 166.67m/min

Profundidad de trabajo (m) = 0.3m

Rendimiento Base (m³/h) = $3.7 \times 166.67 \times 0.3 \times 60 = 11100.22$ m³/h.

Factor de Corrección Final

Ahora, vamos a aplicar los **factores de corrección** para ajustar el rendimiento en función de condiciones específicas de operación.

El factor de corrección final (F.corr.) se calcula multiplicando los siguientes factores individuales:

Fcorr = Fcap. × Fefic. × Falt. × Fpend. × Fhoja × Fman. × Ftras. × Ftiem.

Cálculo de los factores

Capacidad del Operador:

De la Tabla 32, asumimos el valor de 0.90 de capacidad de operador intermedio.

Eficiencia del Trabajo.

De la Tabla 33, tomamos el factor de corrección 0.75, para terreno rocoso suelo suelto y húmedo.

Altitud

El factor de altitud lo tomamos de la Tabla 34, para nuestro caso sería 0.90 es decir de 2,000 a 3,000 m.s.n.m.

Pendiente del Terreno.

De la Tabla 35 tomamos el valor 0.95, para pendientes entre 6 al 10%.

Hoja de Ángulo Corto:

De la Tabla 36 tomamos el factor 0.90, que corresponde a hoja de ángulo corto.

Maniobra

De la Tabla 37 tomamos el factor 0.80, que corresponde a terreno irregular y maniobras simples.

Factor de Superposición (Traslape):

De la Tabla 38 tomamos el factor 0.90, que corresponde al traslape 20%.

Tiempo de Operación

De la Tabla 39 tomamos el factor 0.90 que corresponde a algunas paradas y descansos.

Calculamos el factor de corrección final (F.corr.):

$$F_{corr} = F_{cap} \times F_{fic} \times F_{alt} \times F_{pend} \times F_{hoja} \times F_{man} \times F_{tras} \times F_{tiem}.$$

Sustituyendo los valores:

$$F_{corr} = 1.00 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.90 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 = \mathbf{0.90}$$

Rendimiento Teórico Final

Ahora multiplicamos el rendimiento base por el factor de corrección final para obtener el rendimiento teórico ajustado.

- Rendimiento Teórico (m³/h)=Rendimiento Base (m³/h)×Fcorr
- Rendimiento Teórico (m³/h)=37,038 m³/h×0.90=**33,334 m³/h**

Calcular el Rendimiento Diario (m³/día)

Si asumimos **una** jornada laboral de 8 horas al día, podemos calcular el rendimiento diario de la motoniveladora.

- Rendimiento Diario (m³/día)=Rendimiento Teórico (m³/h)×8 h/día.
- Rendimiento Diario (m³/día)=Rendimiento Teórico (m³/h)×8h/día
- Rendimiento Diario (m³/día)=33,334 m³/h×8 h/día=**266,672 m³/día**

Resultado Final:

Rendimiento Teórico (m³/h): 33,334 m³/h

Rendimiento Teórico (m³/día): 266,672 m³/día

Conclusión. Como podemos apreciar la tasa de productividad teórica de la Motoniveladora CAT 140H, calculado por factores es de **266.672m³/día**.

Tasa de productividad teórico práctico calculado en función del metrado.

Tomado **del** control de cantidad de horas trabajadas durante el mes del equipo en mención.

Tabla 40

Tasa de Producción Teórico Practico de Motoniveladora CAT 140H

Motoniveladora CAT 140H					
Partida	Fecha	Horas de trabajo	m3/hora	m3/dia	Metrado
Perfilado y	16/04/2024	6	39,04736	234,28	2143,7

Comp. Zona de Corte	17/04/2024	5,8	39,04736	226,47
	18/04/2024	5,8	39,04736	226,47
	19/04/2024	8,5	39,04736	331,90
	20/04/2024	7,8	39,04736	304,57
	23/04/2024	6	39,04736	234,28
	24/04/2024	8	39,04736	312,38
	25/04/2024	7	39,04736	273,33
	Total	54,9		

CALCULO DE LA TASA DE PRODUCTIVIDAD DE LA EJECUCIÓN DE LA CARRETERA PUCAPAMPA-PAUCARA, REGIÓN HUANCAMELICA, PROVINCIA HUANCAMELICA, DISTRITO YAULI, CON LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA “MEJORA CONTINUA”

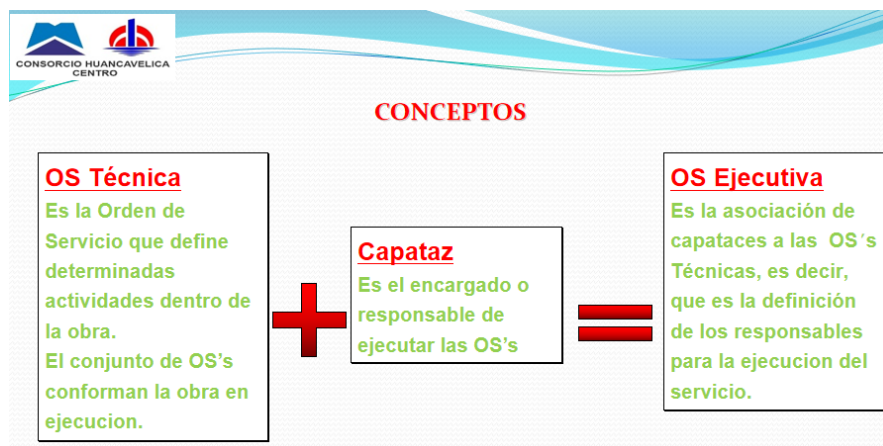
Metodología Mejora Continua en el Consorcio Huancavelica Centro

En el Consorcio Huancavelica Centro, utiliza la siguiente metodología de Mejora Continua, el cual se usó para mejorar la productividad en la obra.

Conceptos.

Figura 1

Metodología Mejora continua



Fuente. Consorcio Huancavelica Centro.

Tabla 41

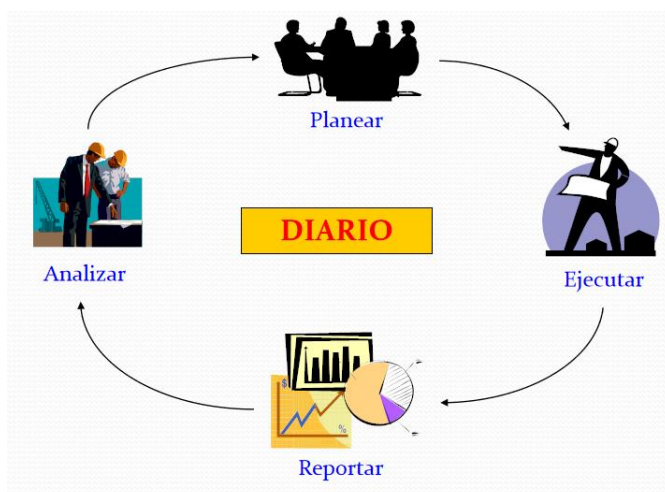
Codificación de las OS Técnica.

O.S.TÉCNICA		
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Unidad
201.A	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS BOSCOSAS	ha
201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	ha
202.B	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	m3
205.A	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3
205.B	EXCAVACION EN ROCA SUELTO	m3

205.C	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3
205.E	PERFILADO COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2
206.A	REMOCION DE DERRUMBES	m3
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLEN	m3
220.C1	CORTE PARA MEJORAMIENTO DE SUELOS	m3
220.C2	CONFORMACION DE MEJORAMIENTO DE SUELOS	m3
230.A	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m3
242.A	BANQUETAS PARA RELLENOS	m3
246.A	GEOMALLA BIAxIAL ESTRUIDA	m2

Figura 2

Ciclo de productividad



Fuente. Consorcio Huancavelica Centro.

Planear

- Se definieron las metas.
- Se definieron los métodos y los recursos, que permitieron alcanzar las metas propuestas.
- Se elaboró la programación semanal de los capataces.

La meta del periodo es avanzar 8,09%

Tabla 42

Avance Programado

VALORIZACIÓN		AVANCE PROGRAMADO			
N°	PERIODO	OBRA PRINCIPAL (S/)		PORCENTAJES (%)	
		PARCIAL	ACUM. (A)	PARCIAL	ACUM.
01	Nov-21 (24-30)	2,702.28	2,702.28	0.002%	0.002%
02	Dic-21 (01-27)	115,103.96	117,806.24	0.07%	0.07%
03	Dic-21 (28-31)	736,692.30	854,498.54	0.47%	0.54%
04	Ene-22 (01-19)	242,086.65	1,096,585.19	0.15%	0.70%
05	Abr-22 (11-30)	9,057,603.77	10,154,188.96	5.76%	6.46%
06	May-2022	7,062,757.78	17,216,946.74	4.49%	10.95%
07	Jun-22 (25-30)	3,949,002.94	21,165,949.68	2.51%	13.46%

08	Jul-2022	8,885,652.61	30,051,602.29	5.65%	19.11%
09	Ago-2022	4,105,476.04	34,157,078.33	2.61%	21.72%
10	Set-2022	5,861,922.04	40,019,000.37	3.73%	25.45%
11	Oct-2022	9,153,400.02	49,172,400.39	5.82%	31.27%
12	Nov-2022	4,633,860.35	53,806,260.74	2.95%	34.22%
13	Dic-22 (01-12)	1,826,745.44	55,633,006.18	1.16%	35.38%
14	Abr-23 (01-25)	3,249,056.69	58,882,062.87	2.07%	37.45%
15	Ago-23 (16-31)	1,219,870.90	60,101,933.77	0.78%	38.22%
16	Set-2023	2,347,740.83	62,449,674.60	1.49%	39.72%
17	Oct-2023	2,981,408.71	65,431,083.31	1.90%	41.61%
18	Nov-2023	3,450,167.60	68,881,250.91	2.19%	43.81%
19	Dic-23 (01-20)	1,543,829.34	70,425,080.25	0.98%	44.79%
20	Abr-24 (08-30)	12,720,576.63	83,145,656.88	8.09%	52.88%
21	May-2024	13,466,702.11	96,612,358.99	8.56%	61.44%
22	Jun-2024	19,931,409.99	116,543,768.98	12.68%	74.12%
23	Jul-2024	32,175,368.93	148,719,137.91	20.46%	94.58%
24	Ago-24 (01-14)	8,519,298.31	157,238,436.22	5.42%	100.00%
TOTALES:		157,238,436.22			

Programación

Tabla 43

Calendario Valorizad

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	CONTRATO ORIGINAL S/	COSTOS MENSUALES (S/)									
			Mes 25 01-Nov-23 30-Nov-23	Mes 26 01-Dec-23 20-Dec-23	Mes 27 01-Jan-24 31-Jan-24	Mes 28 01-Feb-24 29-Feb-24	Mes 29 01-Mar-24 31-Mar-24	Mes 30 08-Apr-24 30-Apr-24	Mes 31 01-May-24 31-May-24	Mes 32 01-Jun-24 30-Jun-24	Mes 33 01-Jul-24 31-Jul-24	Mes 34 01-Aug-24 14-Aug-24
100	OBRAS PROVISIONALES	4.143.239,97	273.995,91	12.680,98	-	-	-	-	-	-	-	1.471.828,87
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	30.125.267,08	602.457,41	163.088,69	-	-	-	3.034.452,00	2.935.897,97	-	-	-
300	SUB BASE Y BASE	7.745.395,11	-	-	-	-	-	3.602.509,35	3.456.951,93	-	-	-
400	PAVIMENTO ASFALTICO	18.039.669,75	-	-	-	-	-	-	463.371,56	8.925.927,87	8.650.370,32	-
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	29.462.255,37	1.579.971,31	718.145,74	-	-	-	2.827.554,23	3.504.941,30	3.931.261,16	9.445.524,83	621.851,42
700	TRANSPORTE	27.305.885,62	278.088,44	218.764,99	-	-	-	630.795,25	776.225,32	2.687.889,54	6.938.703,56	1.727.993,48
800	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	2.159.453,33	-	-	-	-	-	-	-	-	316.383,24	1.843.070,09
900	PROTECCION AMBIENTAL	8.242.658,79	74.748,09	145.679,28	-	-	-	276.290,84	305.931,50	414.731,35	710.605,25	1.029.199,17
(1)	COSTO DIRECTO	127.223.825,02	2.809.261,16	1.258.359,68	-	-	-	10.371.601,67	11.443.319,58	15.959.809,93	26.061.587,19	6.693.943,03
(2)	GASTOS GENERALES	18.730.920,13	413.602,14	185.265,89	-	-	-	1.526.991,06	1.684.778,03	2.349.732,26	3.836.997,57	985.536,39
	GASTOS GENERALES FIJOS	4,54%	5.778.994,56	127.607,43	57.159,53	-	-	471.117,97	519.799,51	724.955,84	1.183.817,34	304.064,58
	GASTOS GENERALES VARIABLES	10,18%	12.951.925,57	285.994,71	128.106,36	-	-	1.055.873,09	1.164.978,52	1.624.776,42	2.653.180,23	681.471,81
(3)	UTILIDAD	7,93%	10.082.910,90	222.643,28	99.729,19	-	-	821.983,90	906.921,10	1.264.867,97	2.065.467,39	530.517,21
(A)	SUBTOTAL (Tramo II) - (sin I.G.V)	(1 + 2 + 3)	156.037.656,05	3.445.506,58	1.543.354,76	-	-	12.720.576,63	14.035.018,71	19.574.410,16	31.964.052,15	8.209.996,63
(B)	SUBTOTAL (Plan COVID 19) - (sin I.G.V)		1.200.780,17	4.661,02	474,58	-	-	-	-	-	-	309.301,69

(C)	(A + B)	157.238.436,22	3.450.167,60	1.543.829,34	-	-	- 12.720.576,63	14.035.018,71	19.574.410,16	31.964.052,15	8.519.298,32		
SUBTOTAL (sin I.G.V)													
(D)	(18% DE C)	18,00%	28.302.918,52	621.030,17	277.889,28	-	-	- 2.289.703,79	2.526.303,37	3.523.393,83	5.753.529,39	1.533.473,69	
I.G.V.													
TOTAL PRESUPUESTO		(C + D)	185.541.354,74	4.071.197,77	1.821.718,62	-	-	- 15.010.280,42	16.561.322,08	23.097.803,99	37.717.581,54	10.052.772,01	
PORCENTAJE DE AVANCE (MENSUAL)				2,19%	0,98%	0,00%	0,00%	0,00%	8,09%	8,93%	12,45%	20,33%	5,42%
TOTAL PRESUPUESTO (ACUMULADO)				81.279.876,08	83.101.594,70	83.101.594,70	83.101.594,70	83.101.594,70	98.111.875,12	114.673.197,20	137.771.001,19	175.488.582,73	185.541.354,74
PORCENTAJE DE AVANCE (ACUMULADO)				43,81%	44,79%	44,79%	44,79%	44,79%	52,88%	61,80%	74,25%	94,58%	100,00%

EJECUTAR

- Se colocó lo planeado en práctica
- Se ejecutaron las tareas.
- Se educó y entrenó al personal.
- Se llenaron los partes diarios.

Tabla 44

Horas Trabajadas por Equipo

 REGISTRO DE HORAS TRABAJADAS DE MAQUINARIAS机械设备台时签证单										
设备型号TIPO DE EQUIPO: TRACTOR 设备型号MODELO: SHANTUI						日期FECHA:01/04/2024				
SOBRE ORUGA										
设备单位PROPIETARIO: CHINA ROAD RUC税号: & BRIDGE CORPORATION						联系电话CONTACTO:				
编制日期FECHA DE EDITACIÓN:										
日期 FECHA	白班TURNO DE DIA				P-T001	夜班TURNO NOCHE				
	开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL	设备工作 台时H HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION	开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL	设备工 作台时 H HORAS DE	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION
01/04/2024										
02/04/2024										
03/04/2024										
04/04/2024										
05/04/2024										
06/04/2024										
07/04/2024										
08/04/2024	5313,9	5322,5	8,6	CAMPOS LANDEO JAVIER						
09/04/2024	5322,5	5327,9	5,4	CAMPOS LANDEO JAVIER						
10/04/2024	5327,9	5327,9	0	CAMPOS LANDEO JAVIER						
11/04/2024	5327,9	5327,9	0	CAMPOS						

				LANDEO JAVIER
12/04/2024	5327,9	5335,4	7,5	CAMPOS LANDEO JAVIER
13/04/2024	5335,4	5346	10,6	CAMPOS LANDEO JAVIER
14/04/2024	5346	5353,8	7,8	CAMPOS LANDEO JAVIER
15/04/2024	5353,8	5364	10,2	CAMPOS LANDEO JAVIER
16/04/2024	5364	5374,7	10,7	CAMPOS LANDEO JAVIER
17/04/2024	5374,7	5383,1	8,4	CAMPOS LANDEO JAVIER
18/04/2024	5383,1	5391,7	8,6	CAMPOS LANDEO JAVIER
19/04/2024	5391,7	5399,5	7,8	CAMPOS LANDEO JAVIER
20/04/2024	5399,5	5408,6	9,1	CAMPOS LANDEO JAVIER
21/04/2024	5408,6	5408,6	0	CAMPOS LANDEO JAVIER
22/04/2024	5408,6	5408,6	0	CAMPOS LANDEO JAVIER

23/04/2024	5408,6	5408,6	0	CAMPOS LANDEO JAVIER
24/04/2024	5408,6	5414,6	6	CAMPOS LANDEO JAVIER
25/04/2024	5414,6	5425,3	10,7	CAMPOS LANDEO JAVIER
26/04/2024	5425,3	5434,4	9,1	CAMPOS LANDEO JAVIER
27/04/2024	5434,4	5434,4	0	CAMPOS LANDEO JAVIER
28/04/2024	5434,4	5434,4	0	CAMPOS LANDEO JAVIER
29/04/2024	5434,4	5439,4	5	CAMPOS LANDEO JAVIER
30/04/2024	5439,4	5448,3	8,9	CAMPOS LANDEO JAVIER
白班 TURNO DE DIA			134,40	夜班 TURNO NOCHE
				0,00
				134,40

Fuente. Oficina Técnica de Consorcio Huancavelica Centro

REPORTAR

Se emitieron los reportes, para monitorear el cumplimiento de todas las actividades, con los rendimientos planeados.

- Productividad de equipo.
- Productividad de mano de obra.
- Producción real vs programada.
- Análisis de Interferencias.
- Análisis de Costos.

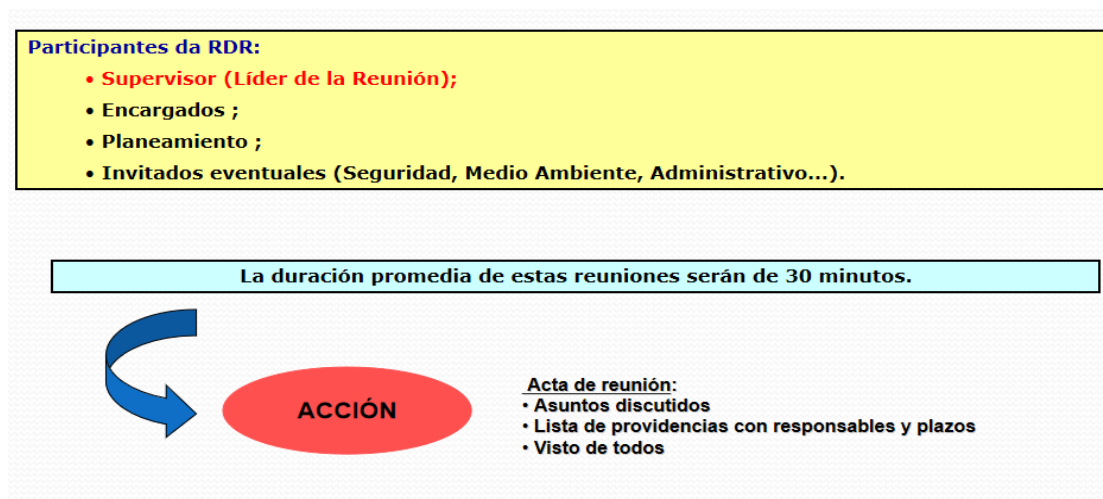
ANALIZAR

En esta etapa se realizaron a través de los reportes emitidos, que posibilitaron la toma de decisiones en busca de acciones que garantizaron la obtención de los resultados planeados en la mejora continua del proceso.

Se realizaron las reuniones de revisión, donde los supervisores y encargados monitorearon el desempeño de los servicios realizados y la calidad de información presentada.

Figura 3

Proceso de analizar



Reunión Diaria de Revisión (RDR)

Luego se realizaron reuniones diarias con el supervisor y sus encargados en el frente de trabajo para:

Comparar los servicios planeados con los servicios ejecutados por medio de los reportes emitidos, la duración de las reuniones fue de 30 a 45 minutos y tuvieron como responsable al supervisor.

Utilizando esta metodología “Mejora Continua”, se han dado los siguientes resultados.

1. TRACTOR ORUGA SHANTUI SD22

Estas tasas de producción denominadas reales son tomadas de datos de campo.

Tabla 45*Tasa de Rendimiento Real de Tractor Oruga Shantui*

TRACTOR ORUGA SHANTUI 160HP						
Partidas	Fecha	Distancias		Espesor	N° de capas	Rendimiento real (m3/día)
		Ancho	Largo			
Excavación de Mat.	08/04/2024	6,6	35	0,35	2	161,70
						161,70
Excavación Roca Suelto	08/04/2024	6,6	58	0,35	2	267,96
						429,66
	09/04/2024	6,6	58	0,35	3	401,94
	12/04/2024	6,6	25	0,35	3	173,25
						1272,81
Conf. de Mejor. Suelos.	12/04/2024	6,6	35	0,35	3	242,55
						415,80
	13/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	14/04/2024	6,6	75	0,35	3	519,75
	15/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	16/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	17/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	18/04/2024	6,6	65	0,35	3	450,45
	19/04/2024	6,6	79	0,35	3	547,47
	20/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	24/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	25/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	26/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	29/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	30/04/2024	6,6	70	0,35	3	485,10
	Promedio					476,00

2. EXCAVADORA CAT 330

Estas tasas de producción reales son tomadas de datos de campo.

Tabla 46*Tasa de Rendimiento de Excavadora CAT 330*

Partidas	Fecha	Horas de trabajo	Cubicaje	N°volquetes	Horas diarias	Rendimiento Real	Metrado
Excav. Mat Suelto	04/04/2024	4	15,00	2,65	4	159,00	159,62
						159,00	
Excav. Roca Suelto	05/04/2024	5,8	15,00	3,74	5,8	325,38	1056
	08/04/2024	8,5	15,00	5,00	8,5	637,50	
	09/04/2024	3,1	15,00	2,00	3,1	93,00	

							1055,88
Cort. Mej. Suelos	10/04/2024	8,7	15,00	6,00	8,7	783,00	11322,41
	11/04/2024	8,9	15,00	6,00	8,9	801,00	
	12/04/2024	2,8	15,00	2,00	2,8	84,00	
	13/04/2024	5,1	15,00	3,00	5,1	229,50	
	14/04/2024	6,8	15,00	4,00	6,8	408,00	
	15/04/2024	8,1	15,00	6,00	8,1	729,00	
	16/04/2024	8,5	15,00	6,00	8,5	765,00	
	17/04/2024	10	15,00	7,00	10	1050,00	
	18/04/2024	7,3	15,00	5,00	7,3	547,50	
	19/04/2024	8,7	15,00	6,00	8,7	783,00	
	20/04/2024	6,2	15,00	4,00	6,2	372,00	
	22/04/2024	7,2	15,00	5,00	7,2	540,00	
	23/04/2024	4,2	15,00	3,00	4,2	189,00	
	24/04/2024	6,6	15,00	4,00	6,6	396,00	
	25/04/2024	10,1	15,00	7,00	10,1	1060,50	
	26/04/2024	10,6	15,00	7,00	10,6	1113,00	
	29/04/2024	5,7	15,00	4,00	5,7	342,00	
	30/04/2024	10,1	15,00	7,46	10,1	1130,19	
Total							11322,69

3. RODILLO LISO CAT 330

Igualmente, estas tasas reales son tomadas de campo.

Tabla 47

Tasa de Rendimiento de Rodillo Liso Hamm

Rodillo Liso HAMM							
Partida	Fecha	Distancias		Espesor	N° de capas	Rendimiento real (m3/dia)	Metrado
		Ancho	Largo				
Perfilado y Comp. Zona de Corte	17/04/2024	6,6	150	0,35	3	1039,5	2143,7
	18/04/2024	6,6	160	0,35	3	1108,8	
						2148,3	
Conform. de Mej. de Suelos	19/04/2024	6,6	150	0,35	3	1039,5	10519,77
	20/04/2024	6,6	200	0,35	3	1386	
	22/04/2024	6,6	150	0,35	3	1039,5	
	23/04/2024	6,6	200	0,35	3	1386	
	24/04/2024	6,6	150	0,35	3	1039,5	
	25/04/2024	6,6	200	0,35	3	1386	
	26/04/2024	6,6	150	0,35	3	1039,5	
	29/04/2024	6,6	200	0,35	3	1386	
	30/04/2024	6,6	150	0,35	3	1039,5	

4. MOTONIVELADORA CAT

Tabla 48

Tasa de Rendimiento Real, Motoniveladora CAT

Motoniveladora CAT 140H							
Partida	Fecha	Distancia	Ancho	Alto	Espesor	Rendimiento Real	Metrado
Perfilado y Comp. Zona de Corte	16/04/2024	150	6,6	0,9	0,3	267,30	2143,7
	17/04/2024	150	6,6	0,9	0,3	267,30	
	18/04/2024	150	6,6	0,9	0,3	267,30	
	19/04/2024	150	6,6	0,9	0,3	267,30	
	20/04/2024	160	6,6	0,9	0,3	285,12	
	23/04/2024	150	6,6	0,9	0,3	267,30	
	24/04/2024	150	6,6	0,9	0,3	267,30	
	25/04/2024	150	6,6	0,9	0,3	267,30	

ANALISIS Y EVALUACIÓN DE LA TASA DE PRODUCTIVIDAD LUEGO DE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA “MEJORA CONTINUA” EN COMPARACIÓN CON LAS TASAS CALCULADAS TEÓRICA Y TEÓRICO PRACTICA.

Para poder analizar y evaluar comparamos las tasas productivas en el movimiento de tierras de la obra referida comparamos las tasas halladas.

1. Tractor Oruga Shantui SD22

Tabla 49

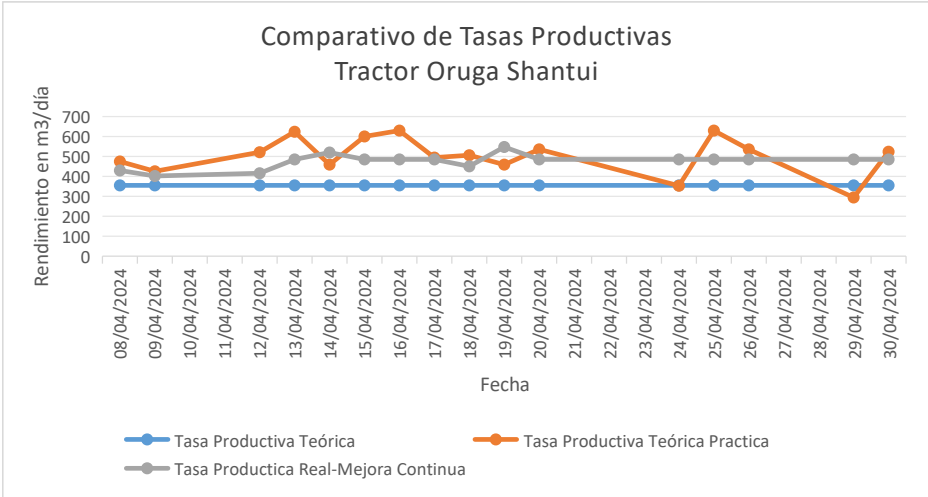
Comparativo de tasas productivas halladas.

Tractor Oruga Shantui 1			
COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVAS			
Fecha	Tasa Productiva Teórica	Tasa Productiva Teórica Practica	Tasa Productiva Real-Mejora Continua
08/04/2024	354,92	474,84	429,66
09/04/2024	354,92	425,55	401,94
12/04/2024	354,92	521,20	415,80
13/04/2024	354,92	623,82	485,10
14/04/2024	354,92	459,04	519,75
15/04/2024	354,92	600,28	485,10
16/04/2024	354,92	629,71	485,10
17/04/2024	354,92	494,35	485,10
18/04/2024	354,92	506,12	450,45
19/04/2024	354,92	459,04	547,47
20/04/2024	354,92	535,55	485,10

24/04/2024	354,92	353,11	485,10
25/04/2024	354,92	629,71	485,10
26/04/2024	354,92	535,55	485,10
29/04/2024	354,92	294,26	485,10
30/04/2024	354,92	523,78	485,10
Promedios	354,92	504,12	476,00

Figura 4

Comparación de tasas productividad



Como podemos apreciar las tasas productivas comparadas nos muestran que al aplicar el método Mejora Continua influye positivamente en comparación con la tasa productiva teórica.

2. Excavadora CAT 330

Tabla 50

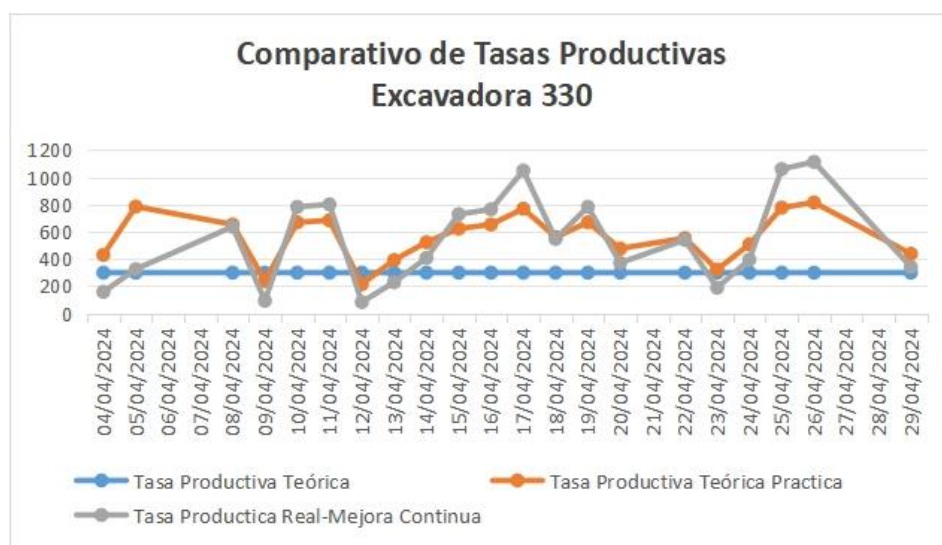
Tasa de Rendimiento de Excavadora CAT 330

EXCAVADORA CAT 330			
COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVAS			
Fecha	Tasa Productiva Teórica	Tasa Productiva Teórica Práctica	Tasa Productiva Real-Mejora Continua
04/04/2024	299,88	430,39	159,00
05/04/2024	299,88	785,23	325,38
08/04/2024	299,88	653,81	637,50
09/04/2024	299,88	238,45	93,00
10/04/2024	299,88	669,19	783,00
11/04/2024	299,88	684,58	801,00
12/04/2024	299,88	215,37	84,00
13/04/2024	299,88	392,28	229,50
14/04/2024	299,88	523,05	408,00
15/04/2024	299,88	623,04	729,00
16/04/2024	299,88	653,81	765,00
17/04/2024	299,88	769,19	1050,00

18/04/2024	299,88	561,51	547,50
19/04/2024	299,88	669,19	783,00
20/04/2024	299,88	476,89	372,00
22/04/2024	299,88	553,81	540,00
23/04/2024	299,88	323,06	189,00
24/04/2024	299,88	507,66	396,00
25/04/2024	299,88	776,88	1060,50
26/04/2024	299,88	815,34	1113,00
29/04/2024	299,88	438,44	342,00
30/04/2024	299,88	776,88	1130,19
Promedios	299,88	569,91	569,89

Figura 5

Comparativo de tasas productivas



Como podemos apreciar las tasas productivas comparadas nos muestran que al aplicar el método Mejora Continua influye positivamente en comparación con las demás tasas si comparamos los promedios.

3. Rodillo Liso HAMM 160HP

Comparativo de las tasas productivas halladas.

Tabla 51

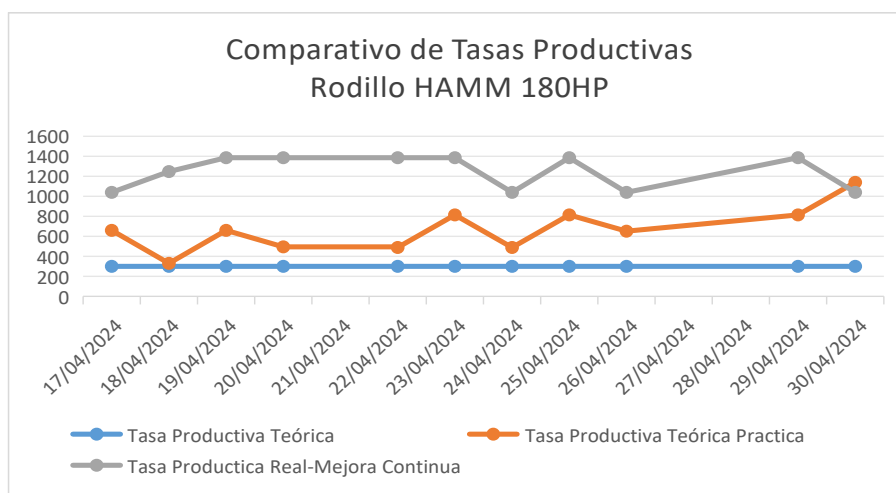
Comparativo de tasa productivas

RODILLO LISO HAMM 180HP			
COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVAS			
Fecha	Tasa Productiva Teórica	Tasa Productiva Teórica Practica	Tasa Productiva Real-Mejora Continua
17/04/2024	299,88	659,60	1039,50
18/04/2024	299,88	329,80	1247,40
19/04/2024	299,88	659,60	1386,00

20/04/2024	299,88	494,70	1386,00
22/04/2024	299,88	488,44	1386,00
23/04/2024	299,88	814,06	1386,00
24/04/2024	299,88	488,44	1039,50
25/04/2024	299,88	814,06	1386,00
26/04/2024	299,88	651,25	1039,50
29/04/2024	299,88	814,06	1386,00
30/04/2024	299,88	1139,69	1039,50
Promedios	299,88	668,52	1247,40

Figura 6

Comparativo de tasas productivas



Como podemos apreciar las tasas productivas comparadas nos muestran que al aplicar el método Mejora Continua influye positivamente en comparación con las demás tasas si observamos los promedios.

4. Motoniveladora CAT 140H

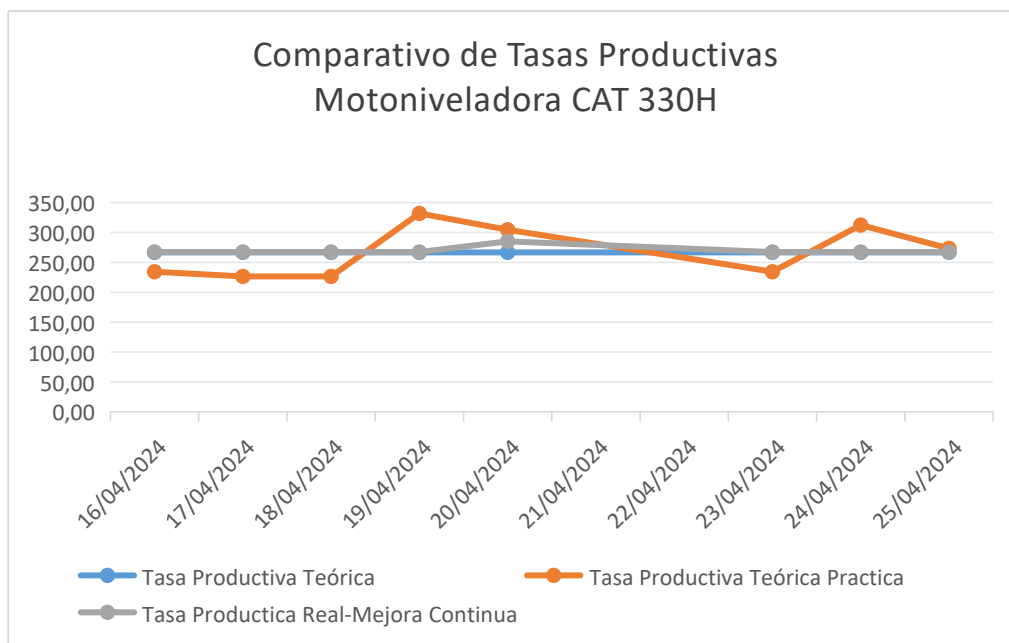
Tabla 52

Comparativo de Tasas Productivas

MOTONIVELADORA CAT 140H			
COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVAS			
Fecha	Tasa Productiva Teórica	Tasa Productiva Teórica Practica	Tasa Productiva Real-Mejora Continua
16/04/2024	266,67	234,28	267,30
17/04/2024	266,67	226,47	267,30
18/04/2024	266,67	226,47	267,30
19/04/2024	266,67	331,90	267,30
20/04/2024	266,67	304,57	285,12
23/04/2024	266,67	234,28	267,30
24/04/2024	266,67	312,38	267,30
25/04/2024	266,67	273,33	267,30
Promedios	266,67	267,96	269,53

Figura 7

Comparación de tasa productivas



Como podemos apreciar las tasas productivas comparadas nos muestran que al aplicar el método Mejora Continua influye positivamente en forma ligera en comparación con las demás tasas si observamos los promedios.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Contrastación de Hipótesis

Al realizar el análisis de datos de las tasas de productividad antes y después de de la implementación del método mejora continua, obtenemos los siguientes resultados, recalcamos que la partida de movimiento de tierras es la la actividad troncal en la ejecución de la carretera, por lo que en este caso evaluamos la maquinaria usada en esta partida.

a. Tractor Oruga Shantui SD22

Usado en las partidas de Excavación en Material Suelto y Conformación de Terraplén, de acuerdo a los resultados obtenido, según el cuadro adjunto podemos observar que la tasa de productiva aplicando el método de mejora

continua es mayor que la tasa productiva teórica y menor que la tasa productiva teórico práctica.

Resultados obtenidos:

Tabla 53

Comparativo de Tasas Productivas

Tractor Oruga Shantui 1			
COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVAS			
Fecha	Tasa productiva teórica	Tasa Productiva Teórico Practico	Tasa Productiva Real-Mejora Continua
08/04/2024	403,93	474,84	429,66
09/04/2024	403,93	425,55	401,94
12/04/2024	403,93	521,20	415,80
13/04/2024	403,93	623,82	485,10
14/04/2024	403,93	459,04	519,75
15/04/2024	403,93	600,28	485,10
16/04/2024	403,93	629,71	485,10
17/04/2024	403,93	494,35	485,10
18/04/2024	403,93	506,12	450,45
19/04/2024	403,93	459,04	547,47
20/04/2024	403,93	535,55	485,10
24/04/2024	403,93	353,11	485,10
25/04/2024	403,93	629,71	485,10
26/04/2024	403,93	535,55	485,10
29/04/2024	403,93	294,26	485,10
30/04/2024	403,93	523,78	485,10
Promedio	403,93	504,12	476,00

- Tasa Productiva Teórica= **403,93 m3/día**
- Tasa Productiva Teórico Práctico= **504,12 m3día**
- Tasa Productiva Real-Método Mejora Continua= **476,00 m3/día**

b. Excavadora CAT 330

Usado en las partidas de Excavación en Material Suelto y Corte Para Mejoramiento de Suelos, de acuerdo a los resultados obtenido, según el cuadro adjunto podemos observar que la tasa de productiva aplicando el método de mejora continua es mayor que la tasa productiva teórica y teórico práctica.

- Tasa Productiva Teórica= **299.98 m3/día**
- Tasa Productiva Teórico Práctico= **569,91 m3día**
- Tasa Productiva Real-Método Mejora Continua= **569,89 m3/día**

Tabla 54*Comparación de Tasa Productivas Excavadora Cat 330*

EXCAVADORA CAT 330			
COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVAS			
Fecha	Tasa Productiva Teórica	Tasa Productiva Teórica Practica	Tasa Productiva Real-Mejora Continua
04/04/2024	299,88	430,39	159,00
05/04/2024	299,88	785,23	325,38
08/04/2024	299,88	653,81	637,50
09/04/2024	299,88	238,45	93,00
10/04/2024	299,88	669,19	783,00
11/04/2024	299,88	684,58	801,00
12/04/2024	299,88	215,37	84,00
13/04/2024	299,88	392,28	229,50
14/04/2024	299,88	523,05	408,00
15/04/2024	299,88	623,04	729,00
16/04/2024	299,88	653,81	765,00
17/04/2024	299,88	769,19	1050,00
18/04/2024	299,88	561,51	547,50
19/04/2024	299,88	669,19	783,00
20/04/2024	299,88	476,89	372,00
22/04/2024	299,88	553,81	540,00
23/04/2024	299,88	323,06	189,00
24/04/2024	299,88	507,66	396,00
25/04/2024	299,88	776,88	1060,50
26/04/2024	299,88	815,34	1113,00
29/04/2024	299,88	438,44	342,00
30/04/2024	299,88	776,88	1130,19
Promedios	299,88	569,91	569,89

c. Rodillo Liso HAMM 160HP

Usado en las partidas de Conformación de Terraplén y Conformación de Mejoramiento de suelos, de acuerdo a los resultados obtenido, según el cuadro adjunto podemos observar que la tasa de productiva aplicando el método de mejora continua es mayor que la tasa productiva teórica y teórico práctica.

- Tasa Productiva Teórica= **1120,00 m3/día**
- Tasa Productiva Teórico Práctico= **668,52 m3/día**
- Tasa Productiva Real-Método Mejora Continua= **1171,80 m3/día**

Tabla 55*Comparación de Tasas Productivas Rodillo Liso HAMM*

RODILLO LISO HAMM 180HP			
COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVAS			
Fecha	Tasa Productiva Teórica	Tasa Productiva Teórica Practica	Tasa Productiva Real-Mejora Continua
17/04/2024	299,88	659,60	1039,50
18/04/2024	299,88	329,80	1247,40
19/04/2024	299,88	659,60	1386,00
20/04/2024	299,88	494,70	1386,00
22/04/2024	299,88	488,44	1386,00
23/04/2024	299,88	814,06	1386,00
24/04/2024	299,88	488,44	1039,50
25/04/2024	299,88	814,06	1386,00
26/04/2024	299,88	651,25	1039,50
29/04/2024	299,88	814,06	1386,00
30/04/2024	299,88	1139,69	1039,50
Promedios	299,88	668,52	1247,40

d. Motoniveladora CAT 140H

Usado en las partidas de Conformación de Terraplén y Conformación de Mejoramiento de suelos, de acuerdo a los resultados obtenido, según el cuadro adjunto podemos observar que la tasa de productiva aplicando el método de mejora continua es mayor que la tasa productiva teórica y teórico práctica.

- Tasa Productiva Teórica= **266.67 m3/día**
- Tasa Productiva Teórico Práctico= **267,96 m3día**
- Tasa Productiva Real-Método Mejora Continua= **291,80 m3/día**

Tabla 56*Comparación de Tasas Productivas Motoniveladora CAT 140H*

MOTONIVELADORA CAT 140H			
COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVAS			
Fecha	Tasa Productiva Teórica	Tasa Productiva Teórica Practica	Tasa Productiva Real-Mejora Continua
16/04/2024	266,67	234,28	267,30
17/04/2024	266,67	226,47	267,30
18/04/2024	266,67	226,47	267,30
19/04/2024	266,67	331,90	267,30
20/04/2024	266,67	304,57	285,12
23/04/2024	266,67	234,28	267,30
24/04/2024	266,67	312,38	267,30
25/04/2024	266,67	273,33	267,30
Promedios	266,67	267,96	269,53

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Con los datos de las mediciones, se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable “Diferencia teórica”, que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos

TRACTOR ORUGA SHANTUI

COMPARATIVO DE TASAS PRODUCTIVA TEÓRICA Y TASA PRODUCTIVA REAL – MEJORA CONTINUA

Con los datos de ambas mediciones, se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable “Diferencia teórica”, que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos valores mayores a 0.05, los datos siguen una distribución normal.

Tabla 57

Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia Teórica”

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Teórica	,349	16	,000	,835	16	,008

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación:

Se observa que en ambas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) obtenemos un valor de significancia menores a 0.05, concluyendo que los datos no siguen una distribución normal. Se usa la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Tabla 58

Resultados de prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

	Tasa productiva Mejora continua - Tasa productiva teórica
Z	-3,617 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación

Con la obtención de un valor de significancia asintótica (p valor) de 0.000, menor a 0.05, y conforme a nuestra regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula (H_0), concluyendo que existen diferencias significativas entre ambos conjuntos de datos, es decir, el método de mejora continua influye positivamente en la productividad de la obra.

COMPARATIVO DE TASA PRODUCTIVA TEÓRICA PRÁCTICA Y TASA PRODUCTIVA REAL – MEJORA CONTINUA

Se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable “Diferencia Práctica”, que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos valores mayores a 0.05, los datos siguen una distribución normal.

Tabla 59

Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia Práctica”

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Práctica	,175	16	,200	,909	16	,112

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación:

Se observa que en ambas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) obtenemos un valor de significancia mayores a 0.05, concluyendo que los datos siguen una distribución normal. Se usa la prueba paramétrica de T de student para muestras relacionadas.

Tabla 60*Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas*

	t	gl	Sig. (bilateral)
TPTPráctica - Tasa productiva Mejora continua	1.122683936	15	0.279

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación

Con la obtención de un valor de significancia asintótica (p valor) de 0.279, mayor a 0.05, y conforme a nuestra regla de decisión, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis del investigador (H_i), concluyendo que no existen diferencias significativas entre ambos conjuntos de datos, es decir, el método de mejora continua no influye positivamente en la productividad de la obra.

EXCAVADORA CAT330

COMPARATIVO ENTRE TASA PRODUCTIVA TEÓRICA Y TASA PRODUCTIVA REAL – MEJORA CONTINUA

Con los datos de ambas mediciones, se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable “Diferencia Teórica”, que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos valores mayores a 0.05, los datos siguen una distribución normal.

Tabla 61*Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia Teórica”*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Teórica	,139	22	,200	,937	22	,171

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación:

Se observa que en ambas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov

y Shapiro-Wilk) obtenemos un valor de significancia mayores a 0.05, concluyendo que los datos siguen una distribución normal. Se usa la prueba paramétrica de T de student para muestras relacionadas.

Tabla 62

Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas

	T	gl	Sig. (bilateral)
TP_Teórica – TP_Real Mejora Continua	-3,751	21	0.001

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación

Con la obtención de un valor de significancia asintótica (p valor) de 0.001, menor a 0.05, y conforme a nuestra regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula (H_0), y se acepta la hipótesis del investigador (H_i) concluyendo que existen diferencias significativas entre ambos conjuntos de datos, es decir, el método de mejora continua influye positivamente en la tasa productiva de la obra.

RENDIMIENTO TEÓRICO - PRÁCTICO Y RENDIMIENTO REAL

Se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable “Diferencia TPráctica”, que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos valores mayores a 0.05, los datos siguen una distribución normal.

Tabla 63

Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia T Práctica”

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia_TPráctica	,139	22	,200	,952	22	,352

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación:

Se observa que en ambas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov

y Shapiro-Wilk) obtenemos un valor de significancia mayores a 0.05, concluyendo que los datos siguen una distribución normal. Se usa la prueba paramétrica de T de student para muestras relacionadas.

Tabla 64

Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas

	T	gl	Sig. (bilateral)
TP_TPráctica – TP_Real_MejoraContinua	,001	21	1,000

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación

Con la obtención de un valor de significancia asintótica (p valor) de 1,000, mayor a 0.05, y conforme a nuestra regla de decisión, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis del investigador (H_i), concluyendo que no existen diferencias significativas entre ambos conjuntos de datos, es decir, el método de mejora continua no influye positivamente en la tasa productiva de la obra.

RODILLO LISO HAMM 180HP

COMPARATIVO DE TASA PRODUCTIVA TEÓRICA Y TASA PRODUCTIVA REAL – MEJORA CONTINUA

Con los datos de ambas mediciones, se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable “Diferencia Teórica”, que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos valores mayores a 0.05, los datos siguen una distribución normal.

Tabla 65

Resultados de prueba de normalidad de variable “Diferencia Teórica”

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Teórica	,338	11	,001	,692	11	,000

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación:

Se observa que en ambas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) obtenemos un valor de significancia menores a 0.05, concluyendo que los datos no siguen una distribución normal. Se usa la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon.

Tabla 66

Resultados de prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Rendimiento_real-Rendimiento_teorico	
Z	-3,002 (se basa en rangos negativos)
Sig. asintótica(bilateral)	0,003

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación

Con la obtención de un valor de significancia asintótica (p valor) de 0.003, menor a 0.05, y conforme a nuestra regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula (H_0), y se acepta la hipótesis del investigador (H_i) concluyendo que existen diferencias significativas entre ambos conjuntos de datos, es decir, el método de mejora continua influye positivamente en la tasa productiva de la obra.

TASA DE PRODUCTIVIDAD TEÓRICA - PRÁCTICA Y TASA DE PRODUCTIVIDAD REAL

Se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable "Diferencia TPráctica", que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos valores mayores a 0.05, los datos siguen una distribución normal.

Tabla 67

Resultados de prueba de normalidad de variable "Diferencia TPráctica"

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia_TPráctica	,190	11	,200	,887	11	,128

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación:

Se observa que en ambas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) obtenemos un valor de significancia mayores a 0.05, concluyendo que los datos siguen una distribución normal. Se usa la prueba paramétrica de T de student para muestras relacionadas.

Tabla 68

Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas

	T	gl	Sig. (bilateral)
TP_TPráctica – TP_Real Mejora Continua	-6,496	10	0,000

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación

Con la obtención de un valor de significancia asintótica (p valor) de 0,000, menor a 0.05, y conforme a nuestra regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis del investigador (H_i), concluyendo que existen diferencias significativas entre ambos conjuntos de datos, es decir, el método de mejora continua influye positivamente en la tasa productiva de la obra.

MOTONIVELADORA CAT 140H

COMPARATIVO ENTRE TASA PRODUCTIVA TEÓRICA Y TASA PRODUCTIVA REAL – MEJORA CONTINUA

Con los datos de ambas mediciones, se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable “Diferencia Teórica”, que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos valores mayores a 0.05, los datos siguen una distribución normal.

Tabla 69*Resultados de prueba de normalidad de variable "Diferencia Teórica"*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Teórica	,513	8	,000	,418	8	,000

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación:

Se observa que en ambas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) obtenemos un valor de significancia menores a 0.05, concluyendo que los datos no siguen una distribución normal. Se usa la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon.

Tabla 70*Resultados de prueba de rangos con signo de Wilcoxon.*

	Rendimiento_real-Rendimiento teórico
Z	-2,714 (se basa en rangos negativos)
Sig. asintótica(bilateral)	0,007

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación

Con la obtención de un valor de significancia asintótica (p valor) de 0.007, menor a 0.05, y conforme a nuestra regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula (H_0), y se acepta la hipótesis del investigador (H_i) concluyendo que existen diferencias significativas entre ambos conjuntos de datos, es decir, el método de mejora continua influye positivamente en la tasa productiva de la obra.

TASA DE PRODUCTIVIDAD TEÓRICA - PRÁCTICA Y TASA DE PRODUCTIVIDAD REAL

Se realiza la prueba de normalidad para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis a utilizar (Paramétrica o no paramétrica). Se realiza esta prueba en la nueva variable "Diferencia TPráctica", que consiste en la diferencia entre los datos de ambas variables. Si en los valores de significancia (Sig.) obtenemos valores menores o iguales a 0.05, concluiremos

que los datos no siguen una distribución normal; si obtenemos valores mayores a 0.05, los datos siguen una distribución normal.

Tabla 71

Resultados de prueba de normalidad de variable "Diferencia TPráctica"

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia_TPráctica	,275	8	,075	,865	8	,134

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación:

Se observa que en ambas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) obtenemos un valor de significancia mayores a 0.05, concluyendo que los datos siguen una distribución normal. Se usa la prueba paramétrica de T de student para muestras relacionadas.

Tabla 72

Resultados de prueba T de student para muestras relacionadas

	T	gl	Sig. (bilateral)
TP_TPráctica – TP_Real Mejora Continua	-,107	7	,918

Nota. Datos procesados con SPSS ver. 26

Interpretación

Con la obtención de un valor de significancia asintótica (p valor) de 0,918, mayor a 0.05, y conforme a nuestra regla de decisión, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis del investigador (H_i), concluyendo que no existen diferencias significativas entre ambos conjuntos de datos, es decir, el método de mejora continua no influye positivamente en la tasa productiva de la obra.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al comparar los resultados con la investigación realizada por Roncancio (2018), en Colombia, quien realizó la investigación denominada: productividad de la mano de obra de las construcciones en proyectos viales, en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en donde el investigador realizó un seguimiento de la mano de obra presente en la construcción de dos ramales, en el cual se midió la productividad de la obra teniendo en cuenta la filosofía Lean y sus principios, influyendo positivamente en la productividad de la mano de obra. En ese sentido al comparar con los resultados obtenidos en la presente investigación se ha demostrado que al aplicar el método “Mejora Continua” la tasa de productividad de la ejecución de la Carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli también ha mejorado aproximadamente en un promedio del 15% al 20%, el cual demuestra que las nuevas filosofías de gestión de proyectos en el campo de la construcción están dando resultados positivos.

Igualmente al comparar con los resultados de la investigación realizada por Ardila (2018), denominada: análisis de la constructabilidad con oportunidad de mejora en los procesos de planeación y ejecución en proyectos de construcción de infraestructura vial en Bogotá, en la Universidad La Gran Colombia, cuyo resumen nos dice que hoy en día se reconoce dentro de empresas constructoras, un alto porcentaje de fallas y fracasos en la realización de obras, las cuales no se entregan en los tiempos estipulados y programados con anterioridad y dando paso a retrasos y generación de costos para disminuir el impacto del incumplimiento en la programación genera en los proyectos de construcción que los recursos no sean utilizados óptimamente y que en la etapa ejecución del proyecto. Efectivamente se pudo implementar una metodología de mejora de lo procesos de planeación y ejecución de proyectos en relación al presente informe se corrobora que en la ejecución de obras especialmente viales tal es el caso de la obra Carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli en donde el tema administrativo y social afectó en forma ostensible la

ejecución del proyecto vial, en la presente obra se presentaron también retrasos debido al factor social especialmente, es decir pobladores que fueron afectados en sus cultivos y terrenos, el cual no permite el avance de la obra.

También al comparar los resultados con la investigación de Zegarra (2020) en Arequipa, quien realizó el estudio “diagnóstico y evaluación de indicadores generales de productividad en obras de edificaciones multifamiliares en la ciudad de Arequipa”, en la Universidad Católica San Pablo, Arequipa, en donde nos refiere que en los últimos años la industria de la construcción viene tecnificándose mediante la aplicación de nuevos sistemas constructivos, innovadores materiales de construcción, así como la implementación de nuevas filosofías, metodologías y sistemas de gestión que buscan optimizar los procesos de producción; tal como es el caso de la implementación de filosofía del Lean Construction, que en el Perú ha marcado un avance significativo para la gestión eficiente de las obras de construcción, pero que comparada con países vecinos como Chile y Colombia, aún no ha logrado los resultados esperados; en ese sentido, la presente investigación busca realizar un diagnóstico y evaluación de la productividad en obras de edificaciones multifamiliares de la ciudad de Arequipa con la finalidad de analizar su estado actual y plantear líneas de acción que permitan su mejora. En el presente trabajo de investigación, para el levantamiento de información, se utilizó el formato de indicadores generales de productividad y se aplicaron cuestionarios a los principales involucrados, para identificar los factores que determinan los niveles productividad en las obras de edificaciones multifamiliares. De los resultados de la investigación, se evidenció que el trabajo productivo representa sólo un 31.95% del tiempo total de ocupación de los trabajadores y que el trabajo no productivo representa un 31.19%, identificándose que este alto índice de improductividad se asocia a una mala gestión del proyecto que se caracteriza por ineficientes procesos de planificación de los trabajos y procesos constructivos deficientes. En sentido en el caso de la presente investigación la tasa de productividad de la ejecución de la Carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli presente se orientó a la productividad de la línea amarilla en donde el porcentaje de productividad ha mejorado de un 15% al

20%, corroborándose que al detectar con anticipación los tiempos no productivos de la maquinaria y operadores se puede mejorar la productividad.

Con los autores Flores y Ramos (2018), en Arequipa quienes realizaron el estudio: análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa, que no dice que la ciudad de Arequipa se encuentra en constante crecimiento y requiere obras de infraestructura cada más importantes para su desarrollo, se sabe que un problema recurrente es que las obras no terminan en el plazo ni en con el presupuesto establecido, esto se debe al alto nivel de incertidumbre de productividad actual, por lo tanto conocer el nivel de la productividad y sus causas es necesario para tomar acciones correctivas, básicamente aplicaron la filosofía LEAN COSNTRUCTION en 10 obras de infraestructura vial, mostrando los procedimientos para cada una de las herramientas empleadas y sus variaciones según las características de las obras. Los resultados de la productividad según el flujo de procesos de las obras evaluadas; relación entre el proceso constructivo y la productividad; relación entre el nivel de gestión y la productividad y por ultimo relación entre la productividad por ratios y la productividad basada en flujos, gracias a estos análisis encontramos que la productividad en obras de infraestructura vial en la ciudad de Arequipa es de 27% entre otros valores, es decir en la ejecución de obras viales se está sistematizando al utilizar métodos y filosofías para mejorar la productividad en este caso al comparar con los resultados de la presente investigación ejecucula carretera Pucapampa-Paucará, Huancavelica, utilizando el método de mejora continua se pudo mejorar las tasas de producción en el intervalo de 15% al 20%, el cual es significativo desde el punto de vista avance de obra y optimización del costo directo.

CONCLUSIONES

Objetivo específico N° 1

Se calculó la tasa productiva mediante el método teórico y luego también por el método teórico práctico cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 73

Tasa productiva

MAQUINARIA LINEA AMARILLA	TASA PRODUCTIVA
a. Tractor Oruga Shantui SD22	- Tasa Productiva Teórica= 403,93 m3/día - Tasa Productiva Teórico Práctico= 504,12 m3/día
b. Excavadora CAT 330	- Tasa Productiva Teórica= 299,98 m3/día - Tasa Productiva Teórico Práctico= 569,91 m3/día
c. Rodillo Liso HAMM 160HP	- Tasa Productiva Teórica= 1120,00 m3/día - Tasa Productiva Teórico Práctico= 668,52 m3/día
d. Motoniveladora CAT 140H	- Tasa Productiva Teórica= 266,67 m3/día - Tasa Productiva Teórico Práctico= 267,96 m3/día

Objetivo específico N° 2

Al aplicar la filosofía de “mejora continua” en la Carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli, obtuvimos en promedio tasas productivas mayores, los cuales detallamos en la siguiente tabla.

Tabla 74

Tasas productivas

MAQUINARIA LINEA AMARILLA	TASA PRODUCTIVA
a. Tractor Oruga Shantui SD22	• Tasa Productiva Real-Método Mejora Continua= 476,00 m3/día
b. Excavadora CAT 330	• Tasa Productiva Real-Método Mejora Continua= 569,89 m3/día
c. Rodillo Liso HAMM 160HP	• Tasa Productiva Real-Método Mejora Continua= 1171,80 m3/día
a. Motoniveladora CAT 140H	• Tasa Productiva Real-Método Mejora Continua= 291,80 m3/día

Objetivo específico N° 3

Al comparar las tasas productivas en todos los casos se observa que las tasas productivas en general han mejorado usando el método de mejora

continua a continuación se detalla en la línea amarilla.

Tabla 75

Tasas productivas

MAQUINARIA LINEA AMARILLA	Tasa Prod. Teórica (m3/día)	Metodo Mejora Continua(m3 /día	Porcentaje de Mejora/%)	Tasa Productiva Teórica Practica (m3/día)	Metodo Mejora Continua (m3/día)	Porcentaje de Mejora/%)
a. Tractor Oruga Shantui SD22	403.93	476	15.14	504.12	476	-5.91
b. Excavadora CAT 330	299.98	569.89	47.36	569.91	569.81	-0.02
c. Rodillo Liso HAMM 160HP	1120	1171.8	4.42	668.52	1171.8	42.95
a. Motoniveladora CAT 140H	266.67	291.8	8.61	267.96	291.8	8.17

En el caso del Tractor Oruga Shantui SD22 no se ha mejorado en ya que se tuvo los mayores inconvenientes en este frente debido a fallas mecánicas. Por lo demás si hubo una mejora sustancial llegándose en el mejor de los casos hasta en 47%de mejora.

RECOMENDACIONES

Objetivo específico N° 1

Se recomienda evaluar la tasa de productividad en las demás partidas para tener una visión integral en toda la obra y poder identificar las partidas críticas, teniendo en cuenta en la línea amarilla del movimiento de tierras si fue significativo.

Objetivo específico N° 2

Con los resultados obtenidos recomendamos el uso del método Mejora Continua el cual permite optimizar la productividad, básicamente mejoran las tasas de productividad de la línea amarilla.

Objetivo específico N° 3

Al analizar y evaluar la tasa de productividad real usando el método “Mejora Continua” en comparación con las demás tasas tanto teórica como teórico práctico, podemos afirmar que se obtuvieron en general mejores resultados, recomendando su uso para otros proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación - Introducción a la metodología científica. Caracas, Caracas, Venezuela: Epísteme.
- Del Aguila R, P. (1999) Manual Del Usuario Merliner™. Metodología para la Determinación de la Rugosidad de los Pavimentos. Lima -Perú
- Balarezo, J. (2017). Evaluación estructural usando viga Belkeman aplicada a un pavimento. Piura, Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Banco Mundial. (s.f). Extendiendo a la pobreza. Obtenido de Grupo del Banco Mundial BIRF- <https://www.bancomundial.org/es/topic/sanitation>
- Bustos, Guillermo. La estación total. [En línea]. <https://civilgeeks.com/2017/09/05/la-estacion-total-topografia-ii-ingguillermo-n-bustos/> [Consulta: 04/2021].
- Esteban, J. (2018). Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “WHITETOPPING” – calle Moquegua, Omate– Moquegua, 2017. Trujillo, La Libertad, Perú.
- Fonte, R., & Tadeu, B. (2015). 2do Congreso interamericano de pavimentos de concreto, estudio da aderencia entre o concreto de cimento portland e concreto asfálticos para fins de utilizacao em pavimentos de Whitetopping ultradelgado. Sao Paulo: Brazil.
- Gasca L, J. (2008) cálculo y ajustes aplicados a la solución de problemas topográficos. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gutiérrez, E. (2012). Whitetopping - una alternativa de solución. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Foncal. (2006). Tipos de tuberías plásticas, diferencias y sus usos. Obtenido de Grupo Foncal - Noticias: <https://www.foncal.es/tuberias-y-accesorios/tipos-de-tuberias-plasticas-diferencias-y-sus-usos/#:~:text=Tuber%C3%ADas%20de%20polietileno,el%20polietileno%20es%20m%C3%A1s%20flexible.>
- Fonte, R., & Tadeu, B. (2015). 2do Congreso interamericano de pavimentos de concreto, estudio da aderencia entre o concreto de cimento portland e concreto asfálticos para fins de utilizacao em pavimentos de Ehitetopping ultradelgado. Sao Paulo: Brazil.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2013). Metodología de la Investigación. (E. O. Panda, Ed.) Mexico D.F, Mexico, Mexico: Mc Graw Hill.

- Instituto Nacional de Vías (INVIAS) (2007). Normas de ensayo para materiales de carreteras. Bogotá.
- LLanovarced, M. (2014). Utilización del método Whitetopping Ultra delgado para rehabilitación de pavimentos asfálticos tramo La Paz - Cotapata. Cotapata, La Paz, Bolivia: Universidad de Bolivia.
- Maltez, J. (2006). Análisis comparativo de costos en la rehabilitación de pavimentos para carreteras. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- MTC. (2003). Reglamento Nacional de Vehículos Decreto Supremo N° 058-2003-MTC. Lima, Lima, Perú: Minsiterio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC. (2013). Manual de carreteras, suelo, geología, geotécnia y pavimentos. Lima, Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC. (205). Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. Lima, Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MVCS. (2008). Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Lima, Lima, Perú.
- Orell, E. (2009). Rehabilitación de pavimentos asfálticos con capas delgadas de hormigón Whitetopping. Valdivia, Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Ortiz, A. (2017) Instructivo del proceso constructivo de una vía en pavimento flexible
- Ruiz, J. (2006). Aplicación en Chile de pavimentos delgados de hormigón. Santiago de Chile, Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Ureta, Y. (2018). Utilización de Ultra-Thin Whitetopping como método de rehabilitación de pavimentos asfálticos en la ciudad de Tacna. Tacna, Tacna, Perú: Universidad Privada de Tacna.
- Sakai Heavy Industries. (2017). *Calculation of tractor performance in earthmoving applications*. Sakai.
- Putzmeister. "Practical Guide to Heavy Equipment Operation and Performance." Putzmeister, 2018
- Mann, C., et al. "Heavy Equipment Operations and Efficiency: A Guide to Earthmoving Machinery." Wiley, 2015.
- Agricultural Machinery Handbook. (2016). *A guide to tractor performance calculations* (2nd ed.). Wiley.

Caterpillar Inc.. (2020). *Cat® 330 Large Hydraulic Excavator Specifications*. Recuperado de <https://www.cat.com>

Sánchez, R., et al. (2015). "Optimización en el rendimiento de la maquinaria pesada." *Revista de Ingeniería Civil*.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Esteban Simón, Y. (2026). *Influencia de aplicación de la filosofía mejora continua en la productividad en la carretera Pucapampa – Paucará, Huancavelica – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

DOCUMENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 2443-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 17 de octubre de 2023

Visto, el Oficio N° 1512-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA MEJORA CONTINUA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA CARRETERA PUCAPAMPA-PAUCARÁ, HUANCVELICA 2023."**, presentado por el (la) Bach. **Yenifer ESTEBAN SIMON**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 988-2022-D-FI-UDH, de fecha 18 de mayo de 2022, perteneciente al Bach. **Yenifer ESTEBAN SIMON** se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Ericka Selene García Echevarría, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1512-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA MEJORA CONTINUA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA CARRETERA PUCAPAMPA-PAUCARÁ, HUANCVELICA 2023."**, presentado por el (la) Bach. **Yenifer ESTEBAN SIMON**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Secretario) y Mg. Charly Fernando Rodríguez Ponce (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA MEJORA CONTINUA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA CARRETERA PUCAPAMPA-PAUCARÁ, HUANCVELICA 2023."**, presentado por el (la) Bach. **Yenifer ESTEBAN SIMON** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Inés Montano Lozano
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANATO DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/eto.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 988-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de mayo de 2022

Visto, el Oficio N° 574-2022-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 346500-0000003262, de la Bach. **Yenifer ESTEBAN SIMON**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 346500-0000003262, presentado por el (la) Bach. **Yenifer ESTEBAN SIMON**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone a la Mg. Ericka Selene García Echevarría, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. **Yenifer ESTEBAN SIMON**, a la Mg. Ericka Selene García Echevarría, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Firma]
Ing. Ethel Johana Morano Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Firma]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg. Acad. – Interesado – Archivo.
BECREJEL/na.



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

DECANATO

**"Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"**

Huánuco, 18 de octubre de 2024

Sr(a):

YENIFER ESTEBAN SIMON

BACHILLER DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Presente. -

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a usted para hacer llegar mi saludo, a la vez informarle en relación a la solicitud presentada de ampliación de plazo para presentar el informe final de su trabajo de investigación (tesis) intitulado: **"INFLUENCIA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA MEJORA CONTINUA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA CARRETERA PUCAPAMPA-PAUCARÁ, HUANCVELICA 2023."**, se informa que se **ACEPTA** su petición por un lapso de 6 meses (del 18/10/2024 al 17/04/2025), en concordancia a lo estipulado en la resolución, en caso de superar este tiempo su trámite será declarado improcedente, debiendo optar otra modalidad de titulación.

Es en cuanto informo para su conocimiento y demás fines.

Atentamente;



c.c.
PAIC
Archivo

BLCR/nto

ANEXO 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Metodología	Población y muestra.	Análisis estadístico
Problema General. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de la filosofía “mejora continua” en la tasa de productividad de la ejecución de la Carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli? Problemas Específicos. ¿Cuál es la tasa de productividad de la ejecución de la carretera Carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli? ¿Se puede aplicar la filosofía de “mejora continua” en la Carretera Pucapampa-Paucará,	Objetivo general. Determinar la influencia de la aplicación de la filosofía “mejora continua” en tasa de la productividad en la ejecución de la Carretera Pucapampa- Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli, en referencia estudios de productividad a nivel nacional. Objetivos específicos. ✓ Determinar la tasa de productividad de la ejecución de la carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli. ✓ Aplicar la filosofía de “mejora continua” en la Carretera Pucapampa-	Hipótesis General La aplicación del método de “mejora continua” influye en la tasa de productividad de la carretera Pucapampa-Paucará. Hipótesis Específicas. ✓ La determinación de la tasa de productividad de la ejecución de la carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli nos permite poder mejorarla o no. ✓ Si aplicamos la filosofía de “mejora continua” en la Carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli podemos mejorar la productividad.	Variable dependiente. Tasa de Productividad en obras viales Variable independiente. Método de Mejora.	Tipo de investigación Enfoque. El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo Alcance o nivel Mixto: Descriptivo Correlacional Diseño. El presente estudio tiene un diseño transversal correlacional.	Población. Partidas de la obra en ejecución. Muestra Se tomó en cuenta el muestreo no probabilístico intencional, se tomó como muestra la partida de movimiento de tierras	• Histogramas • Medidas de Tendencia Central • Medidas de dispersión

región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli, para mejorar la productividad? Luego de la aplicación de la filosofía “mejora continua” influye en la tasa de productividad de la ejecución de la carretera Pucapampa-Paucará, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli?	Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli. ✓ Analizar y evaluar la tasa de productividad luego de la aplicación de la filosofía “mejora continua” de le ejecución de la carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli.	✓ Si analizamos y evaluamos la tasa de productividad luego de la aplicación de la filosofía “mejora continua” de le ejecución de la carretera Pucapampa-Paucara, región Huancavelica, provincia Huancavelica, distrito Yauli, podremos definir si es conveniente el uso de la metodología “mejora continua”.
--	--	---

ANEXO 3

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FORMATO DE HORAS TRABAJADAS DEL TRACTOR ORUGA SHANTUI 160HP

REGISTRO DE HORAS TRABAJADAS DE MAQUINARIAS 机械设备台时签证单										
设备型号TIPO DE EQUIPO: TRACTOR SOBRE ORUGA				设备型号MODELO: SHANTUI				日期FECHA:01/04/2024		
设备单位PROPIETARIO: CHINA ROAD & BRIDGE CORPORATION				RUC税号:				联系电话CONTACTO:		
编制日期FECHA DE EDITACIÓN:										
日期 FECHA	白班TURNO DE DIA		设备工作台时 HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	P-T001 备注 OBSERVACION	夜班TURNO NOCHE		设备工作台时 HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION
	开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL				开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL			
01/04/2024										
02/04/2024										
03/04/2024										
04/04/2024										
05/04/2024										
06/04/2024										
07/04/2024										
08/04/2024	5313, 9	5322, 5	8, 6	CAMPOS LANDEO JAVIER						
09/04/2024	5322, 5	5327, 9	5, 4	CAMPOS LANDEO JAVIER						
10/04/2024	5327, 9	5327, 9	0	CAMPOS LANDEO JAVIER						
11/04/2024	5327, 9	5327, 9	0	CAMPOS LANDEO JAVIER						
12/04/2024	5327, 9	5335, 4	7, 5	CAMPOS LANDEO JAVIER						
13/04/2024	5335, 4	5346	10, 6	CAMPOS LANDEO JAVIER						
14/04/2024	5346	5353, 8	7, 8	CAMPOS LANDEO JAVIER						
15/04/2024	5353, 8	5364	10, 2	CAMPOS LANDEO JAVIER						
16/04/2024	5364	5374, 7	10, 7	CAMPOS LANDEO JAVIER						
17/04/2024	5374, 7	5383, 1	8, 4	CAMPOS LANDEO JAVIER						
18/04/2024	5383, 1	5391, 7	8, 6	CAMPOS LANDEO JAVIER						
19/04/2024	5391, 7	5399, 5	7, 8	CAMPOS LANDEO JAVIER						
20/04/2024	5399, 5	5408, 6	9, 1	CAMPOS LANDEO JAVIER						
21/04/2024	5408, 6	5408, 6	0	CAMPOS LANDEO JAVIER						
22/04/2024	5408, 6	5408, 6	0	CAMPOS LANDEO JAVIER						
23/04/2024	5408, 6	5408, 6	0	CAMPOS LANDEO JAVIER						
24/04/2024	5408, 6	5414, 6	6	CAMPOS LANDEO JAVIER						
25/04/2024	5414, 6	5425, 3	10, 7	CAMPOS LANDEO JAVIER						
26/04/2024	5425, 3	5434, 4	9, 1	CAMPOS LANDEO JAVIER						
27/04/2024	5434, 4	5434, 4	0	CAMPOS LANDEO JAVIER						
28/04/2024	5434, 4	5434, 4	0	CAMPOS LANDEO JAVIER						
29/04/2024	5434, 4	5439, 4	5	CAMPOS LANDEO JAVIER						
30/04/2024	5439, 4	5448, 3	8, 9	CAMPOS LANDEO JAVIER						
白班 TURNO DE DIA	134, 40				夜 班 TURNO NOCHE	0, 00				134, 40

FORMATO DE HORAS TRABAJADAS DE LA EXCAVADORA 330, 216HP

 CONSORCIO HUANCVELICA CENTRO REGISTRO DE HORAS TRABAJADAS DE MAQUINARIAS 机械设备台时签 证单										
设备单位PROPIETARIO: CHINA ROAD & BRIDGE CORPORATION				设备型号MODELO: CAT 330GC			日期FECHA:01/04/2024			
编制日期FECHA DE EDITACIÓN:				RUC税号:			联系电话CONTACTO:			
日期 FECHA	白班TURNO DE DIA		设备工作台时H HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION	夜班TURNO NOCHE		设备工作台时H HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION
	开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL				开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL			
01/04/2024										
02/04/2024										
03/04/2024										
04/04/2024	1133	1137	4	CCOPA CELSO						
05/04/2024	1137	1142, 8	5, 8	CCOPA CELSO						
06/04/2024	1142, 8	1142, 8	0							
07/04/2024	1142, 8	1142, 8	0							
08/04/2024	1144	1152, 5	8, 5	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
09/04/2024	1152, 7	1155, 8	3, 1	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
10/04/2024	1155, 7	1164, 4	8, 7	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
11/04/2024	1164, 5	1173, 4	8, 9	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
12/04/2024	1173, 4	1176, 2	2, 8	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
13/04/2024	1176, 4	1181, 5	5, 1	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
14/04/2024	1181, 6	1188, 4	6, 8	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
15/04/2024	1188, 4	1196, 5	8, 1	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
16/04/2024	1196, 6	1205, 1	8, 5	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
17/04/2024	1205, 2	1215, 2	10	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
18/04/2024	1215, 3	1222, 6	7, 3	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
19/04/2024	1222, 7	1231, 4	8, 7	MACHUCA ABANTO EFRACIO						

20/04/2024	1231,7	1237,9	6,2	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
21/04/2024			0	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
22/04/2024	1237,9	1245,1	7,2	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
23/04/2024	1245,9	1250,1	4,2	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
24/04/2024	1250,2	1256,8	6,6	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
25/04/2024	1257,4	1267,5	10,1	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
26/04/2024	1274	1284,6	10,6	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
27/04/2024	1284,6	1284,6	0	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
28/04/2024	1284,6	1284,6	0	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
29/04/2024	1293,5	1299,2	5,7	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
30/04/2024	1299,3	1309,4	10,1	MACHUCA ABANTO EFRACIO						
白班 TURNO DE DIA	157,0 0					夜班 TURNO NOCHE	0,0 0			

FORMATO DE HORAS TRABAJADAS DEL RODILLO LISO HAMM 320

REGISTRO DE HORAS TRABAJADAS DE MAQUINARIAS机械设备台时签证单										
设备型号TIPO DE EQUIPO: RODILLO LISO HAMM				设备型号MODELO:320			日期FECHA: 01/04/2024			
设备单位PROPIETARIO: CHINA ROAD & BRIDGE CORPORATION				RUC税号:			联系电话CONTACTO:			
编制日期FECHA DE EDITACIÓN:										
日期 FECHA	白班TURNO DE DIA		设备工作台时H HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION	夜班TURNO NOCHE		设备工作台时H HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION
	开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL				开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL			
01/04/2024										
02/04/2024										
03/04/2024										
04/04/2024										
05/04/2024										
06/04/2024										
07/04/2024										
08/04/2024										
09/04/2024										
10/04/2024										
11/04/2024										
12/04/2024										
13/04/2024										
14/04/2024										
15/04/2024										
16/04/2024										
17/04/2024	2640	2644	4	DARLIN ROJAS ASPAJO						
18/04/2024	2644	2646	2	DARLIN ROJAS ASPAJO						
19/04/2024	2646	2650	4	DARLIN ROJAS ASPAJO						
20/04/2024	2650	2653	3	DARLIN ROJAS ASPAJO						
21/04/2024			0							
22/04/2024	2653	2656	3	DARLIN ROJAS ASPAJO						
23/04/2024	2656	2661	5	DARLIN ROJAS ASPAJO						
24/04/2024	2661	2664	3	DARLIN ROJAS ASPAJO						
25/04/2024	2664	2669	5	DARLIN ROJAS ASPAJO						
26/04/2024	2669	2673	4	DARLIN ROJAS ASPAJO						
27/04/2024			0							
28/04/2024			0							
29/04/2024	2673	2678	5	DARLIN ROJAS ASPAJO						
30/04/2024	2678	2685	7	DARLIN ROJAS ASPAJO						
白班 TURNO DE DIA	45, 00					夜 班 TURNO NOCHE	0, 00			

FORMATO DE HORAS TRABAJADAS DE LA MOTONIVELADORA CAT 140H

REGISTRO DE HORAS TRABAJADAS DE MAQUINARIAS机械设备台时签证单										
设备型号TIPO DE EQUIPO: MOTONIVELADORA				设备型号MODELO: 140H				日期FECHA: 01/4/2024		
设备单位PROPIETARIO: PROPIO				RUC税号:				联系电话CONTACTO:		
编制日期FECHA DE EDITACIÓN:										
日期 FECHA	白班TURNO DE DIA		设备工作台 时H HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION	夜班TURNO NOCHE		设备工作台H HORAS DE TRABAJO	操作手 NOMBRE DEL OPERADOR	备注 OBSERVACION
	开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL				开始时间 HORA INICIAL	结束时间 HORA FINAL			
01/04/2024										
02/04/2024										
03/04/2024										
04/04/2024										
05/04/2024										
06/04/2024										
07/04/2024										
08/04/2024										
09/04/2024										
10/04/2024										
11/04/2024										
12/04/2024										
13/04/2024										
14/04/2024										
15/04/2024										
16/04/2024	3291,8	3297,8	6	NIXON SANCHEZ						
17/04/2024	3297,8	3303,6	5,8	NIXON SANCHEZ						
18/04/2024	3303,6	3309,4	5,8	NIXON SANCHEZ						
19/04/2024	3309,4	3317,9	8,5	NIXON SANCHEZ						
20/04/2024	3317,9	3325,7	7,8	NIXON SANCHEZ						
21/04/2024			0	NIXON SANCHEZ						
22/04/2024			0	NIXON SANCHEZ						
23/04/2024	3325	3331	6	REHE						
24/04/2024	3331	3339	8	REHE						
25/04/2024	3339	3346	7	REHE						
26/04/2024			0	REHE						
27/04/2024			0	REHE						
28/04/2024			0	REHE						
29/04/2024			0	REHE						
30/04/2024			0	REHE						
			0							
白班 TURNO DE DIA	54,90					夜班 TURNO NOCHE	0,00			

ANEXO 4

PANEL FOTOGRÁFICO



Trabajos realizados la Excavadora.



Trabajos realizados por la Motoniveladora, junto al equipo técnico.



Trabajos realizados por la Excavadora, junto al maestro de obra.



Trabajos de Transporte de material excedente



Chaleco de la Empresa Consorcio Huancavelica Centro.

