

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y CALIDAD PARA
INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA
FÁBRICA DE ASFALTO, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Yordan Isael Acuña Atoche
Isahel Acuña Arrascue

Asesor:

Dr. Miguel Angel Rodríguez Alza
<https://orcid.org/0000-0002-1939-5343>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera	45236444
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Miguel Enrique Alcalá Adrianzen	17904461
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Enrique Martin Avendaño Delgado	1808774
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y CALIDAD PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA FÁBRICA DE ASFALTO, TRUJILLO 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	13%
2	Submitted to Universidad Sergio Arboleda Trabajo del estudiante	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad hasta el día de hoy ha estado conmigo.

A mi madre Jesica, quien con su dedicación, responsabilidad, paciencia, esfuerzo y amor me han acompañado hasta el día de hoy, y me han permitido llegar a cumplir este sueño.

A mi abuelita Rosa, quien, con su valentía y coraje, siempre supo darme un consejo gracias a su sabiduría y experiencia que la vida le dio, gracias por siempre estar a mi lado y nunca dejarme solo.

A mi tío Richard, quien fue como mi padre, y siempre estuvo a mi lado desde que tuve uso de razón, gracias, pero inmensas gracias, y sé que desde el cielo siempre estás apoyándome y cuidándome en todo.

A mi gran amigo Jhony, quien fue más que un amigo, fue una imagen paternal para mí, siempre dándome buenos consejos y su apoyo incondicional.

Al amor de mi vida Hayfer, que siempre me apoyó de manera incondicional aun sin ella saberlo, agradezco siempre su compañía y motivación hacia a mi persona.

AGRADECIMIENTO

Mi profunda gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia.

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Privada del Norte de Trujillo (UPN), a toda la facultad de ingeniería Industrial, a todos mis profesores, quienes con sus valiosas enseñanzas y conocimientos hicieron de mi un gran profesional y una gran persona. Gracias a cada uno de ustedes por su especial paciencia y dedicación.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	32
1.3. Objetivos	32
1.4. Hipótesis	32
1.5. Variables	32
1.6. Aspectos éticos	32
1.7. Operacionalización de variables	34
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	35
2.1. Tipo de investigación	35
2.2. Población y Muestra	35
2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	38
2.5. Procedimiento	38

CAPÍTULO III. RESULTADOS	74
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	78
4.1. Discusión	78
4.2. Conclusiones	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	34
Tabla 2. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos	35
Tabla 3. Instrumentos y métodos de procesamiento de datos	38
Tabla 4. Priorización por criterios	45
Tabla 5. Matriz de indicadores	46
Tabla 6. Matriz de criticidad de la planta de asfalto	51
Tabla 7. Puntaje de frecuencia de ocurrencia, NPR	52
Tabla 8. Puntaje de gravedad, NPR	52
Tabla 9. Puntaje de la dificultad para detectar la falla, NPR	52
Tabla 10. Matriz AMFE	53
Tabla 11. Calendario de mantenimientos	54
Tabla 12. Temario	55
Tabla 13. Cronograma	55
Tabla 14. Estudio de tiempos del despacho de la mezcla asfáltica a la obra en Av. Pumacahua	56
Tabla 15. Estudio de tiempos del abastecimiento de agregados desde la cantera en El Milagro	57
Tabla 16. Balance del transporte para abastecerse de agregados	58
Tabla 17. Balance del transporte para mover asfalto a la obra	59
Tabla 18. Lista de materiales	60
Tabla 19. Programa maestro	61
Tabla 20. MRP	62
Tabla 21. Lanzamiento de órdenes	67
Tabla 22. Cronograma de la capacitación- Asfalto	69
Tabla 23. Cronograma de capacitación - MRP	71
Tabla 24. Cotización de la máquina de prueba de estabilidad del asfalto	72
Tabla 25. Flujo de caja	73
Tabla 26. Estado de resultados	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Destilación del petróleo.....	13
Figura 2. Consumo per cápita de cemento en América Latina 2019 (kilos/habitante).....	14
Figura 3. Determinación del cuello de botella en el proceso.....	16
Figura 4. Procedimiento de investigación.....	38
Figura 5. Organigrama.....	39
Figura 6. Layout actual.....	40
Figura 7. Mapa de procesos.....	41
Figura 8. Cadena de valor.....	42
Figura 9. Diagrama de actividades actual.....	43
Figura 10. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa.....	44
Figura 11. Pareto de causas raíz de la problemática.....	45
Figura 12. BOM.....	60
Figura 13. Máquina de prueba de estabilidad del asfalto.....	72
Figura 14. Pérdida por CR1. Deficiente mantenimiento preventivo.....	74
Figura 15. Pérdida por CR2. Deficiente balance de transporte de materiales.....	75
Figura 16. Pérdida por CR3. Deficiente planeamiento de abastecimiento.....	75
Figura 17. Pérdida por CR4. Falta de capacitación.....	76
Figura 18. Rentabilidad de la propuesta.....	76
Figura 19. Ingresos netos.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costo de mezcla asfáltica Premium	84
Anexo 2. Costo imprimante	85
Anexo 3. Planilla.....	86
Anexo 4. Tarjetas maestras del plan de mantenimiento	87
Anexo 5. Pruebas de calidad de asfalto en laboratorio externo	98
Anexo 6. Capacitación en procesos de asfalto	99
Anexo 7. Capacitación de Tecsup, para mecánicos, en mantenimiento preventivo	102
Anexo 8. Planta de asfalto	106
Anexo 9. Cargado de volquetes	106
Anexo 10. Mezcladora de asfalto	107
Anexo 11. Transportadores	108

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito general implementar una propuesta de mejora en el mantenimiento de plantas de asfalto, logística y control de calidad utilizando medios técnicos industriales para incrementar la rentabilidad, ya sea por causa de mantenimiento preventivo insuficiente, transporte balanceado insuficiente, planificación de entrega insuficiente y falta de capacitación. Identifiqué el problema, objetivos, hipótesis y variables, utilicé mantenimiento, logística y gestión de calidad, utilicé herramientas como mantenimiento preventivo, balanceo de línea, MRP y capacitación, implementé sugerencias de mejora para cada causa raíz. Se elaboró un diagrama de Ishikawa, centrándose en aquellos de mayor impacto en el resultado de la empresa, un total de 4. Las propuestas de mejora se basaron en la introducción de herramientas de diseño industrial, que permitieron eliminar o reducir funciones. no agregaba ningún valor a la empresa, provocando la insatisfacción de los clientes. Aplicando estas mejoras la utilidad total fue de S/ 26 382 y la pérdida de S/ 11 705. La utilidad mejoró en 0.85%. VAN costaba S/1868. TIR, 69,74%; Beneficio-coste 1,35 y retorno de la inversión (PRI), 10 meses. Estos indicadores indican la idoneidad de la propuesta.

Palabras clave: mantenimiento, logística, calidad, rentabilidad, asfalto.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El asfalto, es un material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Se utilizan principalmente en aplicaciones viales. Son sólidos a temperatura ambiente y se clasifican por su consistencia de acuerdo al grado de penetración o por su viscosidad. En el Perú se utiliza la clasificación por penetración a 25°C, en Pen 60/70, 85/100 y 120/150.

Son recomendados para la construcción de carreteras, autopistas, caminos y demás vías y forman parte de la capa estructural de una vía, brindando propiedades de impermeabilidad, flexibilidad y durabilidad aún en presencia de los diferentes agentes externos tales como el clima, la altura, la temperatura ambiental y condiciones severas de tráfico. Resulta la forma más efectiva para construir y pavimentar carreteras. Su costo inicial es menor que usando concreto y su culminación será más rápida (Repsol, 2020)

Varía fácilmente de sólido a semisólido e incluso a líquido viscoso, según la temperatura y presenta muy buenas características de adherencia, óptima ductilidad, plasticidad y elasticidad que le otorgan gran manejabilidad y adecuación a cada condición de clima. Además, es muy resistente al agua y a la mayoría de ácidos y álcalis (Petroperú, 2022)

El asfalto es un componente natural de la mayor parte los petróleos. Su nombre deriva de la lengua que se hablaba en las orillas del Tigris superior de Asia entre los años 1400 y 600 A.C. En esta zona se encuentra la palabra “sphalto”, que significa “durable”. Es uno de los materiales de construcción más antiguos que el hombre ha utilizado, por sus excelentes propiedades impermeabilizantes, adhesivas y de preservación que tenía. En la Biblia se menciona su uso a propósito del Arca de Noé, la Torre de Babel, la Cuna de Moisés o las Murallas de Jericó. En la edad media se lanzaba con catapulta y en forma de baños incandescentes. (Vélez, 2020)

Luego del 1907, el asfalto por refinamiento del petróleo sobrepasó el uso de asfalto natural de yacimientos. Con la masificación del uso del automóvil, se requirió más y mejores carreteras, lo cual se enfatizó luego de la segunda guerra mundial. (arquintex.com). En 2020, El asfalto fue el producto número 883 más comercializado en el mundo, por un total de \$1,03MM. El comercio de Asfalto representa 0,0062% del total de comercio mundial (Cortés, 2018)

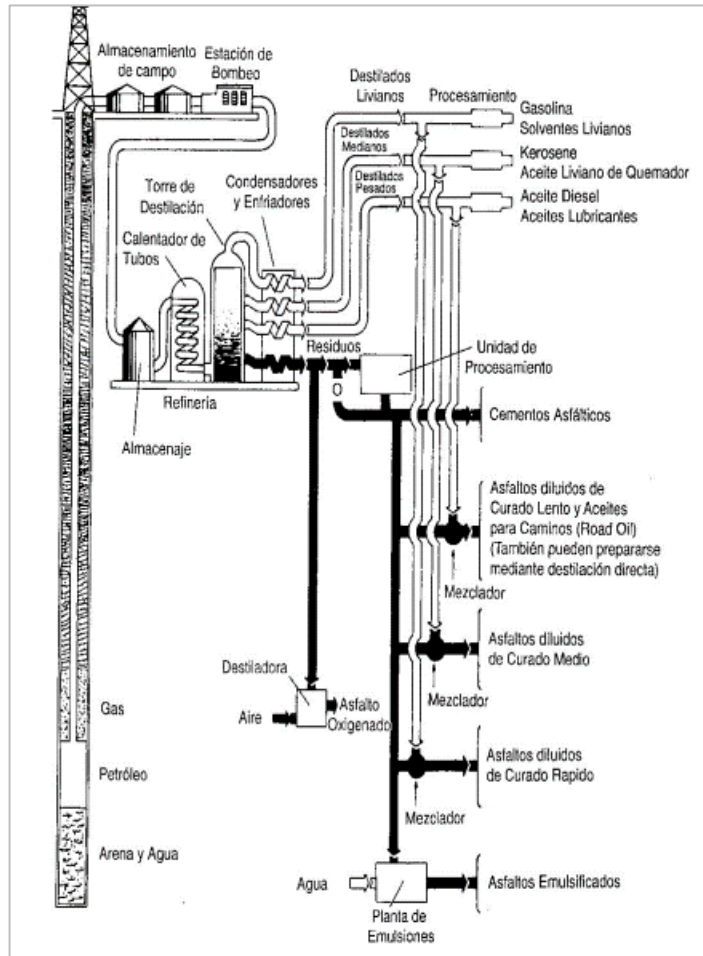


Figura 1. Destilación del petróleo

Fuente. Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del *Asphalt Institute*. Serie de Manuales N° 22 (MS-22).

Los principales fabricantes de máquinas mezcladoras de asfalto se encuentran en China, América del Norte, Europa y Japón. Las principales marcas son Marini, Lintec, Wirtgen, Ammann, Astec, etc.

En el año de redacción de la tesis, 2021, el precio del cemento asfáltico aumentó un 11,3%; explicado por el aumento del petróleo en el mercado internacional (INEI, 2021)

En Perú, entre 2001 y 2014, el consumo per cápita creció de manera continua e ininterrumpida a un promedio de 8,4% anual. Según CAPECO, la Cámara Peruana de la Construcción, el consumo de cemento en el país es uno de los principales indicadores que explican el nivel de desarrollo económico y social del país. Esta tendencia positiva se revirtió entre 2015 y 2017, cuando los indicadores de crecimiento fueron negativos. : -3,3% en 2015, -3,5% en 2016 y -4,2% en 2017. Un año después, esta cifra se recuperó significativamente hasta el 6,5%, pero en 2019 hubo un aumento del 0,2% y fue de 354 kilogramos per cápita, lo que ayudó a la Federación Interamericana del Cemento (FICEM) a ubicar al Perú entre los tres países con mayor desempeño. consumo de cemento en América Latina, sólo por detrás de Guadalupe y Martinica (476 kilogramos) y Guatemala (428 kilogramos). (elcomercio.pe)

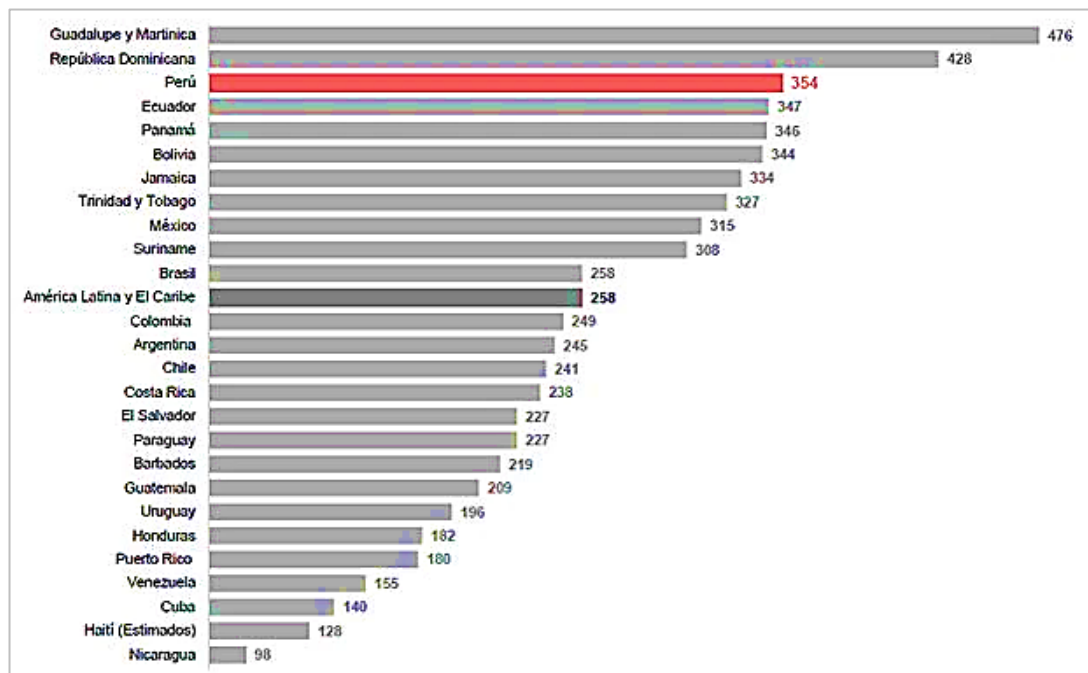


Figura 2. Consumo per cápita de cemento en América Latina 2019 (kilos/habitante)

Fuente. Federación interamericana del cemento (FICEM)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, señaló que la meta al 2021 es asfaltar el 100% de la red vial nacional, que significa el pavimentado de 6,956 kilómetros de nuevas vías, en beneficio del desarrollo del interior del país (Agencia Peruana de Noticias, 2018)

La planta de procesamiento de asfalto en caliente, donde se realiza la presente tesis, está ubicada en el distrito de la Esperanza, provincia de Trujillo.

El estudio, trata sobre la producción y abastecimiento de 14,800 M³ de asfalto, repartidos de acuerdo a un plan de entregas, entre los meses de mayo, junio, julio y agosto del 2021, para el proyecto de pavimentado de la avenida Pumacahua, de ese distrito. Este volumen obliga a que la planta opere al máximo de su capacidad y tiene muy poca holgura para demoras, que se traducen en incumplimiento de la fecha de entrega y el pago de una penalidad de S/3,500 diarios.

Su insumo principal es el pen asfáltico pen 60/70, producto del destilado de hidrocarburos, que es abastecido por la refinería de Conchán, al sur de Lima. Se le llama asfalto de petróleo o asfalto para carreteras, es el material por excelencia para la pavimentación, en virtud de sus propiedades y características. Es un material altamente cementante, termoplástico, repelente al agua y es resistente al ataque de la mayoría de los ácidos, álcalis y sales. Es utilizado principalmente en aplicaciones viales. Son sólidos en temperatura ambiente y se clasifican por su consistencia de acuerdo al grado de penetración o por su viscosidad. En el Perú se utiliza la clasificación por penetración a 25°C. Su transporte es en cisternas de 28 M³, previstos de un serpentín para vapor que, en la planta procesadora en Trujillo, se conecta al caldero, calentándolo para hacerlo menos viscoso, de modo que pueda ser succionado por una bomba hasta la mezcladora, donde de manera continua, se homogenizará con los agregados rocosos y cemento.

Esta caldera tiene un *manifold* con tres salidas de vapor, que pueden calentar la misma cantidad de recipientes al mismo tiempo. Este procedimiento toma 36 horas para cada tanque. A esto, se le adicionan 24 horas de viaje desde Lima, incluyendo el carguío en la refinería.

Se tiene registrado solo una oportunidad, en los cuatro meses que duró la ejecución de este proyecto, en la que falló el abastecimiento de pen, producto de un planeamiento empírico del carrusel del transporte, que no calculó debidamente este complejo *lead time* y que alargó la entrega de la obra en un día, haciéndose acreedores a una penalidad de S/3,500, que es la multa por día de atraso.

Los agregados de arena y gravilla, proceden de una cantera del Milagro, desde donde se transporta en volquetes de 7 M³. El tiempo estándar de carga; desplazamiento desde la cantera; descarga en la planta y retorno a la cantera, para cargar nuevamente, es 3.01 horas.

La empresa, hizo un cálculo demasiado ajustado, producto de no haber realizado previamente, un estudio de tiempos, con lo cual, el número de unidades alquiladas para el movimiento de los agregados, dividido entre el teórico, que realmente se necesita, dio una eficiencia de servicio de 94.22%, que determinó un retraso de 4.6 días y una penalidad de S/17,500.

El cemento se compra en un depósito de Cementos Pacasmayo. Con este material, nunca ha habido problemas de rotura de stock.

El pen 60/70 es procesado junto con el resto de insumos, en una mezcladora continua en caliente, donde se dosifica automáticamente, en este caso, 9.4% de pen y 90.6% de agregados y, *filler*, haciendo una masa de textura bituminosa y pegajosa, a 150°C, que va siendo cargada en volquetes de 15 M³. La mezcla asfáltica debe ser recibida, a temperatura no menor a 85°C, para no perjudicar sus características de adherencia.

El tiempo estándar de llenado de un volquete con asfalto, es 38 minutos. La empresa, de manera similar que, con los agregados, ha alquilado volquetes para la rutina de cargado en la planta; recorrido a la obra en la avenida Pumacahua; descarga y retorno a cargar nuevamente.

Este cálculo también ha sido hecho de forma demasiado ajustada, por una política de ahorro mal entendida, determinando una eficiencia del servicio, medido como el cociente del número de unidades alquiladas, entre lo técnicamente calculado con un estudio de tiempos, de 97.46%.

Al ser este índice de servicio, mejor que el del transporte de agregados, determina que este último, sea el cuello de botella en el procesamiento de la masa asfáltica.



Figura 3. Determinación del cuello de botella en el proceso

Por la naturaleza del proceso, la maquinaria requiere acciones preventivas, que no son proveídas oportunamente, causando que la producción tenga algunas paradas, que alargan el tiempo de entrega comprometido.

La maquinaria es sometida a un trabajo intensivo y el mantenimiento preventivo no es eficiente, como lo denotan sus indicadores. El Tiempo medio de reparaciones, MTTR, es 0.92 días y el Tiempo medio entre reparaciones, MTBF, es 19.47 días.

Ambos indicadores, determinaron que la Disponibilidad de esta máquina, sea 95.5%, alargando la fecha de entrega en dos días adicionales, causando una penalidad de S/7,000.

La estabilidad del asfalto, es la capacidad para resistir el desplazamiento y deformación bajo las cargas del tránsito de los vehículos. La empresa no la mide, por no estar equipada para ello, amparándose en la experiencia de su personal técnico. Eventualmente, cuando lo solicita el cliente, recurren a un laboratorio especializado externo de calidad, para constataciones o certificaciones.

La trabajabilidad, Es la facilidad con la cual una mezcla asfáltica puede ser colocada y compactada. La temperatura de la mezcla afecta la viscosidad del asfalto. Si está por debajo de 85°C, será difícil de trabajar. En el otro extremo, si estuviese sobre 150°C, estará muy pastosa e igualmente difícil de esparcir sobre el terreno. Ambas situaciones, además de la geometría de los agregados, causan que estos últimos, se segreguen, dejando un acabado demasiado áspero o con fisuras.

Esta imperfección, se remedia con el añadido de un imprimante, que es una mezcla en frío, de pen 60/70, arena fina y cemento *filler*, hecha en un trompo, que se esparce superficialmente, en capas de 9 milímetros, que luego es compactada por una aplanadora, para mejorar las características de la superficie del pavimento, reduciendo el deslizamiento de los vehículos. (ricoasphalt.com).

Esta operación, representa un sobrecosto para la empresa. En el proyecto de la avenida Pumacahua, se debió remediar 620 metros de pavimento, con un importe de S/10,087. Finalmente, se ha observado que, la facturación de energía eléctrica reactiva es muy alta. Duramente los meses que duró el proyecto, se pagó por este concepto, S/5,760.

1.1.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales

Gómez (2019) en su tesis “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la empresa ensamblajes S.A.”, producida por la Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, ofrece una solución para reducir los costos generados por paradas y mantenimientos correctivos en el taller de metalmecánica de Ensamblajes S.A. A través de la observación directa de las condiciones actuales de las máquinas, se determinó que las pérdidas por paradas e improductividad alcanzan los \$114,048 anuales debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo. La propuesta de Gómez se centra en implementar un plan de mantenimiento preventivo en el que se realicen tareas de mantenimiento en cada parte de las máquinas para reducir las paradas y las pérdidas, con una inversión anual de \$6,685 en materiales y repuestos. La implementación de este plan permitirá mantener las máquinas en buen estado, mejorar el rendimiento de los procesos operativos y entregar los pedidos a tiempo para generar mayores utilidades.

Cárdenas, Bocanegra y Moreno (2019) en su tesis “Propuesta mejora del plan de mantenimiento para una empresa de transporte público”, producida por la Universidad ECCI, Bogotá, Colombia, proponen una mejora en el plan de mantenimiento de una flota de buses del Servicio Integrado de Transporte Masivo. A través del análisis de las fallas más críticas de los elementos y sistemas de los buses del segmento Clase I en la ciudad de Bogotá, específicamente los buses Clase I con capacidad de 20 a 30 pasajeros con radio de acción urbano, se evidenció que las fallas funcionales generan retornos a los talleres por varadas y mantenimientos correctivos que aumentan los costos de mantenimiento y disminuyen la satisfacción de los clientes. Para mejorar la situación, Cárdenas, Bocanegra y Moreno proponen la implementación de un procedimiento de RCM, que permita realizar un análisis de modo de falla, efectos y criticidad (AMEF) y así evitar fallas críticas, incrementando la disponibilidad y confiabilidad de los buses y disminuyendo los costos de mantenimiento.

Antecedentes nacionales

Céspedes y Rojas (2020) en su tesis “Diseño de un plan de requerimiento de materiales y sistema de gestión de inventarios para reducir los costos operativos en la línea de producción de abrazaderas de la Factoría Sánchez S.A.C.”, producida por la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, realizaron un estudio con el objetivo de diseñar un sistema de gestión de inventarios y plan de requerimientos de materiales que permita minimizar los costos operativos en la empresa investigada. Su propuesta de implementar los sistemas MRP se evaluó y se obtuvo un VAN positivo de más de S/. 5000.00 y una TIR por mes de 29%, lo que demuestra los beneficios de aplicar dichos sistemas. Además, se señala que los sistemas MRP permiten a la empresa un mejor control de sus recursos y son beneficiosos a nivel financiero.

Cueva y Medina (2019) en su tesis “Diseño de un sistema de gestión de almacén e inventarios para reducir los costos operativos en el área del almacén de CCA-PERÚ SAC Cajamarca 2018”, producida por la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, cuya investigación es del tipo descriptiva, señalan que la empresa investigada muestra un mal manejo en operaciones como la gestión de inventarios, lo que genera muchos costos en stock que no se utilizan. Se propone utilizar la clasificación ABC por costos, rotación y tiempo de espera como solución, lo que se demuestra técnica y económicamente factible con un VAN de S/. 515,474.99 y una TIR del 55%, lo que indica que esta inversión es aconsejable ya que supera al valor de la tasa base (COK) establecida.

Antecedentes locales

Orihuela, Angulo y Jiménez (2020) en su tesis “Aplicación del balance de línea para incrementar la productividad de la línea de producción de espárrago verde en La Asociación Agrícola Compositan Alto – La Libertad 2020”, producida por la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Trujillo, Perú, tuvo como objetivo aumentar la productividad de la línea de producción de espárrago verde en la Asociación Agrícola Compositan Alto – La Libertad 2020. Tras un diagnóstico completo del proceso productivo, se determinó que era necesario equilibrar la carga laboral para aumentar la producción de 420 a 600 cajas por turno. Se utilizó un

enfoque pre y post prueba en campo con una población de 40 trabajadores y una muestra de 15 trabajadores. Como resultado, se logró un aumento en la producción a 601 cajas/turno, con una eficiencia del 95% y una productividad de la línea de producción de 11 a 13 cajas/persona, además de una disminución del tiempo muerto del 66.07% al 33.93%.

Flores, R. y Flores, N. (2017) en su tesis “Propuesta de mejora en el área de logística para reducir los costos operativos generados en los almacenes de la empresa carrocería Metalbus S.A.”, producida por la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, se llevó a cabo una investigación de orientación aplicada y diseño pre-experimental. La población de estudio estuvo formada por todas las áreas de la empresa y se seleccionó como muestra el área logística. El objetivo general de la investigación fue reducir los costos operativos generados en los almacenes de la empresa carrocería mediante la aplicación de propuestas de mejora en el área de logística. Las propuestas de mejora incluyeron la implementación de MRP, gestión de stocks, capacitación, un kárdex, layouts, un programa de 5S y un manual de organización de funciones. Gracias a la implementación de estas mejoras, fue posible reducir o eliminar sobrecostos y demoras en la entrega de los buses, evitando penalidades y aumentando la satisfacción del cliente. En total, se logró un ahorro de costos operativos de S/. 97,781.59, lo que representó una mejora del 97.01% de la pérdida económica de la empresa. Además, se obtuvo un VAN de S/. 1,945,676.87, un TIR de 79% y un B/C de 1.25.

Olivares y Tam (2017) en su tesis “Propuesta de un sistema de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes Rodrigo Carranza S.A.C.”, producida por la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú menciona que, con la propuesta de un sistema de Mantenimiento y Logística, explican que, al implementar un sistema de Mantenimiento y Logística, se consiguió un aumento en la rentabilidad de la empresa del 0.9%. Esta mejora se debe a que el sistema reduce la cantidad de fallas de las unidades de transporte debidas al mantenimiento correctivo, disminuye los tiempos de espera por la entrega de repuestos y aumenta la disponibilidad operativa de las unidades de transporte.

1.1.2. Bases Teóricas

Balance de línea

Según Niebel (2010), determinar el número de trabajadores a asignar a una línea de producción es similar al problema del número de trabajadores a asignar a una máquina, y se recomienda el uso de un diagrama de proceso en un grupo. Probablemente, la situación de equilibrio de línea ubicua más común es cuando varios operadores, cada uno de los cuales realiza funciones secuenciales, operan como una sola unidad. En esta situación, es claro que la velocidad de producción en la línea depende del operador más lento.

Según Rau (2012), el balanceo de línea es un método basado en sincronizar un grupo de estaciones y puestos de trabajo para balancear sus cargas. Este método tiene como objetivo reducir los tiempos de espera y el inventario en los procesos, reducir los tiempos de espera al recibir el trabajo de la ubicación anterior, reducir el inventario del proceso (retraso entre posiciones) y eliminar los cuellos de botella.

Objetivos del Balanceo de líneas:

- Asignar una carga de trabajo equilibrada entre diferentes estaciones o centros de trabajo para lograr una línea de producción balanceada (con carga de trabajo similar para cada estación de trabajo, cumpliendo con los requisitos de producción).
- Determinar el número de operarios necesarios para cada operación en función de los tiempos de las operaciones.
- Implementar un sistema de pago por productividad.

Capacitación

Según Chiavenato, I. (2011) a través de la capacitación y el desarrollo, las personas asimilan información, adquieren habilidades, desarrollan actitudes y comportamientos diferentes y elaboran conceptos abstractos. La mayoría de los programas de capacitación se enfocan en proporcionar información a los empleados sobre la organización, sus políticas y directrices, reglas y procedimientos, misión y visión, productos/servicios, clientes, competidores, entre otros aspectos. Esta información guía el comportamiento de las personas y las hace más eficaces en su trabajo. Algunos programas de capacitación se enfocan en el desarrollo de habilidades para mejorar la capacidad de los empleados en su trabajo, mientras que

otros buscan desarrollar nuevos hábitos y actitudes para lidiar con clientes internos y externos, el trabajo en sí mismo, subordinados y la organización en general.

La capacitación del personal no solo se limita a la inducción, sino que es un proceso constante y repetitivo que es esencial para una buena gestión empresarial. Capacitar implica proporcionar a los empleados las habilidades necesarias para realizar sus tareas de manera efectiva. Este proceso se divide en cuatro etapas:

- 1. Inventario de necesidades de capacitación:** se realiza un inventario de las carencias y necesidades de capacitación de la empresa.
- 2. Diseño del programa:** se crea un programa de capacitación que aborde todas las necesidades identificadas en la etapa anterior.
- 3. Implementación del programa:** se lleva a cabo el programa de capacitación diseñado, con el objetivo de satisfacer todas las necesidades de capacitación previamente identificadas.
- 4. Evaluación de los resultados:** se evalúan los resultados obtenidos después de la implementación del programa de capacitación.

Logística

En la actualidad, una de las mayores preocupaciones de las organizaciones es mantener un inventario preciso y actualizado en sus almacenes. Esta inquietud ha llevado a muchos profesionales a enfocarse únicamente en lo que tienen almacenado, descuidando el control del flujo de entrada de mercancías.

Para abordar esta problemática, existen diversas técnicas que una empresa puede utilizar para adquirir la cantidad de inventario necesaria para alcanzar o superar sus objetivos de ventas. Es importante destacar que estas técnicas son aplicables a cualquier tipo de negocio, independientemente de su tamaño, facturación, naturaleza o ubicación geográfica.

Entre las opciones disponibles para controlar el inventario, la reposición en base a mínimos y máximos se presenta como una alternativa efectiva. Este método funciona especialmente bien para productos como repuestos, materiales, partes y componentes en el sector industrial, donde los parámetros de consumo están claramente establecidos y el pedido máximo suele corresponder al consumo promedio semanal o mensual de un producto en particular.

Otra opción para controlar los inventarios es basarse en el presupuesto. En este enfoque, la empresa compra y consume en función de lo que se ha presupuestado previamente. Sin embargo, esta técnica puede generar pérdidas en las ventas debido a la aparición de pedidos no considerados o a coyunturas comerciales en las que la demanda de ciertos productos se dispara.

La tercera alternativa, y quizás la técnica más utilizada y efectiva, es trabajar con pronósticos de demanda. Este método se basa en un sistema de previsión de un evento futuro que por su naturaleza es incierto y aleatorio. Para generar pronósticos precisos, es importante considerar una serie de variables significativas:

- El historial de consumo o ventas permite identificar una tendencia en el movimiento de los productos, la cual puede ser lineal, potencial, logarítmica o sin tendencia. Esta información es relevante al utilizar modelos de pronóstico que dan prioridad o un peso determinado a esta información, pero es importante tener en cuenta que el historial no siempre refleja la tendencia futura de consumo o venta.
- El inventario actual es fundamental porque se debe pronosticar considerando lo que la empresa tiene en stock, ya que el objetivo es utilizarlo.
- Los pedidos pendientes por llegar son productos que aún no han llegado pero que una vez en el almacén, están destinados a atender un pedido o simplemente han sido adquiridos para reponer el stock. Si la meta es reducir el inventario, esta información debe ser considerada.
- El stock de seguridad debe ser considerado, ya que no todas las empresas tienen productos críticos que no se pueden obtener mediante una Orden de Compra Abierta debido al monto y volumen de la misma o porque el fabricante no tiene representación nacional. Es importante tener en cuenta que el stock de seguridad está relacionado con el consumo y/o venta.
- La cobertura de inventario está condicionada por la política de la empresa (niveles de ventas, presupuesto o disponibilidad de efectivo, etc.) y es una variable considerada en muchos pronósticos, ya que es lo que determina si se comprará o no.

- El Back Order y Back Log son variables similares, ya que la primera representa los pedidos no atendidos a punto de vencer y la segunda los ya vencidos. Son importantes al realizar los pedidos, ya que una vez que se tiene inventario, éste puede desaparecer debido a que no se ha considerado ningún Back.
- El tiempo de entrega de los proveedores marca el ritmo de la reposición. Si es de 60 días, más 20 días de tránsito debido a que es una importación, esta información debe ser considerada al calcular el pronóstico. La idea es contar con la mercadería a tiempo sin incurrir en pérdida de consumo y/o ventas.
- La previsión de ventas del área comercial es importante al generar pronósticos, ya que es el objetivo que el área comercial estima que se puede alcanzar. Esta información no se puede dejar de lado porque es la fuerza de ventas la que tiene contacto directo con los clientes, lo que significa que es información fresca y de primera mano (Vargas, M., 2015)

Mantenimiento

Gestión

Gestión se refiere a la adecuada administración de los recursos de una organización, aplicada a un sistema técnico y social que tiene como objetivo crear bienes o servicios para mejorar el nivel de vida de la humanidad (García Garrido, 2003)

¿Qué es el mantenimiento?

Es la función empresarial encargada de supervisar el estado de las instalaciones productivas y auxiliares y garantizar su funcionamiento a un costo mínimo (García Garrido, 2003)

Normas respecto al mantenimiento

En cuanto a las normas de mantenimiento, es fundamental conocer la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783 para cualquier responsabilidad en el mantenimiento, que establece la preponderancia de los aspectos preventivos en seguridad e higiene. Además, el mantenimiento puede ocasionar impactos ambientales, por lo que la protección del medio ambiente debe ser integrada en los procesos y la gestión eficaz y eficiente del mantenimiento se garantiza dentro de un sistema de gestión ambiental (SGA).

Tipos de Niveles de Mantenimiento

Mantenimiento Preventivo

Se puede describir el mantenimiento preventivo como un conjunto de actividades programadas de inspección, limpieza y calibración de los equipos que deben realizarse de forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. El objetivo es evitar fallas y mantener los equipos en óptimas condiciones de operación. Su finalidad es asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo, entendiendo la disponibilidad como la probabilidad de que un equipo funcione siempre que se necesite, y la confiabilidad como la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento requerido. (García Garrido, 2003; Duffuaa, Raouf, y Campbell, 2000).

Mantenimiento Correctivo y de Emergencia

Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo para solucionar los fallos o defectos que surgen en los equipos o maquinarias mecánicas cuando se presentan (Paéz, 2011)

Mantenimiento Predictivo

Busca monitorear continuamente el estado y la funcionalidad de las instalaciones, mediante el seguimiento de ciertas variables que representan su estado. Para aplicar este tipo de mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (como temperatura, vibración o consumo de energía) cuya variación pueda indicar problemas en el equipo. Este enfoque de mantenimiento es más tecnológico y requiere de medios técnicos avanzados, así como de un sólido conocimiento matemático, físico y técnico (García, 2003)

Costos de Mantenimiento

El costo de las reparaciones es un componente del precio final del producto, y siempre será un gasto que la empresa tendrá que asumir, independientemente de cómo se gestione el mantenimiento. Por lo tanto, es importante mantener los costos de mantenimiento lo más bajos posible. Estos costos se pueden dividir en diferentes categorías, como costos fijos, que son independientes del volumen de producción y aseguran el buen estado del equipo a medio plazo, costos variables que aumentan proporcionalmente con la producción y están compuestos por mano de obra y materiales necesarios para el mantenimiento,

costos financieros que dependen del valor de los repuestos y las amortizaciones duplicadas en empresas con equipos trabajando en paralelo, y costos de fallo que se producen debido a reparaciones inadecuadas y que provocan pérdidas en materia prima, producción y energía (Rey, 2001).

Objetivos del Mantenimiento

Se trata de garantizar la disponibilidad programada del equipo al menor costo posible, siguiendo las recomendaciones del fabricante en términos de garantía, uso, instalaciones y normas de seguridad. Para ello, se trabaja en:

- La continuidad de la operación.
- El tiempo de inactividad cuando se produce.
- El tiempo efectivo de reparación, que depende del diseño, herramientas disponibles y habilidades y formación del personal.
- El tiempo de espera para el soporte, que depende de la organización, sistemas y procedimientos, herramientas y talleres disponibles, documentación técnica, formación y suministro de piezas y/o repuestos.

El mantenimiento es crucial para la producción y la productividad de las empresas, y es una forma efectiva de mejorar la eficiencia, calidad y reducir costos y pérdidas, lo que optimiza la competitividad empresarial y su gestión empresarial excelente.

Gestión de Mantenimiento

La gestión moderna del mantenimiento industrial implica la aplicación de técnicas para el cuidado de la tecnología de los sistemas de producción durante su ciclo de vida, con el objetivo de utilizarlos con la máxima disponibilidad y al menor costo posible. Esto incluye una asistencia técnica eficaz, mediante la gestión y formación de competencias en el uso y mantenimiento de los sistemas, asegurando la disponibilidad planificada dentro de las recomendaciones de los fabricantes de los equipos e instalaciones.

La gestión del mantenimiento es crucial para garantizar la continuidad de la actividad operativa y evitar retrasos en el proceso debido a averías en las máquinas y equipos. Además, permite reducir costos optimizando el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para lograr esto, es esencial estudiar el modelo de organización que mejor se adapte a las características de cada

empresa, analizar la influencia de cada equipo en los resultados de la empresa y utilizar la mayor parte de los recursos en los equipos que tienen una mayor influencia.

En una gestión de mantenimiento, la planificación y programación son fundamentales y representan el punto de partida. Se deben imaginar y relacionar las actividades necesarias para lograr los objetivos y resultados esperados. A continuación, se describen las etapas de la gestión de mantenimiento:

- **Planificación.**

Se trata de un proceso que implica la definición de rutinas, procedimientos y la elaboración de planes detallados a largo plazo, generalmente semestrales o anuales, que incluyen la determinación de las operaciones necesarias, la mano de obra requerida, los materiales a utilizar, los equipos a utilizar y la duración de las actividades.

- **Programación.**

La programación es un proceso que implica establecer las frecuencias para la asignación del mantenimiento preventivo, las fechas programadas son esenciales para garantizar la disponibilidad continua de los equipos e instalaciones. Este proceso comienza con la solicitud y el envío de la orden de trabajo.

- **Ejecución, control y evaluación.**

La ejecución, el control y la evaluación son procesos administrativos que vinculan la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación. Su objetivo es garantizar el logro de los objetivos propuestos. En general, estos procesos permiten que las actividades se realicen tal y como fueron planificadas.

Indicadores de Mantenimiento

Según la autora María Gabriela Marcano Borromé (2013), dentro de los principales parámetros indicadores de mantenimiento se pueden mencionar:

- **Disponibilidad (D)**

Aptitud de un sistema, de cumplir una función requerida en un plazo determinado.

$$D = \text{TFR} / \text{TFP}$$

TFR : Tiempo de Funcionamiento Real

TFP : Tiempo de Funcionamiento Programado.

- **Confiabilidad (C)**

Probabilidad de buen funcionamiento de un sistema bajo ciertas condiciones y durante un período determinado. En otras palabras, es el tiempo promedio de funcionamiento entre fallas.

$$C = TF / Nf$$

TF : Tiempo de Funcionamiento

Nf : Numero de fallas.

- **Mantenibilidad (M)**

Es la duración promedio de las fallas.

$$M = Tf / Nf$$

Tf : Tiempo de fallas

Nf : Numero de fallas

- **MRP**

Hay muchos métodos de pronóstico diferentes que están relacionados con diferentes usos, por lo que nuestro método de pronóstico de uso debe elegirse cuidadosamente. Cabe señalar que no existe un método de pronóstico universal para todas las situaciones y escenarios. Las predicciones rara vez son precisas. Es raro que las ventas reales sean exactamente iguales a la cantidad pronosticada. Existen algunos métodos para mitigar las desviaciones más pequeñas del pronóstico, algunos con capacidad adicional, inventario o la capacidad de reordenar, pero las grandes oscilaciones pueden ser devastadoras. (Loreto, D.; 2011)

La demanda varía según el tipo de mercado, por lo que las empresas se encuentran en una situación incierta. De ahí la importancia de las previsiones de ventas (Bru, J., Escoto, R. y Sabater, J., 2004); que es una proyección estructurada del conocimiento pasado (Chapman, S. N., 2006); es decir, se convierten en una importante fuente de información para la previsión de la demanda de la forma más realista posible (Marín, J., García, J. y Gómez, O., 2013).

Los patrones de demanda se marcan según la actividad económica que se desarrolle y uno de ellos es la estacionalidad. Este tipo de demanda implica que existen dos periodos de demanda bien diferenciados: un periodo pico (alto consumo) y un periodo valle (fase de baja demanda). Las empresas con tales demandas suelen tener

limitaciones o sobrecapacidad, lo que provoca altos costos fijos que no se pueden pagar durante todo el año (Carruitero, P. B., 2011). En ese sentido, es imprescindible la necesidad de utilizar una metodología con base científica y herramientas para generar pronósticos más acertados y acordes a las diferentes actividades económicas con el fin de reducir los errores de pronóstico, ventas perdidas, inventarios y activos inmovilizados (Hernández, M., Chávez, T., & Miguel, C. 2015).

MRP es una técnica, un software que calcula los materiales y las cantidades necesarias a partir de una gran cantidad de desarrollo de productos. Así lo demuestra Víctor Tateishi, profesor del Diplomado en Gestión de Compras Internacionales de ESAN.

El término se refiere a la planificación de necesidades de materiales; (MRP). Es un sistema de planificación y gestión de inventarios cuyo propósito es mantener el inventario de productos de manera consistente y más rápida. Además, asegura que la mercancía esté siempre lista para producción o distribución, lo que facilita la planificación de órdenes de compra, entregas, fabricación, etc. Tateishi es un ejemplo de un caso: si el producto terminado tiene un desarrollo material o una lista de componentes tanto en cantidad como en especificación, cada uno debe registrarse.

Técnica de estudio de tiempo

Según Niebel (2010), en su libro Ingeniería industrial, estudio del tiempo y los movimientos, afirma que el estudio del tiempo es un arte y una ciencia. Para asegurar el éxito en este campo, el analista debe desarrollar la capacidad de infundir confianza, ejercer el juicio y crear un comportamiento cortés en todos aquellos con los que entra en contacto. Además, es importante que tu experiencia y educación hayan sido tales que puedas comprender y llevar a cabo completamente las diversas actividades asociadas con las diversas etapas de tus estudios. Estos elementos son la elección del operador, el análisis del trabajo y su división en elementos, el marcado de los valores de los elementos desgastados, la calificación del trabajo del operador, la determinación de las tolerancias de contacto. a él Según Caso (2006), es una técnica de medición del trabajo utilizada para registrar tiempos y ritmos de trabajo para elementos de tareas específicos bajo ciertas condiciones, para analizar datos y descubrir cuánto tiempo lleva completar una tarea. tarea de acuerdo con un estándar predeterminado de desempeño". Su propósito es registrar los tiempos utilizados,

observarlos directamente y con un dispositivo de tiempo (generalmente un cronómetro, aunque también se utilizan video y cronógrafo), evaluar su desempeño y comparar estos resultados con los estándares establecidos (Baca, 2013).

Rentabilidad

De acuerdo a Pérez, Rodríguez y Molina (2002) la rentabilidad es el rendimiento que se obtiene después de haber realizado una inversión durante un período de tiempo; es decir, un negocio es rentable si sus ingresos son mayores que sus costos, esta es una forma de comparar los fondos utilizados en el mismo y el retorno de esa inversión.

1.1.3. Definición de Términos

- Balance de líneas. Consiste en una agrupación de operaciones o actividades que siguen un tiempo de ciclo específico de tal forma que cada línea de producción tiene continuidad, es decir cada estación o centro de trabajo tiene un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.
- Cadena de Suministro. Transferencia de materiales, fondos e información relacionada a través del proceso logístico, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega de productos terminados al consumidor final. La cadena de suministro incluye a todos los vendedores, proveedores de servicios, clientes e intermediarios.
- Capacitación. Un proceso que capacita al alumno para adquirir conocimientos específicos capaces de cambiar el comportamiento de las personas y de la organización a la que pertenecen.
- Cuello de Botella. Punto de capacidad limitada cuando el flujo se reduce por la estrangulación.
- Desabastecimiento. Falta de materiales componentes o productos terminados necesarios en el proceso de fabricación o distribución.
- Eficiente. Con poco o ningún desperdicio. Alternativamente, un término general que se refiere a un enfoque en eliminar el desperdicio de la producción y distribución a través de la participación y motivación activa de los empleados, y un enfoque en el valor para el cliente.

- Gestión del Inventario. Cooperación entre el comprador y el proveedor, generalmente en forma de información de pronóstico compartida y un plan común acordado para mejorar la disponibilidad del inventario y reducir los costos de inventario.
- Inventarios. Existencias, seguridad de materias primas, procesos o materiales para satisfacer la oferta y demanda incierta o inestable para evitar desabastecimientos.
- Logística. Es la dedicada de la distribución de los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente. Por lo tanto, la logística busca gerenciar estratégicamente la adquisición, el movimiento, el almacenamiento de productos y el control de inventarios, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan de modo tal que la rentabilidad presente y futura de la empresa es maximizada en términos de costos y efectividad.
- Mantenimiento. Inspección constante de las instalaciones o los equipos que se encuentran en un proceso de producción, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el perfecto estado de conservación de un sistema o también asegurar la correcta operación y funcionamiento de los equipos.
- Mantenimiento Preventivo. Es aquel mantenimiento que previene las fallas. Este tipo de mantenimiento ha sido usado muchas veces y su fundamento es la estadística, la observación, recomendaciones del fabricante y el conocimiento del equipo.
- Mantenimiento Correctivo. El mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades que se ejecutan para corregir una falla en un equipo, una vez que esta falla se ha producido o al menos se ha iniciado el proceso que finalizara con la ocurrencia del fallo.
- MRP. Es un software planificador de los requerimientos de material que permite gestionar las operaciones de una empresa en cuanto a las actividades de producción, almacenaje, distribución y entrega de pedidos en el momento y lugar preciso para cumplir con la demanda de los clientes.

- Programa de mantenimiento. Plan en el que se anuncian actividades de mantenimiento para un período determinado. La coordinación es necesaria para equilibrar la carga de trabajo y cumplir con los requisitos de producción.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, logística y calidad sobre la rentabilidad de una fábrica de asfalto, Trujillo, 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, logística y calidad sobre la rentabilidad de una fábrica de asfalto, Trujillo, 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de mantenimiento, logística y calidad de una fábrica de asfalto.
- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en la gestión de mantenimiento, logística y calidad de una fábrica de asfalto.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora y su impacto en la rentabilidad de una fábrica de asfalto, en Trujillo, 2022

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, logística y calidad incrementa la rentabilidad de una fábrica de asfalto, en Trujillo 2022.

1.5. Variables

1.5.1. Variable independiente

Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, logística y calidad en una fábrica de asfalto.

1.5.2. Variable dependiente

Rentabilidad.

1.6. Aspectos éticos

La información requerida para preparar esta tesis, fue proporcionada por la empresa.

Los tesisistas se comprometen a darle uso apropiado a esta información y a guardar la confidencialidad de temas reservados, que la gerencia compartió con ellos.

Las propuestas de mejora, observarán las normas que salvaguarden la salud e integridad del personal de la fábrica de asfalto; el cuidado del medio ambiente y la satisfacción de las expectativas de los clientes, en cumplimiento de los principios de la Responsabilidad Social.

Los operarios de la empresa en todo momento estuvieron apercibidos de la naturaleza del trabajo de investigación, que motivó la presencia de los tesisistas en la planta. Su colaboración fue solicitada personalmente por los directivos y brindada abiertamente.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	FÓRMULA
Variable independiente: Gestión de Calidad	Es una serie de pasos, encaminados a la satisfacción del usuario. (Mendez, Jaramillo & Serrano)	La propuesta permite mejorar la gestión de calidad y con ello, incrementar la rentabilidad de la planta de asfalto.	Eficiencia	Reprocesos para remediación de fallas	$\frac{\text{Costo material para remediaciones}}{\text{Costo total de materiales procesados}}\%$
Variable independiente: Gestión de mantenimiento	Combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en o restablece a, un estado al que pueda realizar la funciones designadas. (Duffaa, Raoux & Dixon)	La propuesta permite mejorar la gestión de mantenimiento y con ello, incrementar la rentabilidad de la planta de asfalto.	Eficiencia	Disponibilidad	$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}\%$
Variable independiente Gestión logística	Son todas las operaciones llevadas a cabo para hacer posible que un producto llegue al consumidor desde el lugar donde se obtienen las materias primas, pasando por el lugar de su producción. Son principalmente las operaciones de transporte, almacenamiento y distribución de los productos en el mercado (economipedia.com)	La propuesta permite mejorar la gestión logística y con ello, incrementar la rentabilidad de la planta de asfalto.	Eficiencia	Eficiencia del abastecimiento	$\frac{\text{Roturas de stock por planeamiento}}{\text{Total pedidos realizados}}\%$
			Eficacia	Eficiencia del transporte para abastecimiento de materiales	$\frac{\text{Roturas de stock por transporte}}{\text{Total pedidos realizados}}\%$
Rentabilidad	Capacidad de un activo para generar utilidad. Relación entre el importe de determinada inversión y los beneficios obtenidos una vez deducidos comisiones e impuestos. (Glosario BCR, 2022)	Son los materiales, la mano de obra y los costos indirectos de fabricación. Es información necesaria para la medición del ingreso y la fijación del precio del producto.	Rentabilidad		$\frac{\text{Rentabilidad}}{\text{Ventas}}\%$

Fuente. Elaboración Propia.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El trabajo de Investigación Diagnóstica o Propositiva es un proceso dialéctico que utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales, encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas, estudiar la relación entre factores y acontecimientos o generar conocimientos científicos.

La presente tesis es una investigación diagnóstica y propositiva, ya que, como afirma Gallego (2017), utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales; encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas; estudiar la relación entre factores y acontecimientos o a generar conocimientos científicos.

2.2. Población y Muestra

Población: Todos los procesos de la fábrica de asfalto.

Muestra: Los procesos de mantenimiento, logística y calidad.

2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 2.
Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
Observación de campo	Permitió observar las gestiones de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica -Cronómetro	En el área de mantenimiento, logística y calidad de la fábrica de asfalto.
Entrevista	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa en cuanto a producción.	-Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica	En el gerente de la empresa.
Análisis de documentos	Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción.	-Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa en estudio.
Encuesta	Permitió analizar los factores que intervienen en la producción.	-Cámara fotográfica -Guía de encuesta	Personas que labora en el área de mantenimiento.

Fuente. Elaboración propia

Observación directa

Objetivo:

Identificar la problemática en las áreas de mantenimiento, logística y calidad de una fábrica de asfalto y las consecuencias que esta genera en su rentabilidad.

Procedimiento:

Mantener un seguimiento continuo, de los procesos en el área de mantenimiento, logística y calidad de la empresa.

Instrumentos:

Breviario de apuntes y lápices.

Entrevista

La entrevista se realizará al gerente de la planta procesadora de asfalto.

Objetivo:

Determinar la situación actual de la planta procesadora de asfalto y conocer con mayor detalle su funcionamiento, para definir los problemas fundamentales de producción, mantenimiento y logística, que están directamente relacionados con la rentabilidad.

Parámetros:

Duración: 45 minutos

Lugar: Gerencia

Procedimiento:

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

Instrumentos:

Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

Análisis de documentos

Objetivo:

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa y contrastarlos con lo observado.

Procedimiento:

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.

Instrumentos:

USB, laptop, breviario de apuntes, lapicero.

Encuesta

Objetivo:

Obtener información de todos los procesos del área de mantenimiento, logística y calidad de los responsables de la planta.

Se encuesta a la gerencia para conocer más de las causas raíces.

Parámetros:

Duración: 50 minutos

Lugar: Planta procesadora de asfalto, en Trujillo, La Esperanza.

Procedimiento:

Realizar una serie de preguntas al gerente y a los trabajadores de la procesadora de asfalto a fin de conocer los puntos resaltantes de las áreas de mantenimiento, logística y calidad.

Instrumentos:

- Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica.
- Estadísticas de producción y ventas oficiales.
- Estadística aplicada.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 3.
Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces.
Matriz de priorización	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2021.
Pareto	Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de elevados costos operativos.
Matriz de indicadores	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Diagrama de análisis de procesos	Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.

Fuente. Elaboración propia

Procesamiento de información

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel, para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

2.5. Procedimiento

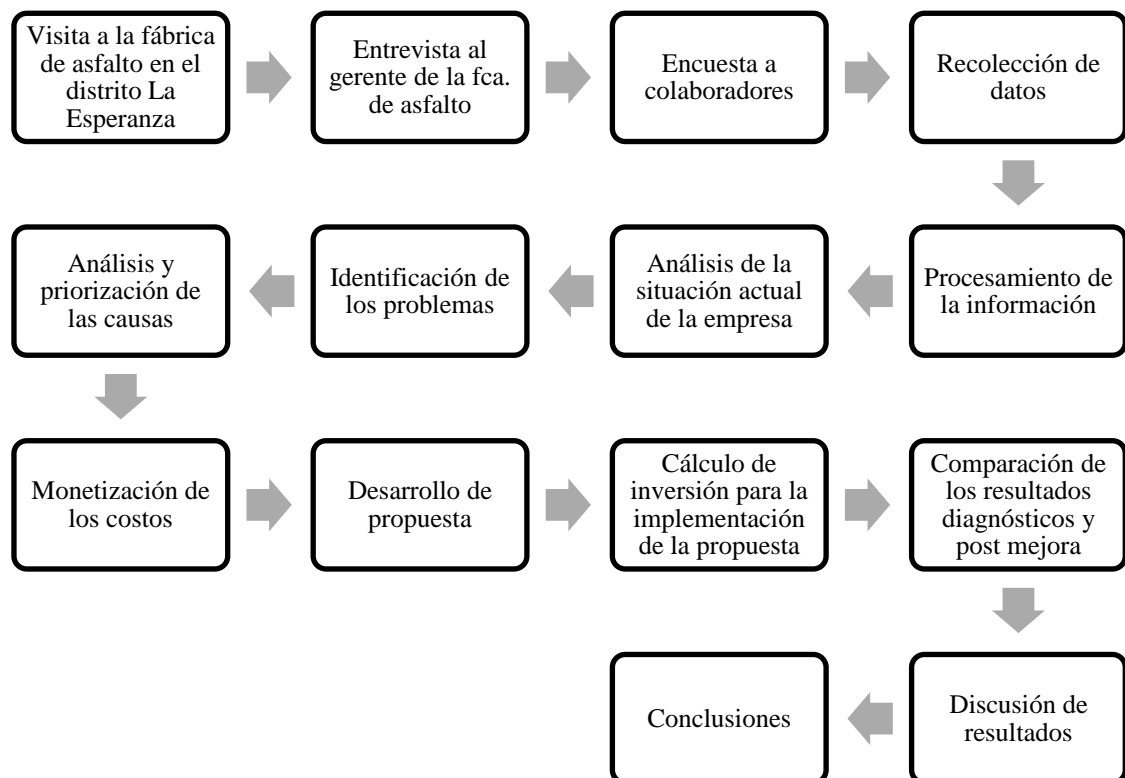


Figura 4. Procedimiento de investigación

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.1. Misión y Visión

Misión

Ser líderes en la zona norte del país, en producción y comercialización de mezclas asfálticas, entregando a los clientes, productos que superen sus expectativas, con altos estándares de calidad y servicio.

Visión

Nuestros clientes nos consideran socios estratégicos en sus proyectos de pavimentación. A ellos, les ofrecemos mezclas asfálticas, de la más alta calidad, con un excelente servicio de post venta.

2.5.2. Organigrama

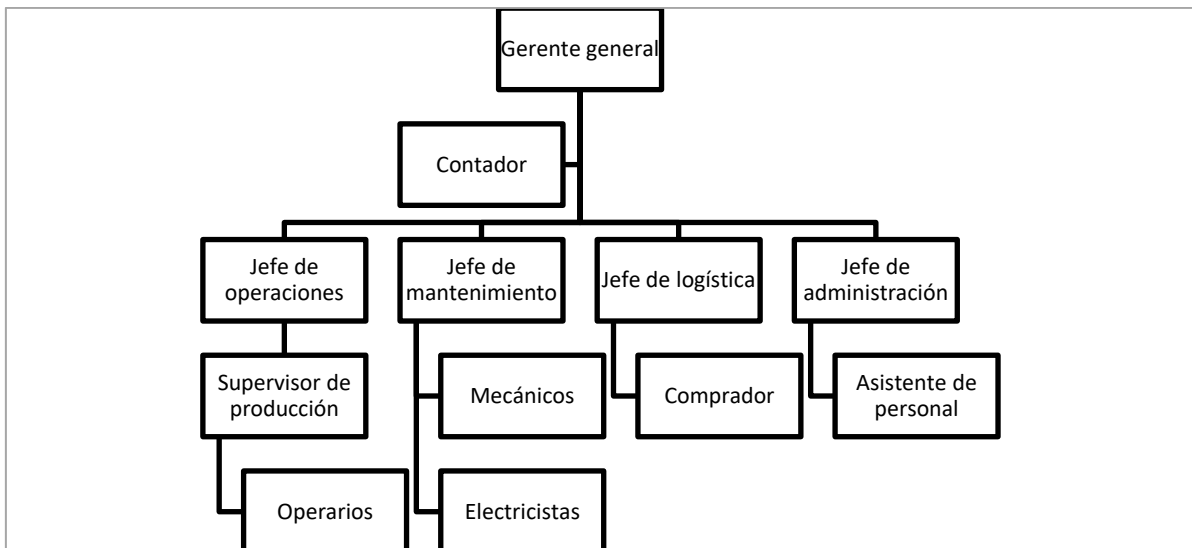


Figura 5. Organigrama

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.3. Distribución de la empresa



Figura 6. Layout actual

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.4. Principales Competidores

- Asfaltos Petroperú
- Asfalto del Norte S.A.
- Procesadora de asfalto de Laredo
- Emastru S.A.
- Asfaltos DK&S
- Asfalmax

2.5.5. Principales Proveedores

- Petroperú, refinería de Conchán.
- Cantera El Milagro
- Cantera Bauner S.A.
- Cantera Barreto agregados
- Cantera milagrosa Mariluz

2.5.6. Principales Productos

- Mezclas asfálticas

2.5.7. Principales Clientes

- Municipalidad de La Esperanza

- Constructora comercializadora y pavimentos Dieguito.
- Municipalidad de Santiago de Cao.

2.5.8. Foda

Tabla 4.
FODA de la empresa

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> Responsabilidad con el servicio Seriedad en los compromisos Productos de calidad Productos estables Reconocimiento en el medio Clientes satisfechos Capacidad instalada disponible Ubicación estratégica 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Nuevos clientes Nuevos mercados Innovación en materiales Fórmulas optimizadas Nuevos proveedores Mejor servicio post venta Financiamiento a clientes Incremento de capacidad instalada
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Deficiente gestión logística Deficiente gestión de producción Falta de equipos de Aseguramiento de calidad Altos costos logísticos Falta innovación Poca diversificación Falta de mecanización administrativa 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> Incremento del costo de insumos Nuevos competidores Escases de derivados del petroleo Decrecimiento de la demanda Obsolescencia tecnológica Pocas obras públicas Obras en manos de oligopolios

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.9. Mapa de procesos

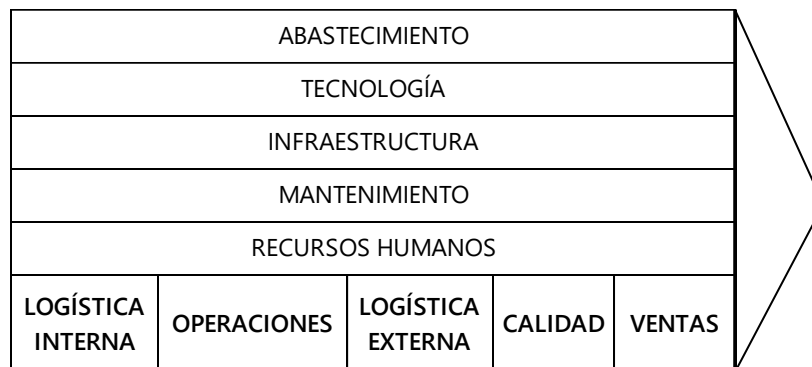


Figura 7. Mapa de procesos

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.10. Cadena de valor

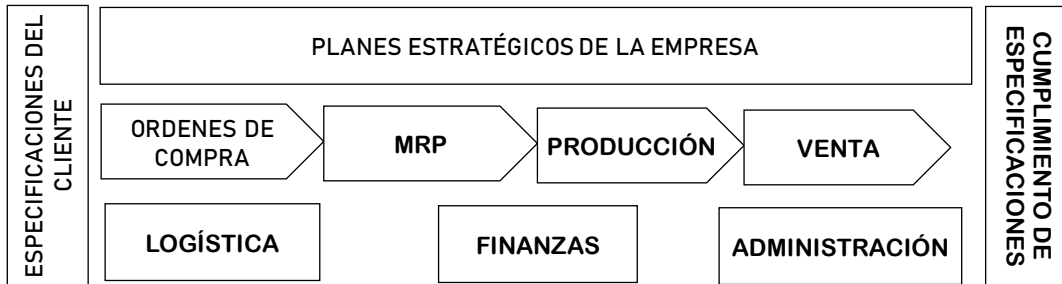


Figura 8. Cadena de valor

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.11. Diagrama de actividades del proceso

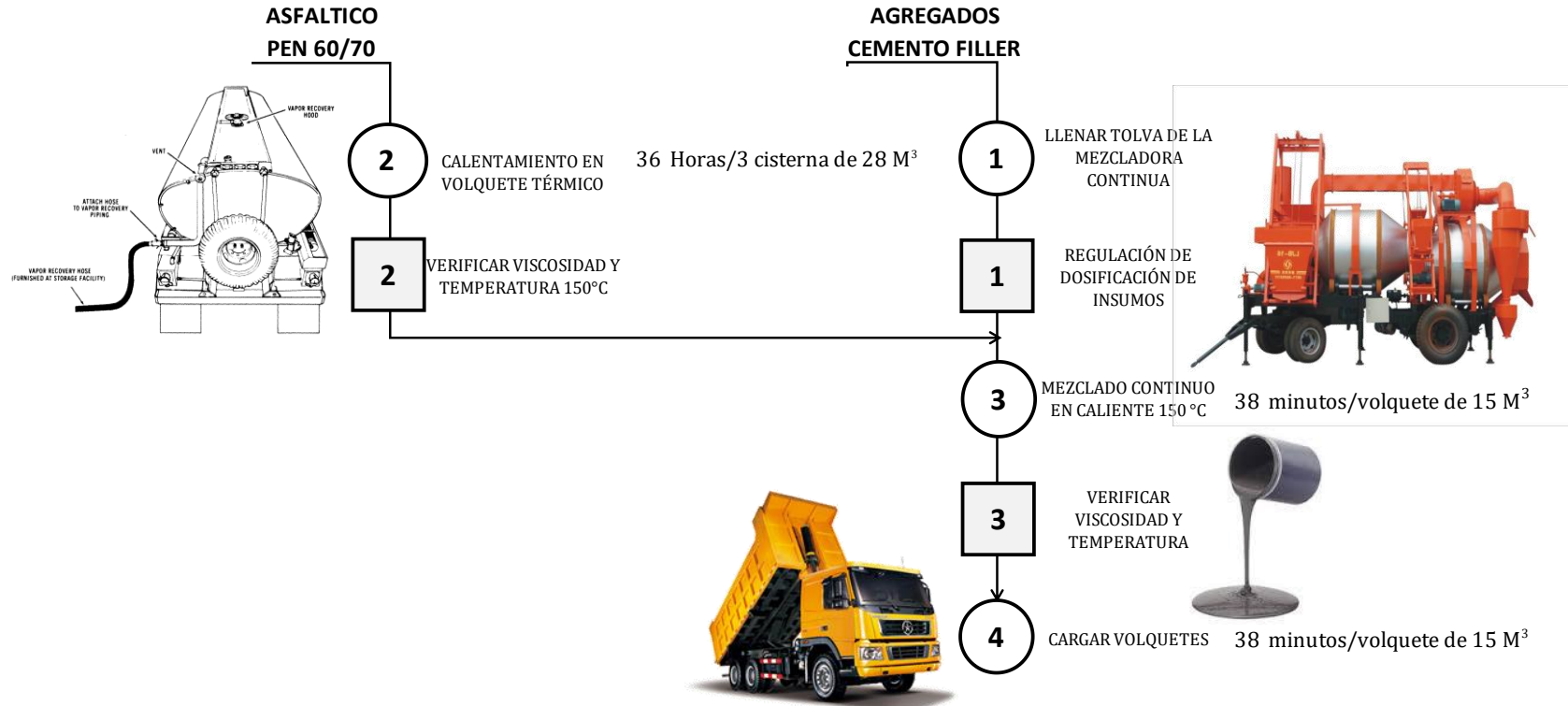


Figura 9. Diagrama de actividades actual
Fuente. Elaboración Propia.

2.5.2.2. Diagnóstico de problemáticas principales

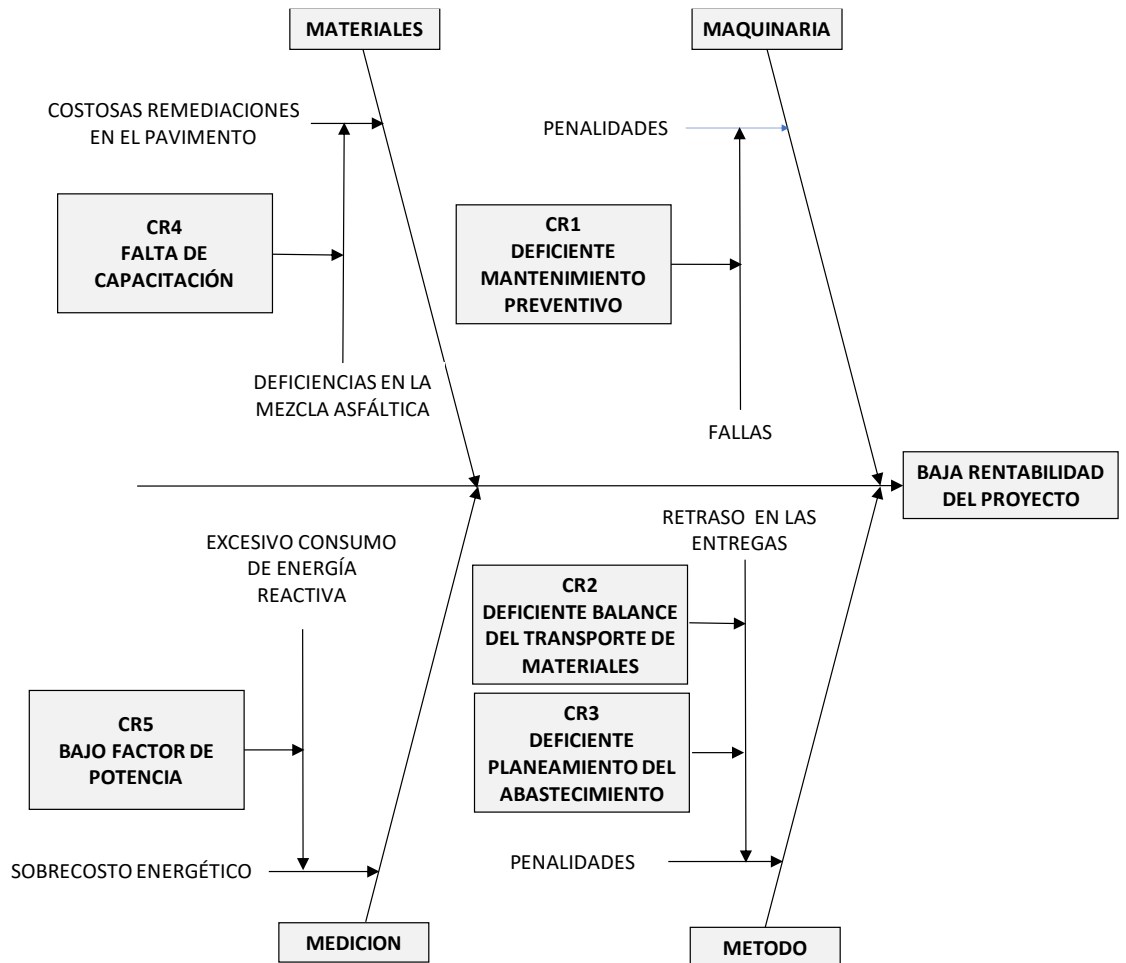


Figura 10. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa

Fuente. Elaboración Propia.

Priorización de las Causas Raíz

La priorización de las causas raíz se hizo según el criterio de los directivos de la planta procesadora, como se muestra a continuación:

Tabla 4.
Priorización por criterios

	Jefe de logística de operaciones	Jefe de operaciones	Jefe de logística	Jefe de mantenimiento	Contabilidad	Total	%	% Acumulado
CR1 Deficiente mantenimiento preventivo	10	10	10	10	10	50	25%	25%
CR2 Deficiente balance del transporte de materiales	9	8	10	8	9	44	22%	47%
CR3 Deficiente planeamiento del abastecimiento	9	8	9	6	8	40	20%	66%
CR4 Falta de capacitación	6	8	6	9	6	35	17%	84%
CR5 Bajo factor de potencia	6	8	5	8	6	33	16%	100%

Fuente. Empresa fabricante de carrocerías. Elaboración propia

Diagrama de Pareto de las causas raíz

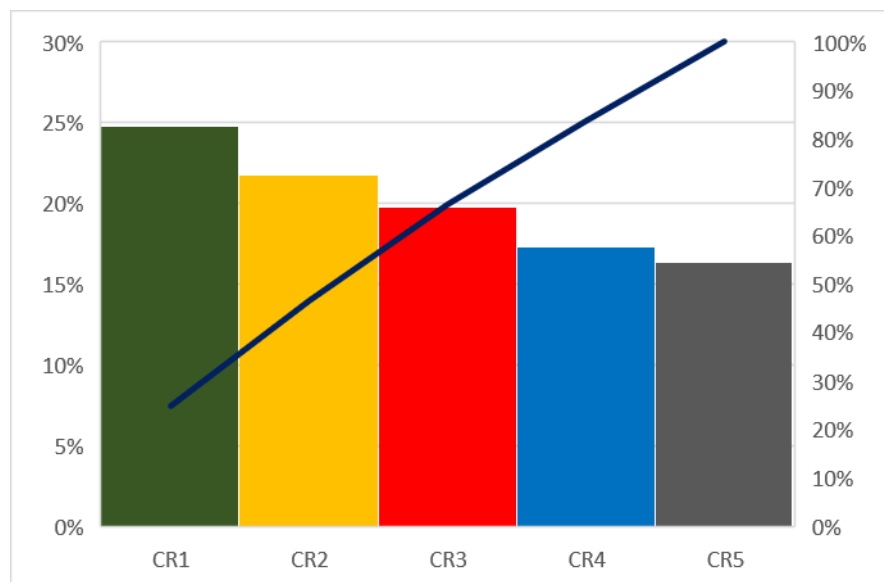


Figura 11. Pareto de causas raíz de la problemática

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.2.3. Identificación de indicadores.

Tabla 5.
Matriz de indicadores

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida Mejorada	Beneficio	Herramienta de mejora	Inversión
CR1	Deficiente mantenimiento preventivo	Penalidad por días de parada mecánica	Días de retraso x penalidad (S/)	2	S/ 7,000	1	S/ 4,003	S/ 2,997	Plan de mantenimiento preventivo	Capacitación en Plan de mantenimiento preventivo S/3,000
CR2	Deficiente balance de transporte de materiales	Penalidad por días de para por desabastecimiento de agregados	Días de retraso x Penalidad (S/)	5	S/ 17,500	1	S/ 3,500	S/ 14,000	Balance de línea MRP	Capacitación en MRP S/1,500
CR3	Deficiente planeamiento de abastecimiento	Penalidad por días de para por desabastecimiento de Pen	Días de retraso x Penalidad (S/)	1	S/ 3,500	0.5	S/ 1,680	S/ 1,820	Balance de línea MRP	
CR4	Falta de capacitación	Sobrecosto de remediación de mezcla defectuosa	M ³ Remediados x Costo/M ³	47.2	S/ 10,087	11.8	S/ 2,522	S/ 7,565	Capacitación	Equipo para determinar la estabilidad de asfalto. Prueba de Marshall S/10,109 Capacitación en procesos S/1,200

Fuente. Elaboración propia

2.6. Solución propuesta

2.6.1. Descripción de causas raíces

Descripción de la causa raíz 1: Deficiente mantenimiento preventivo

La planta tiene dos equipos para la producción de mezcla asfáltica.

Un caldero de 200 HP, que es revisado periódicamente por el técnico de la marca, quien le da mantenimiento preventivo, revisa el inventario de repuestos y herramientas y solicita, lo que considera que se requerirá en la siguiente visita. En caso surja algún contratiempo, de emergencia, que impida su funcionamiento o la reparación vaya a demorar mucho tiempo, la planta recibirá otro caldero, de las mismas características, como alquiler, hasta que el propio, quede operativo.

Esta consideración le resta criticidad a este equipo.

El otro, es la mezcladora en caliente. Este equipo tiene un trabajo muy fuerte y el mantenimiento que recibe es básicamente correctivo. El mantenimiento preventivo, se limita a la lubricación. Sus indicadores de performance son los siguientes:

Tiempo medio entre fallas	MTBF	19.47	días
Tiempo medio de reparaciones	MTTR	0.92	días
Disponibilidad	D	95.50	%

El contrato que tiene la empresa, para abastecer de mezcla asfáltica, está al límite de su capacidad teórica. La Disponibilidad, afecta directamente a las horas útiles de producción y atentan contra el cumplimiento de la fecha de entrega de la obra.

La empresa trabajará 20 días mensual, durante los cuatro meses que tomará el pavimentado de la avenida Pumacahua, es decir, 80 días.

Como la Disponibilidad es 95.5%, estos se reducen a 76.4 días

Descripción de la causa raíz 2: Deficiente balance del transporte de materiales

La empresa rentó seis volquetes de 7 M³, para el abastecimiento de agregados rocosos, desde la cantera de El Milagro, hasta la planta en La Esperanza, durante los tres primeros meses del contrato y los redujo a cinco el último mes, que disminuyó el requerimiento.

El contrato para la avenida Pumacahua, es de 15,000 M³. De esto, el 90.58%, son los agregados

No acostumbran mantener inventario de este material, pues empíricamente han observado que, durante el almacenamiento gana humedad, que luego afecta la estabilidad de la mezcla asfáltica. Trabajan con un *just in time* muy exigente y mal calculado.

Con este esquema de trabajo, la planta tiene aproximadamente 28 minutos acumulados diariamente, de paralizaciones por desabastecimiento.

Esto determina que la eficiencia actual de abastecimiento es : $\frac{(480-28) minutos}{480 minutos} = 94.3\%$

Esto se traduce en 80 días planeados x (100% - 94.3%) = 4.6 de atraso en la entrega de la obra.

Descripción de la causa raíz 3: Deficiente planeamiento de abastecimiento

La empresa contrató con la refinería de Conchán, su abastecimiento de pen 60/70. Para ello, dio su rutina de requerimientos, calculada empíricamente, sin considerar un estudio de tiempos para el *lead time*, que es muy complejo. Este, debe considerar el tiempo de carguío en la refinería; traslado hasta la planta en la Esperanza; tiempo de calentamiento para acondicionar su uso y retorno para el siguiente despacho.

Los camiones cisternas térmicos, no pueden quedarse más tiempo de lo estipulado, pues eso significa perjuicio económico para sus propietarios. Por esta razón, el carrusel que se requiere, debe de estar bien calculado.

Se tiene registro de una parada de un día, por desabastecimiento, con el consecuente retraso en la entrega y pago de penalidad.

Descripción de la causa raíz 4: Falta de capacitación

Para aplicar el asfalto en la pavimentación, debe estar estable, con la textura y temperatura apropiada, de modo que tenga un comportamiento apropiado, para resistir el desplazamiento y deformación bajo las cargas del tránsito de los vehículos.

La estabilidad de la mezcla asfáltica, no es medida rigurosamente. Solo se recurre al aspecto visual y al criterio de los operarios. Tampoco se evalúa su trabajabilidad, que es la facilidad con la cual una mezcla asfáltica puede ser colocada y compactada.

La temperatura de la mezcla afecta la viscosidad del asfalto. Si está por debajo de 85°C, será difícil de trabajar. En el otro extremo, si estuviese sobre 150°C, estará muy pastosa e igualmente difícil de esparcir sobre el terreno.

Estas deficiencias, unidas a la geometría de los agregados, ocasionan segregación de los materiales y un acabado irregular del pavimento, que es remediada, con el añadido de un imprimante, que es una mezcla en frío, de pen 60/70, arena fina y cemento *filler*, hecha en frío, que se esparce superficialmente, en capas de 9 milímetros sobre el pavimento defectuoso y luego, es compactada por una aplanadora, para mejorar las características de la superficie del pavimento, reduciendo el deslizamiento de los vehículos.

Esta operación, representa un sobrecosto para la empresa. En el proyecto de la avenida Pumacahua, se debió remediar 620 metros lineales de pavimento.

Monetización de pérdidas

Monetización de la Causa Raíz 1: Deficiente mantenimiento preventivo

La disponibilidad de la mezcladora es 95.5%. Las 640 horas disponibles para producir, se reducen por esta razón, a 611.2, en las que se deberán producir los 14,800 M³ de asfalto, contratados.

La capacidad de producción son 23.69 M³/hora, por lo que requieren 624.7 horas útiles, para cumplir.

La diferencia, 13.5 horas, significa un retraso de 2 días, con una penalidad de S/7,000.

Monetización de la Causa Raíz 2: Deficiente balance del transporte de materiales

La planta tiene, en promedio, 28 minutos acumulados de paradas diarias, por desabastecimiento de agregados, en el carrusel de volquetes que recogen el material en la cantera; lo trasladan a la planta y retornan de inmediato para cargar nuevamente.

Durante los 4 meses del proyecto, el retraso acumulado fue:

$$\frac{4 \text{ meses}}{\text{Proyecto}} \times \frac{20 \text{ días}}{\text{Mes}} \times \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} \times \frac{28 \text{ minutos de para}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{480 \text{ minutos}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} = \frac{4.6 \text{ días}}{\text{Proyecto}}$$

Las paradas intermitentes, causaron un retraso acumulado en la entrega de la obra, de, redondeando la cifra, cinco días. La penalidad diaria es S/3,500.

La empresa tuvo que desembolsar S/17,500 en penalidades, por el atraso causado por el deficiente cálculo de volquetes que debió alquilar, para el movimiento de los agregados.

Monetización de la Causa Raíz 3: Deficiente planeamiento de abastecimiento

La planta paró un día, por desabastecimiento de pen 60/70, derivado del deficiente planeamiento deficiente del *lead time*.

La penalidad que tuvo que pagar por esta deficiencia, fue S/3,500, que es la multa especificada en el contrato.

Monetización de la Causa Raíz 4: Falta de capacitación

La empresa tuvo que remediar 620 metros lineales de pavimento, de la avenida Pumacahua, que presentó deficiencias superficiales, identificada, como falta de adherencia del asfalto con los agregados, debida a dosificación deficiente de asfalto en la mezcla y a su falta de estabilidad.

El costo de materiales para la remediación, se calculó de la siguiente manera.

$$620 \text{ M} \times 8 \text{ M} \times 0.009525 \text{ M} \times (\text{S}/213.51) / (\text{M}^3) = \text{S}/10,087,$$

Propuesta de mejora de la Causa Raíz 1: Deficiente mantenimiento preventivo

Para el planeamiento del mantenimiento preventivo de la planta, se recurrió al análisis de criticidad, que permitirá jerarquizar los sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, que facilitará la toma de decisiones y la priorización en la orientación de los recursos.

Tabla 6.
 Matriz de criticidad de la planta de asfalto

Equipos/ Componentes	Medio ambiente Capacidad para afectar el entorno	Seguridad Capacidad para afectar la seguridad de los operarios	Calidad del producto terminado	Trabajo Capacidad para afectar el proceso	Entrega Nivel de incidencia en la entrega a tiempo	Fiabilidad probabilidad que funcione bien	Mantenibilidad facilidad para realizar el mantenimiento	Muy crítico
								Crítico
								Poco crítico
								Total criticidad
Tolva A	1	1	1	1	3	1	1	9
Tolva B	1	1	1	1	3	1	1	9
Celda de carga	1	1	3	1	5	1	3	15
Transportador colector	1	1	3	1	3	1	3	13
Transportador alimentador	1	1	3	1	5	1	3	15
Tambor de mezcla	3	5	3	1	5	1	3	21
Quemador	1	3	3	1	5	1	3	17
Elevador	1	1	3	1	5	3	1	15
Extractor	3	1	1	1	1	1	1	9
Bomba de asfalto	3	3	3	1	5	3	1	19
Sistema de control	1	3	3	1	5	1	3	17
Caldero	3	3	5	1	1	1	1	15

La jerarquización realizada, determinó que, el tambor de mezcla y la bomba de asfalto, son los componentes en los que se deben enfocar - principalmente - los recursos.

Seguidamente se procede a confeccionar la matriz AMFE, o de procedimiento de análisis de fallas, para mostrar y pronosticar fallas potenciales, que disminuyan al mínimo los peligros y fallas potenciales, que puedan producir desperdicios, paradas, defectos o cualquier consecuencia negativa, que afecten el cumplimiento del programa de producción y ventas.

Los criterios para asignar puntaje, a los componentes del NPR, se detallan a continuación.

Tabla 7.
Puntaje de frecuencia de ocurrencia, NPR

Descripción	Puntaje
1 falla en mas de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada 1 año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 a 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

Tabla 8.
Puntaje de gravedad, NPR

Descripción	Puntaje
Infima, imperceptible	1
Escasa, falla menor	2-3
Baja, fallo inminente	4-5
Media, fallo pero no para el sistema	6-7
Elevada , falla crítica	8-9
Muy elevada, con problemas de seguridad,no conformidad	10

Tabla 9.
Puntaje de la dificultad para detectar la falla, NPR

Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2-3
Moderada	4-5
Frecuente	6-7
Elevada	8-9
Muy elevada	10

Con estos puntajes, se procedió a valorar el número prioritario de riesgo, de la siguiente matriz AMFE.

Tabla 10.
Matriz AMFE

Elaborado por : Bach. Yordan Acuña 28/12/2022		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS AMEF							Operaciones	
Componente o Pieza	Descripción	Nombre del Equipo: Planta de asfalto			Número prioritario de riesgo actual (NPR)				Acciones recomendadas	Responsable
		Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Número: 001 Modelo: Barber Green BG-260C					
					Acciones	Frecuencia de ocurrencia	Gravedad	Dificultad para detectar		
Tolva A	Paro de equipo	Paro de equipo	Obstrucción por alta granulometría	Reparación	1	3	1	3	Inspección periódico	Mecánico/ Operario
Tolva B	Paro de equipo	Paro de equipo	Obstrucción por alta granulometría	Reparación	1	3	1	3	Inspección periódico	Mecánico/ Operario
Celda de carga	Error en pesaje	Error en pesaje	Cambios de temp. Vibración excesiva Mal sellado Mal calibrado	Cambio	3	3	8	72	Inspección semanal Limpieza Reemplazo	Mecánico/ Operario
Transportador colector	Paro de equipo	Paro de equipo	Obstrucción del sistema de tracción	Reparación	6	3	1	18	Inspección semanal Lubricación	Mecánico/ Operario
Transportador alimentador	Paro de equipo	Paro de equipo	Obstrucción del sistema de tracción	Reparación	6	3	1	18	Inspección semanal Lubricación	Mecánico/ Operario
Tambor de mezcla	Paro de equipo	Paro de equipo	Condiciones de trabajo severas	Reparación	5	5	4	100	Inspección semanal Lubricación	Mecánico/ Operario
Quemador	Deficiente o nula combustión	Paro de equipo Humeo	Vida útil Suciedad	Cambio	1	7	3	21	Inspección semanal Eliminar residuos	Mecánico/ Operario
Elevador	Paro de equipo	Demoras operativas	Sobrecarga Mala práctica	Reparación	3	3	5	45	Inspección semanal Lubricación	Mecánico/ Operario
Extractor	Paro de equipo	Demoras operativas	Sobrecarga Mala práctica	Reparación	3	3	3	27	Inspección semanal Lubricación	Mecánico/ Operario
Bomba de asfalto	Paro de equipo	Parada de equipo	Vida útil Exceso de carga	Reparación	3	10	3	90	Inspección semanal Lubricación	Mecánico/ Operario
Sistema de control	No funciona No comanda	Deficiente o nulo comando	Falla en tarjeta de circuito	Cambio	1	3	3	9	Mantenimiento Limpieza Reemplazo	Mecánico/ Operario
Caldero	Deficiente o nula generación de vapor	Error en control de alto/bajo fuego. Error en ingreso de agua Control descalibrado Error en nivel de agua	Falla del quemador Falla del ventilador Falla de dispositivos	Reparación o reemplazo temporal del equipo	1	3	3	9	Mantenimiento Limpieza Equipo en stand by Mantenimiento general cada año.	Mecánico/ Operario Técnico externo

Al igual que con el análisis de criticidad, en la matriz AMFE se determinó que los componentes, con mayor número prioritario de riesgo, NPR, son el tambor de mezcla y la bomba de asfalto. Esto se debe traducir en un plan de mantenimiento preventivo sostenido para ambos componentes. El caldero tiene menor criticidad, por mantener otro en stand-by. El NPR, establece una jerarquización de las fallas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, gravedad y detección, determinando la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando ítems críticos.

En anexos, obran las tarjetas maestras del planeamiento de producción, con información de cada una de los componentes. Seguidamente se adjunta el calendario de mantenimientos, de los cinco primeros meses.

Tabla 11.
 Calendario de mantenimientos

Componentes	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sistema de control	Limpeza del tablero de control			X				X				X				X				X
	Prueba de disparo interruptores			X				X				X				X				X
	Mantenimiento rectificadores			X				X				X				X				X
	Ajustar borneras			X				X				X				X				X
	Mantenimiento extractores de calor			X				X				X				X				X
Mantenimiento/limpieza interruptores			X				X				X				X				X	
Tolvas	Limpeza interna			X				X				X				X				X
	Verificación dispositivos neumáticos			X				X				X				X				X
	Lubricación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Transportador colector	Limpeza			X				X				X				X				X
	Lubricación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisión del tornillo alimentador			X				X				X				X				X
	Revisión del eje			X				X				X				X				X
	Revisión del canal			X				X				X				X				X
	Revisión del motor			X				X				X				X				X
Elevador	Limpeza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lubricación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisión del tornillo alimentador			X				X				X				X				X
	Revisión del eje			X				X				X				X				X
	Revisión del canal			X				X				X				X				X
	Revisión del motor			X				X				X				X				X
Transportador alimentador	Limpeza			X				X				X				X				X
	Lubricación			X				X				X				X				X
	Revisión del polines			X				X				X				X				X
	Revisión del eje			X				X				X				X				X
	Revisión de faja transportadora			X				X				X				X				X
	Revisión del motor			X				X				X				X				X
Extractor	Limpeza			X				X				X				X				X
	Lubricación			X				X				X				X				X
	Revisión del polines			X				X				X				X				X
	Revisión del eje			X				X				X				X				X
	Revisión de faja transportadora			X				X				X				X				X
	Revisión del motor			X				X				X				X				X
Tambor de mezcla	Verificar temperatura de rodamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar chumaceras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verificar desgaste de la estructura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verificar alineamiento del tambor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verificar estado de las paletas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar termocuplas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar polines	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Motor	Medir aislamiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ajuste de tornillos de sujeción	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Limpeza externa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Limpeza del ventilador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Quemador	Verificar dispositivos de seguridad			X				X				X				X				X
	Limpeza y ajuste quemador.			X				X				X				X				X
	Limpeza de cabezal de combustión			X				X				X				X				X
	Limpeza de electrodos			X				X				X				X				X
	Limpeza de fotorresistencia			X				X				X				X				X
	Verificación de chispa y llama			X				X				X				X				X
Bomba de asfalto	Limpeza de tuberías	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrase	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ajuste de bornes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Medición del aislamiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verificar alineamiento de la bomba	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Caldero	Retirar hollín			X				X				X				X				X
	Monitorear la calidad del agua			X				X				X				X				X
	Corregir aislamiento			X				X				X				X				X
	Regeneración resina ablandamiento			X				X				X				X				X
	Verificación de chispa y llama.			X				X				X				X				X
Control de válvulas de seguridad			X				X				X				X				X	

Capacitación en mantenimiento preventivo

Capacitador: especialista de Tecsup

Objetivo

El Curso de Inspección Técnica y Entrega de Equipos, está orientado desarrollar en el personal de mantenimiento, los conocimientos y habilidades para una Inspección técnica de calidad, usada durante los mantenimientos preventivos.

Durante las prácticas se tendrá la oportunidad trabajar en los equipos. Finalmente se tendrá una discusión en clase para demostrar lo aprendido.

Duración

40 horas académicas

Costo

S/750 por participante

Tabla 12.
Temario

Semana	Unidad	Contenido
1	Familiarización de Equipos	Máquinas de construcción con ayuda del specólogo. Manual de Operación y Mantenimiento. Equipos es básico para iniciar una inspección.
2	Inspección de Equipos.	Inspección de Equipos Pautas de Inspección. Principales errores de inspección. Herramientas y guías de inspección.
3	Entrega de Equipos	Entrega de Equipos. Proceso de Entrega Técnica. Formatos, documentos y fuentes de obtención.

Cronograma

Tabla 13.
Cronograma

Temario	Enero				Febrero				Marzo			
	Sab 1	Sab 8	Sab 15	Sab 22	Sab 5	Sab 12	Sab 19	Sab 26	Sab 5	Sab 12	Sab 19	Sab 26
Tema 1 : Familiarización con los equipos												
Tema 2 : Inspección de equipos												
Tema 3 : Entrega de equipos												

Propuesta de mejora de la Causa Raíz 2: Deficiente balance del transporte de materiales

En principio, se hizo un estudio de tiempos del abastecimiento de materiales y el despacho de asfalto, para determinar el número apropiado de volquetes, para ambas actividades.

Tabla 14.
Estudio de tiempos del despacho de la mezcla asfáltica a la obra en Av. Pumacahua

	Tiempo de carguío de asfalto en volquete de 15 M ³		Tiempo de descarga de asfalto en obra de la Av. Pumacahua		Tiempo de traslado entre la planta y la obra (x 2, ida & vuelta)	
	Tiempo (Min)	t ²	Tiempo (Min)	t ²	Tiempo (Min)	t ²
1	40.0	1,600	62.0	3,844	50	2,500
2	38.0	1,444	68.0	4,624	56	3,136
3	41.0	1,681	58.0	3,364	52	2,704
4	40.0	1,600	62.0	3,844	55	3,025
5	42.0	1,764	65.0	4,225	54	2,916
Σ	201	8,089	315	19,901	267	14,281
Tiempo reloj	40		63		53	
σ	1.48		3.74		2.41	
Tamaño de muestra	2		5		3	
Valoración %	90%		80%		80%	
Tiempo Normal	36		50 seg		43	
Tolerancias	5%		5%		5%	
Tiempo Std (min)	38		53		45	
Tiempo Std (horas)	0.633		0.882		0.748	

La sumatoria de los tiempos estándar parciales, constituyen el tiempo de ciclo, de cargar la mezcla asfáltica, trasladarla y descargarla en la obra. El tiempo de traslado se duplica en este cálculo Totaliza 3.01 horas.

Tabla 15.
Estudio de tiempos del abastecimiento de agregados desde la cantera en El Milagro

	Tiempo de carguío en cantera, volquete de 7 M ³		Tiempo de descarga de agregados en planta en obra		Tiempo de traslado entre la cantera y la obra (x 2, ida & vuelta)	
	Tiempo (Min)	t ²	Tiempo (Min)	t ²	Tiempo (Min)	t ²
1	50.0	2,500	15.0	225	29	841
2	56.0	3,136	14.0	196	28	784
3	54.0	2,916	16.0	256	26	676
4	58.0	3,364	15.0	225	28	784
5	55.0	3,025	14.0	196	25	625
Σ	273	14,941	74	1,098	136	3,710
Tiempo reloj	55		15		27	
σ	2.97		0.84		1.64	
Tamaño de muestra	4		4		5	
Valoración %	85%		90%		100%	
Tiempo Normal	46		13 seg		27	
Tolerancias	5%		5%		5%	
Tiempo Std (min)	49		14		29	
Tiempo Std (horas)	0.812		0.233		0.476	

La sumatoria de los tiempos estándar parciales, constituyen el tiempo de ciclo, de cargar la mezcla asfáltica, trasladarla, descargarla en la obra y retornar a la cantera. El tiempo de traslado se duplica en este cálculo. Totaliza 1.99 horas.

Con el tiempo estándar determinado, que aparece en la última fila de ambas tablas, se procedió a calcular el número de volquetes de 7 M³, para el transporte de agregados y de 15 M³, para mover la mezcla asfáltica a la obra, que permitan mantener balanceada la línea del proceso, de modo que se elimine los tiempos muertos, por desabastecimiento de agregados o por intermitencia en los despachos de mezcla asfáltica, a la obra de pavimentación de la avenida Pumacahua.

A continuación, se muestran dichos cálculos.

Tabla 16.
Balance del transporte para abastecerse de agregados

Transporte de agregados a la planta	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total proyecto
M ³ /mes	4,200	4,200	3,600	3,000	15,000
M ³ /día	210	210	180	150	
Participación en la mezcla	90.58%	90.58%	90.58%	90.58%	
Capacidad volquete M3	7	7	7	7	
Tiempo planta a obra (min)	28.56	28.56	28.56	28.56	
Tiempo medio descarga (min)	13.99	13.99	13.99	13.99	
Tiempo de retorno (min)	28.56	28.56	28.56	28.56	
Tiempo de carguío del volquete (min)	48.73	48.73	48.73	48.73	
Total tiempo de servicio (min)	119.84	119.84	119.84	119.84	
Total tiempo de servicio (horas)	2.00	2.00	2.00	2.00	
Viajes/día	27.17	27.17	23.29	19.41	
Índice de producción (viajes/hora)	3.40	3.40	2.91	2.43	
Unidades requeridad (Ip x tiempo)	6.78	6.78	5.81	4.85	
Unidades actualmente	6	6	6	5	
Eficiencia actual en el servicio	88%	88%	100%	100%	94.22%
Eficiencia en el servicio con la propuesta	100%	100%	100%	100%	100.00%

La eficiencia actual del transporte de agregados de la cantera a la planta de asfalto, fue en promedio 94.22%

Con el balance de línea del transporte, que significó incrementar de seis a siete, los volquetes que forman el carrusel, entre la cantera y la planta, se logra una eficiencia de 100%.

El balance del número de volquetes que mueven el asfalto, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 17.
 Balance del transporte para mover asfalto a la obra

Transporte de mezcla asfáltica a la obra	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
M ³ /mes	4,200	4,200	3,600	3,000	15,000
M ³ /día	210	210	180	150	
Participación en la mezcla	100%	100%	100%	100%	
Capacidad volquete M3	15	15	15	15	
Tiempo planta a obra	44.86	44.86	44.86	44.86	
Tiempo medio descarga	52.92	52.92	52.92	52.92	
Tiempo de retorno	44.86	44.86	44.86	44.86	
Tiempo de carguío del volquete	37.99	37.99	37.99	37.99	
Total tiempo de servicio (min)	180.62	180.62	180.62	180.62	
Total tiempo de servicio (horas)	3.01	3.01	3.01	3.01	
volquete	14	14	12	10	
Índice de producción (viajes/hora)	1.75	1.75	1.50	1.25	
Unidades requeridas (Ip x tiempo)	5.27	5.27	4.52	3.76	
Unidades actualmente	5	5	5	4	
Eficiencia actual en el servicio	95%	95%	100%	100%	97.46%
Eficiencia en el servicio con la propuesta	100%	100%	100%	100%	100.00%

Al incrementar el número de volquetes de cinco a seis, en marzo y abril, se conseguiría aumentar la eficiencia del transporte de 97.46% a 100%, eliminándose los tiempos muertos, entre viajes.

Actualmente, el transporte de agregados constituye el cuello de botella, creándose tiempos muertos en la producción de mezcla asfáltica.

Por tal motivo, en la matriz de indicadores se consignó como eficiencia actual del transporte, a la eficiencia más baja, entre ambos servicios, o sea, 94.22%. Mientras que la meta, debería ser 100%, como se observa.

Propuesta de mejora de la Causa Raíz 3: Deficiente planeamiento de abastecimiento.

La propuesta para gestionar técnicamente los pedidos, es utilizar el MRP, que se procede a detallarlo.

Bill of materials

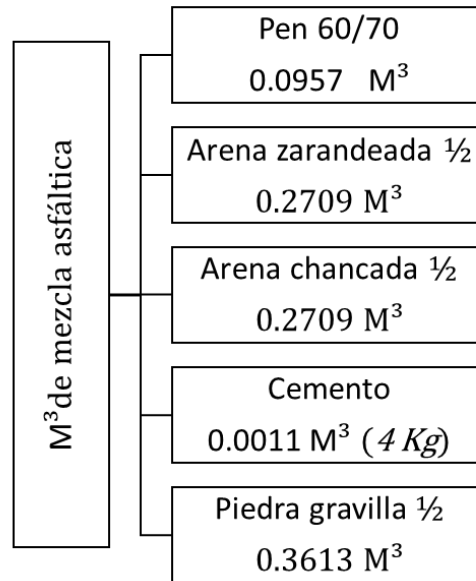


Figura 12. BOM

Lista de materiales

Tabla 18.

Lista de materiales

Tipo	Descripción	Unidad	Stock disponible	Lead Time (semana)	Tamaño de lote	Stock Seguridad	Mat/Und
Skul	Asfalto Pen 60/70	M ³	-	1	15.000	-	1.000
Mat	Arena zarandeada de 1/2"	M ³	-	1	7.000	-	1.000
Mat	Arena chancada de 1/2"	M ³	-	1	7.000	-	1.000
Mat	Piedra gravilla de 1/2"	M ³	-	1	7.000	-	1.000
Mat	Cemento (filler)	M ³		1	1.328	0.016	1.000
		Kilo			4,250.000	50.000	1.000
					1 bolsa x 42.5 Kilos = 0.0132813 M ³		

Programa maestro

Tabla 19.

Programa maestro

SKU Mezcla asfáltica	Lote	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
1	M ³	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	952	952	952	952	868	868	868	868

Stock inicial	Lead Time (semanas)	Tamaño de lote	Stock de seguridad
0	1	15	0

Periodo	Inicial	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas		1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	952	952	952	952	868	868	868	868
Entradas Previstas																	
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	952	945	952	945	868	868	868	868
Pedidos Planeados		1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	959	945	959	945	868	868	868	868
Lanzamiento de órdenes		1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	959	945	959	945	868	868	868	868	-
Volquetes de 7 M3		150	150	150	150	150	150	150	137	135	137	135	124	124	124	124	-

MRP

Tabla 20.
 MRP

Asfalto pen 60/70		Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
	1	105	105	105	105	105	105	105	105	90	90	90	90	90	90	90	90

Stock inicial	Lead Time (semanas)	Tamaño de lote	Stock de seguridad
-	1	15	0

Periodo	Inicial	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas		105	105	105	105	105	105	105	105	90	90	90	90	90	90	90	90
Entradas Previstas					-							-	-				
Stock Final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		105	105	105	105	105	105	105	105	90	90	90	90	90	90	90	90
Pedidos Planeados		105	105	105	105	105	105	105	105	90	90	90	90	90	90	90	90
Lanzamiento de órdenes		105	105	105	105	105	105	105	90	90	90	90	90	90	90	90	-
Cisternas/15 M³)		7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	0

Arena zarandeada	M ³ /M ³	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
	0.271	287	287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238

Stock inicial	Lead Time (semanas)	Tamaño de lote	Stock de seguridad
0	1	7	-

Periodo	Inicial	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas		287	287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238
Entradas Previstas																	
Stock Final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		287	287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238
Pedidos Planeados		287	287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238
Lanzamiento de órdenes (M ³)		287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238	-
Volquetes/7 M³)		41	41	41	41	41	41	41	37	37	37	37	34	34	34	34	-

Arena chancada	M ³ /M ³	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
	0.271	287	287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238

Stock inicial	Lead Time (semanas)	Tamaño de lote	Stock de seguridad
-	1	7	0

Período	Inicial	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas		287	287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238
Entradas Previstas																	
Stock Final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		287	287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238
Pedidos Planeados		287	287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238
Lanzamiento de órdenes (M ³)		287	287	287	287	287	287	287	259	259	259	259	238	238	238	238	-
Volquetes/7 M³)		41	41	41	41	41	41	41	37	37	37	37	34	34	34	34	0

Gravilla	M ³ /M ³	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
	0.361	379	379	379	379	379	379	379	379	344	344	344	344	314	314	314	314

Stock inicial	Lead Time	Tamaño de lote	Stock de seguridad
-	0	7	0

Periodo	Inicial	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas		379	379	379	379	379	379	379	379	344	344	344	344	314	314	314	314
Entradas Previstas																	
Stock Final	-	6	4	3	2	0	6	5	3	3	2	1	7	1	3	4	6
Necesidades Netas		379	374	375	376	378	379	373	375	340	341	342	343	307	312	311	309
Pedidos Planeados		385	378	378	378	378	385	378	378	343	343	343	350	308	315	315	315
Lanzamiento de órdenes (M ³)		385	378	378	378	378	385	378	378	343	343	343	350	308	315	315	315
Volquetes/7 M³)		56	56	56	56	56	56	56	56	49	49	49	49	42	42	42	42

Cemento Filler Pacasmayo (Kilos)	Kilos/M ³	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
	4	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	3808	3808	3808	3808	3472	3472	3472	3472

Stock inicial	Lead Time (semanas)	Tamaño de lote	Stock de seguridad
0	1	4250	50

Periodo	Inicial	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Necesidades Brutas		4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	3,808	3,808	3,808	3,808	3,472	3,472	3,472	3,472
Entradas Previstas																	
Stock Final	2,125	2,175	2,225	2,275	2,325	2,375	2,425	2,475	2,525	2,967	3,409	3,851	4,293	821	1,599	2,377	3,155
Necesidades Netas		2,125	2,075	2,025	1,975	1,925	1,875	1,825	1,775	1,333	891	449	7	-	2,701	1,923	1,145
Pedidos Planeados		4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	-	4,250	4,250	4,250
Lanzamiento de órdenes		4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	-	4,250	4,250	4,250	-
Bolsas/42.5 Kilos		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	0

Lanzamiento de órdenes

Materiales	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Arena zarandeada (Volquete 7 M ³)	41	41	41	41	41	41	41	37	37	37	37	34	34	34	34	-
Arena chancada (Volquete 7 M ³)	41	41	41	41	41	41	41	37	37	37	37	34	34	34	34	-
Gravilla (Volquete 7 M ³)	56	56	56	56	56	56	56	56	49	49	49	49	42	42	42	42
Cemento (Bolsas x 42.5 Kilos)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100	-
Pen 60/70 (Cisternas de 15 M3 = 20 mil gln)	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	0

Propuesta de mejora de la Causa Raíz 4: Falta de capacitación

El personal operativo debe tener la capacidad de solucionar o anticiparse a situaciones que se le presenten. Para ello, es indispensable estén capacitados y actualizados con los materiales; el proceso y el correcto y seguro manejo de la maquinaria.

La gerencia y jefatura de planta, analizarán los requerimientos de capacitación y los atenderán, con recursos humanos propios o con especialistas en el tema. El concurso del personal de la empresa suministradora de la maquinaria, se tendrá en consideración.

Se recomienda que las sesiones de capacitación se apoyen con exposiciones audiovisuales, que den información técnica e incentiven la participación del grupo.

Especial atención, merece el personal que recién se integre. Previamente tendrán una inducción, que le permita conocer el proceso y las normas de seguridad ocupacional.

Actividades rutinarias, como lubricación, medición de niveles y presiones de las máquinas, ajuste de tornillería e inspecciones visuales, serán actividades que se realizarán fácilmente luego de la capacitación

Diariamente, antes de iniciar la producción, se impartirá una charla de cinco minutos, para dar directivas de seguridad, medio ambientales, de calidad y de producción.

Se propone contratar los servicios de CACP Perú, que es una empresa especializada en capacitaciones especializadas, en modalidades virtuales, presenciales o mixtas.

El participante tendrá a su disposición todos los contenidos del programa en el aula virtual CACP Perú. Las clases se podrán seguir on line, en simultaneo con la clase presencial.

La temática, se detalla seguidamente

Temario

Tema 1

1.1 Obtención de los cementos asfálticos de petróleo (CAP PEN), clasificación y usos

1.2 Propiedades físicas y químicas de los asfaltos. Reología del Asfalto

1.3 Envejecimiento de los asfaltos

1.4 Asfaltos Modificados con Polímeros y Caucho

1.5 Ensayos de Laboratorio requeridos para ligantes asfálticos.

Tecnología de asfalto y mezclas asfálticas.

Tema 2 : Materiales y controles

2.1 Ligantes asfálticos

2.2 Agregados para mezclas asfálticas.

2.3 Diseño de mezclas asfálticas en caliente (MAC), Método MARHALL

2.4 Equipos de Laboratorio necesarios

2.5 Controles de calidad en obra y ensayos de laboratorio.

Tema 3: proceso constructivo de las MAC

3.1 Fabricación, transporte y proceso de extendido de las MAC

3.2 Segregación por peso y por temperatura de las MAC.

3.3 Compactación de las MAC.

3.4 Control de Calidad de las MAC

Costo : S/120 por participante

Duración: 40 horas académicas

Tabla 22.

Cronograma de la capacitación- Asfalto

Temario	Enero				Febrero				Marzo			
	Sab 1	Sab 8	Sab 15	Sab 22	Sab 5	Sab 12	Sab 19	Sab 26	Sab 5	Sab 12	Sab 19	Sab 26
Tema 1 : Cementos asfálticos de petróleo , clasificación y usos												
1.2 Propiedades físicas y químicas de los asfaltos. Reología del Asfalto												
1.3 Envejecimiento de los asfaltos												
1.4 Asfaltos Modificados con Polímeros y Caucho												
1.5 Ensayos de Laboratorio requeridos para ligantes asfálticos.												
Tecnología de asfalto y mezclas asfálticas.												
Tema 2 : Materiales y controles												
2.1 Ligantes asfálticos												
2.2 Agregados para mezclas asfálticas.												
2.3 Diseño de mezclas asfálticas en caliente .												
2.4 Equipos de Laboratorio necesarios												
2.5 Controles de calidad en obra y ensayos de laboratorio.												
Tema 3: proceso constructivo de las mac												
3.1 Fabricación, transporte y proceso de extendido de las MAC												
3.2 Segregación por peso y por temperatura de las MAC.												
3.3 Compactación de las MAC.												
3.4 Control de Calidad de las MAC												

Capacitación de logística

MRP

Capitador: El tesista, Yordan Acuña.

Objetivo

El Curso de logística, se enfocará en la administración de los suministros de materiales y despachos de producto terminado.

Está orientado para desarrollar en el personal de compras, almacenes y ventas, los conocimientos y habilidades para realizar una gestión logística eficiente y técnica.

Durante las prácticas se tendrá la oportunidad trabajar con data real y observar de primera fuente, las ventajas del uso del MRP.

Duración

40 horas académicas

Costo

S/1,500

Temario

1. Definición de MRP.
2. Naturaleza de la Demanda: Dependiente e Independiente.
3. Diferencias del MRP con la Administración de Inventarios por Punto de Reorden.
4. Lógica de Cálculo de Requerimientos desfasados en el Tiempo.
5. Inputs del MRP como Requisitos Indispensables de Funcionamiento.
6. Salidas y Entregables del MRP.
7. Desarrollo del Programa Maestro y relación con MRP.
8. Bases de Datos necesarias para el Cálculo de Requerimientos de Materiales.
9. Lógica de Cálculo del MRP

Cronograma

Tabla 23.
Cronograma de capacitación - MRP

Temario	Enero				Febrero			
	Sab 1	Sab 8	Sab 15	Sab 22	Sab 5	Sab 12	Sab 19	Sab 26
1. Definición de MRP.								
2. Naturaleza de la Demanda.								
3. Diferencias del MRP con Punto de Reorden.								
4. Lógica de Cálculo de Requerimientos								
5. Inputs del MRP								
6. Salidas y Entregables del MRP.								
7. Desarrollo del Programa Maestro y relación con MRP.								
8. Bases de Datos								
9. Lógica de Cálculo del MRP								

Evaluación económico-financiera

Inversión propuesta

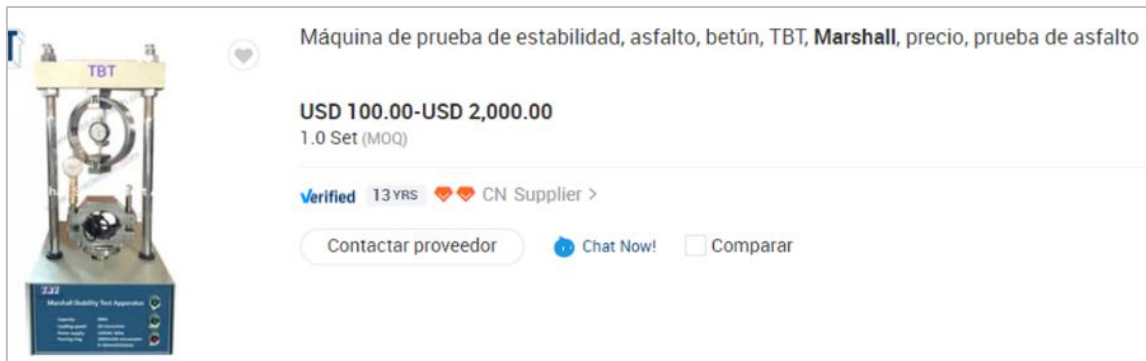


Figura 13. Máquina de prueba de estabilidad del asfalto

Fuente. alibaba.com

Tabla 24.
Cotización de la máquina de prueba de estabilidad del asfalto

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Prueba estabilidad Marshall	1	1500	1500	5,700
Flete	30.0%			1,710
Seguro	3.0%			171
Base imponible				7,581
Ad valorem	4.0%			303
Agente aduana	1.5%			114
IGV	18.0%			1,365
Total				9,363
Flete local				2,000
Total			S/	11,363

Fuente. alibaba.com

Seguidamente, se muestra el flujo de caja, donde la TMAR es 15% anual, siendo su Tasa efectiva mensual: $((100\%+15\%)^{(1/12)} - 1) = 1.17\%$ mensual

Tabla 25.
Flujo de caja

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Inversión													
Prueba de estabilidad Marshall	-	10,740											
Total inversión	-	10,740											
Ingresos													
Mayor eficiencia por mejor mantenimiento	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	2,997
Reducción penalidades por mejor abastecimiento agregados	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	14,000
Reducción penalidades por mejor abastecimiento pen 60/70	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	1,820
Reducción reprocesos por falta de capacitación	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	7,565
Total ingresos	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	26,382
Total ingresos actualizados	2,173	2,148	2,123	2,098	2,074	2,050	2,026	2,003	1,980	1,957	1,934	1,912	24,479
Egresos													
Capacitación en MRP	-	1,500	-	-									- 1,500
Capacitación en mantenimiento preventivo		-	3,000										- 3,000
Capacitación en procesos de asfalto			-	1,200									- 1,200
Total egresos	- 1,500	- 3,000	- 1,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 5,700
Total egresos actualizados	- 1,483	- 2,931	- 1,159	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 5,572
Flujo bruto	699	- 801	999	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	2,199	20,682
Impuesto a la renta (con deducciones)	-	182	208	- 260	- 572	- 572	- 572	- 572	- 572	- 572	- 572	- 572	- 5,377
Flujo neto	517	- 593	739	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	15,305
Flujo actualizado	- 10,740	511	- 579	714	1,553	1,535	1,517	1,500	1,482	1,465	1,448	1,431	13,991
TMAR	15.000% anual												
TEA	1.17% mensual												
VAN	S/ 3,251												
TIR	75.30%												
PRI	0.77 años												
	9 meses												
B/C	1.50												

Fuente. Elaboración Propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

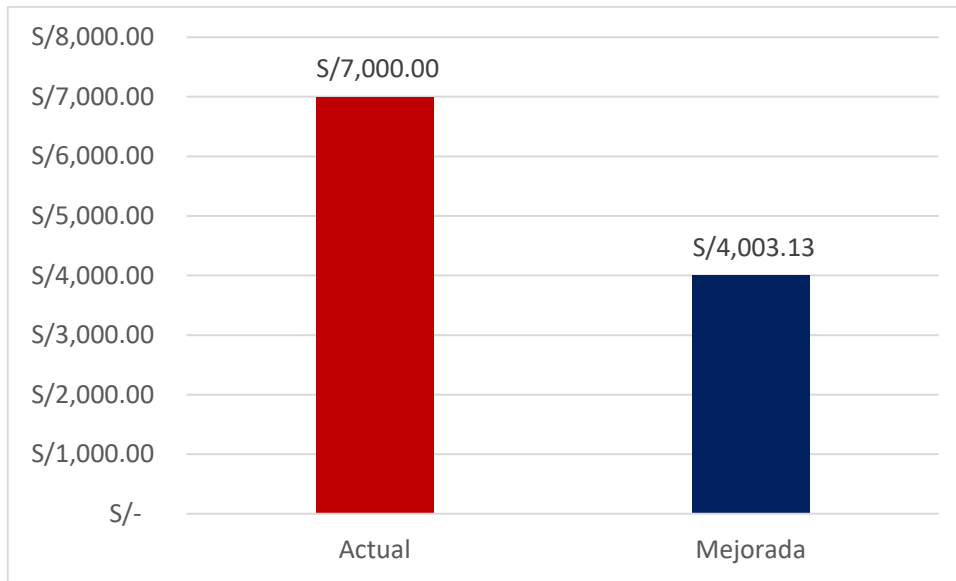


Figura 14. Pérdida por CR1. Deficiente mantenimiento preventivo

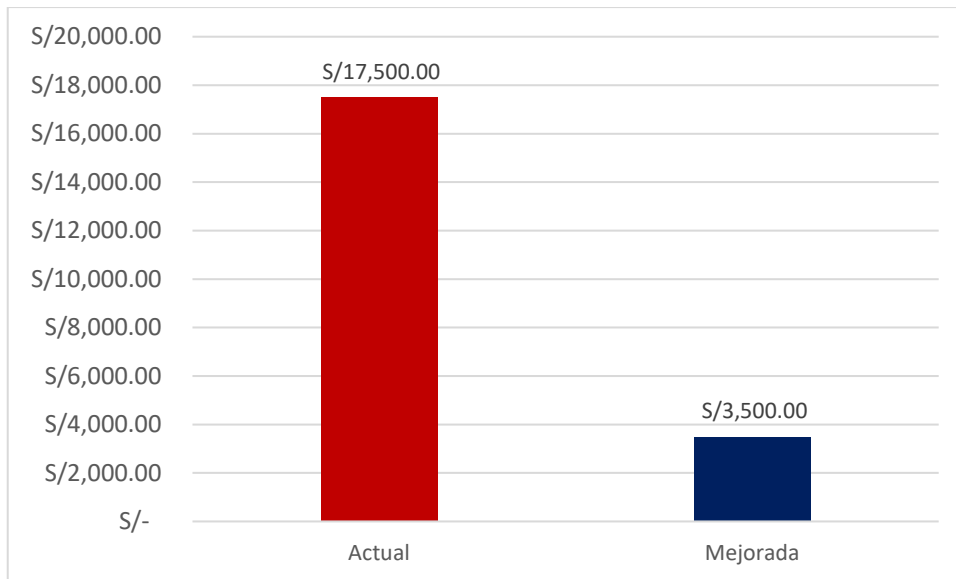


Figura 15. Pérdida por CR2. Deficiente balance de transporte de materiales

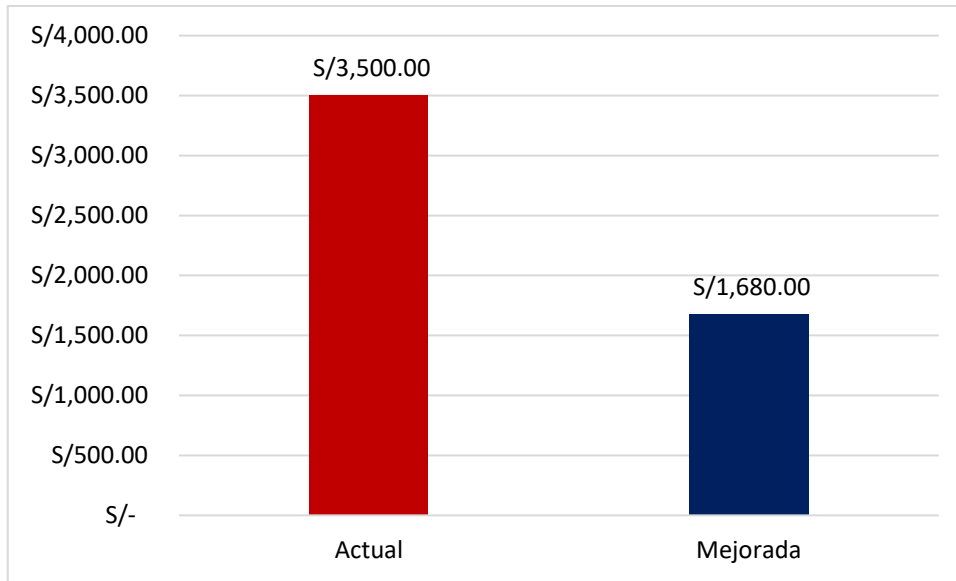


Figura 16. Pérdida por CR3. Deficiente planeamiento de abastecimiento

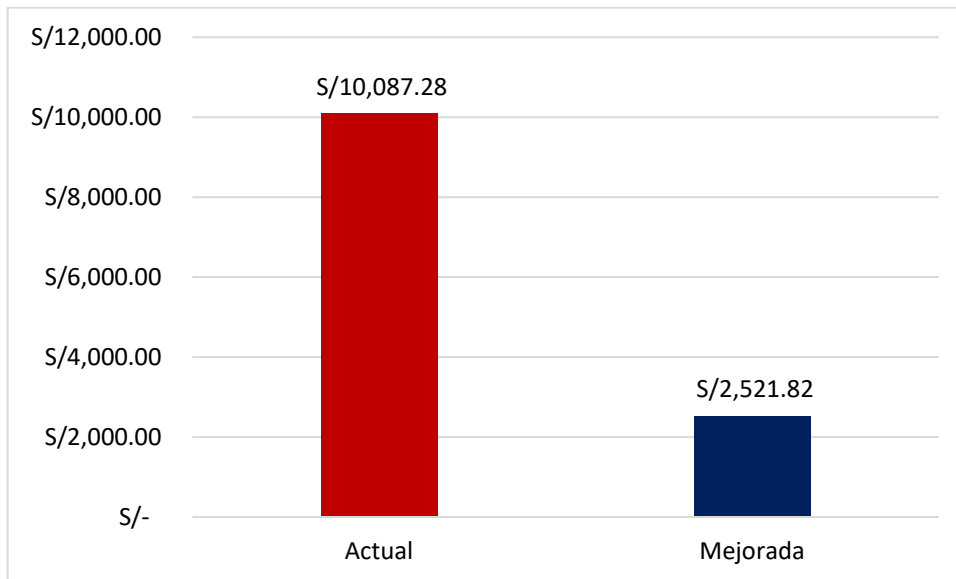


Figura 17. Pérdida por CR4. Falta de capacitación

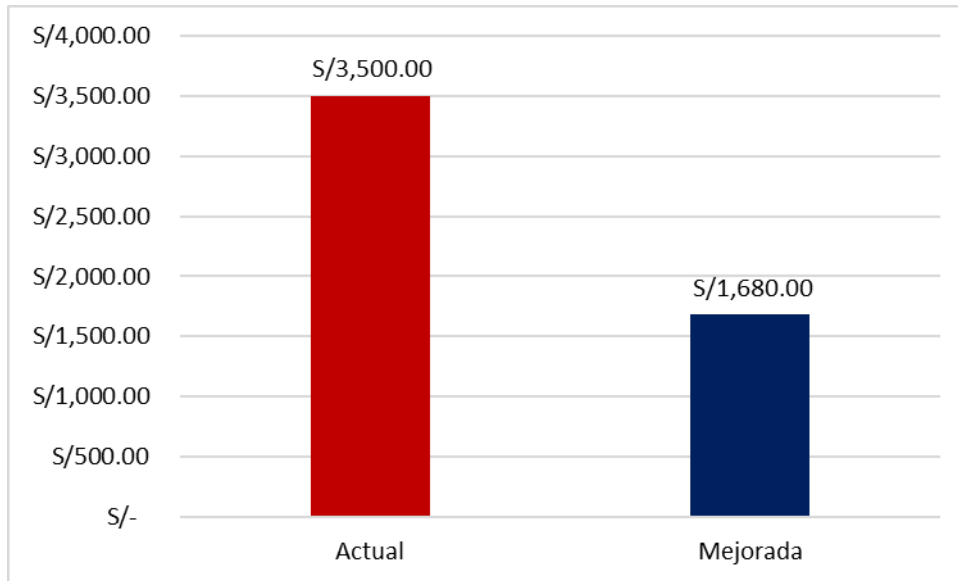


Figura 18. Rentabilidad de la propuesta

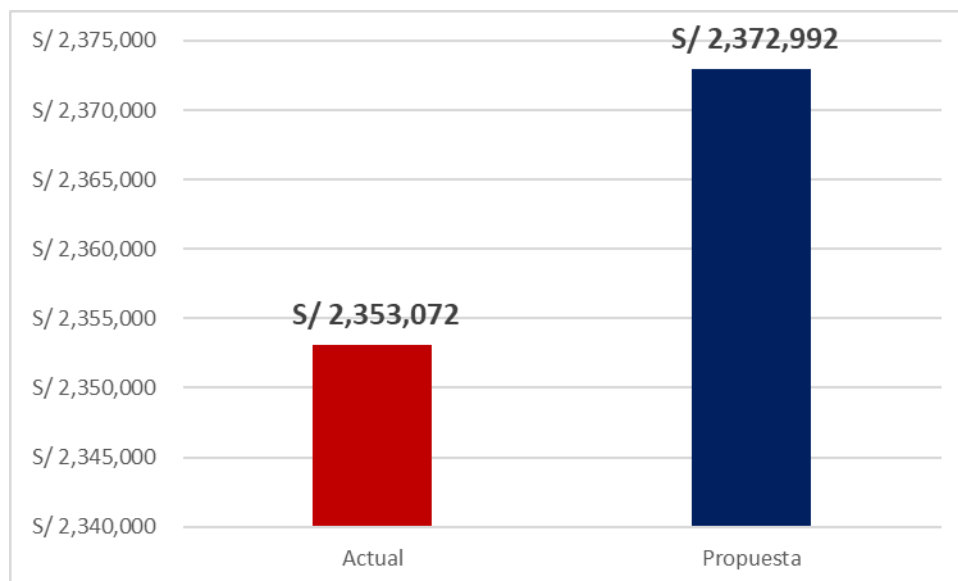


Figura 19. Ingresos netos

Estado de resultados

Tabla 26.
Estado de resultados

	Actual		Propuesta	
Ingresos brutos ventas	S/	9,750,006	S/	9,750,006
Beneficios del proyecto				
Reducción penalidades MP			S/	2,997
Reducción penalidades desabastecimiento agregados			S/	14,000
Reducción penalidades desabastecimiento de pen			S/	1,820
Reducción reprocesos por falta de capacitación			S/	7,565
Costo de producción	-S/	6,644,513	-S/	6,644,513
Ganancias brutas	S/	3,105,494	S/	3,131,876
Margen bruto		31.85%		32.12%
Gastos				
Gastos de administración	-S/	66,000	-S/	66,000
Depreciación	-S/	8,333	-S/	8,333
Total gastos	-S/	74,333	-S/	74,333
Ingresos Operacionales	S/	3,179,827	S/	3,206,209
Pago de intereses	S/	-	S/	537
Ingresos antes de Impuestos	S/	3,179,827	S/	3,206,746
Impuesto a la renta	-S/	826,755	-S/	833,754
Ingresos Netos	S/	2,353,072	S/	2,372,992
Utilidad sobre ventas		24.1%		24.3%
				0.8%

Fuente. Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En su tesis, Cárdenas, Bocanegra y Moreno (2019) manifestaron que, en la empresa de transporte, donde desarrollaron su tesis se evidenciaron las fallas más críticas de los elementos y sistemas en los buses del segmento Clase I, que generaron retorno a los talleres por varadas y mantenimientos correctivos, que finalmente causaron incremento en los costos de mantenimiento y afectación a los índices de satisfacción en los clientes. De manera parecida, en la presente tesis, se determinó que la deficiencia en el mantenimiento preventivo, ocasionó reducción en la disponibilidad de las máquinas, indicador que era bastante bueno, pero, no obstante, se vio impactado por paradas, causantes de penalidades por incumplimiento en las fechas de entrega. El impacto de estas paradas fue del orden del 0.3% de la utilidad anual.

La presente tesis, estuvo diseñada con la misma línea de pensamiento de Olivares y Tam, que manifestaron que la propuesta de un sistema de Mantenimiento y Logística, permite incrementar la rentabilidad de la empresa al reducir el número de fallas de las unidades de transporte por mantenimiento correctivo y las entregas de repuestos, incrementándose así, la disponibilidad operacional de las unidades de transporte. También, con los criterios de Cueva y Medina que sostienen haber empleado la clasificación ABC por costos, según su rotación y según su tiempo de espera. Particularmente este último aspecto, es de alta criticidad en el proceso del asfalto, dado que la materia prima más importante, el pen 60/70, proviene de Lima y el desplazamiento hasta la planta en La Esperanza, es largo y está expuesto a imponderables en la ruta, que afectarían directamente la operación.

En su tesis, Flores, R. y Flores, N, con propuestas de mejora que utilizaron el MRP, Gestión de stocks, capacitación, un kárdex, layouts, un programa de 5S y un Manual de organización de funciones, con lo que disminuyó los sobrecostos y demoras en el servicio, ocasionando penalidades e insatisfacción del cliente, lograron un ahorro en los costos operativos de S/. 97,781.59. El VAN fue de S/. 1,945,676.87, la TIR fue de 79%, y el B/C fue de 1.25.

En la presente tesis, desarrollada en una planta procesadora de asfalto, en un proyecto de cuatro meses, en los que se suministró la mezcla asfáltica para el pavimento de la avenida Pumacahua, del distrito de La Esperanza, mejorando el problema de la disponibilidad de la maquinaria; el balance en el transporte y la reducción de los reprocesos, por falta de capacitación, se obtuvo un VAN de S/1,868 con una TIR de 69.74%. El Beneficio/costo fue 1.35 y el retorno de la inversión, en 10 meses. El beneficio del proyecto es pequeño, pero, deja a la planta con un equipo para analizar la funcionalidad del asfalto y con capacitación en MRP, en mantenimiento preventivo y en el proceso de producción de asfalto, que redundará en los próximos ejercicios económicos.

Gómez, quien sostuvo que la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo es una solución para minimizar las paradas en los procesos y prolongar la vida útil en las máquinas del taller, consiguiendo con ello reducir los costos que se generan por paradas y por mantenimientos correctivos, en la presente tesis, se determinó que su aplicación es particularmente útil, por las rudas condiciones en las que se desarrolla el proceso de producción de la mezcla asfáltica. Gómez, manifestó que con una inversión de US\$6,685, redujo al mínimo las paradas improductivas, que tuvieron un impacto de S/114,048 en la rentabilidad de su empresa, Es decir, resolvió el problema, con el 6% del perjuicio. En la presente tesis, se incrementó la disponibilidad de la planta de 95.5% a 97.5%, para 300 días útiles anuales, con un costo en capacitación de S/4,800. La productividad de la planta fue de S/23.69 M³/Hora con una ganancia de S/107.88 por M³. El impacto negativo del lucro cesante de S/122,673, resolviéndolo solo con el 4% de su costo.

Limitaciones

La presente investigación, solo trata aspectos logísticos, de mantenimiento y calidad del asfaltado de la avenida Pumacahua, que duró cuatro meses. Otros proyectos, en los que la empresa se involucró durante el año 2021, no forman parte de esta investigación.

4.2. Conclusiones

Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, logística y calidad incrementa la rentabilidad de la fábrica de asfalto en la ciudad de Trujillo, en un 0.85%.

Se diagnosticaron problemas en la gestión actual de mantenimiento, logística y calidad que afectan negativamente la rentabilidad de la fábrica de asfalto en la ciudad de Trujillo. Estas son: Deficiente mantenimiento preventivo, deficiente balance de transporte de materiales, deficiente planeamiento de abastecimiento y falta de capacitación.

Se emplearon métodos y herramientas de la ingeniería industrial para incrementar la rentabilidad de la fábrica de asfalto, como plan de mantenimiento preventivo, balance de línea, MPR y capacitación, obteniendo un beneficio total de S/26,382 al aplicar la propuesta de mejora.

La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, logística y calidad en la fábrica de asfalto es viable económicamente. Esto se demuestra con un VAN de S/1,868. Además, la Tasa Interna de Retorno es 69.74% y el Beneficio/Costo de 1.35, que indica que, por cada sol invertido en la propuesta de mejora, se obtendrá una ganancia de S/0.35. El retorno de la inversión será en 10 meses.

La rentabilidad sobre ventas se incrementó de 24.1% a 24.3% y los ingresos netos, subieron de S/2353,072 a S/2372,992.

REFERENCIAS

- Agencia Peruana de Noticias (2018). *Ministerio de Transporte del Perú indica que Meta al 2021 es asfaltar al 100% red vial nacional*. Recuperado de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/ministerio-de-transporte-del-peru-indica-que-meta-al-2021-es-asfaltar-al-100-red>
- Arévalo, L. y Ramírez, S. (2018). *Mejora de la disposición del área de envasado de la empresa Messer Gases del Perú sede Callao* (Tesis de Postgrado). Universidad de Lima, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/8098>
- Cárdenas, R., Bocanegra, A. y Moreno, S. (2019). *Propuesta mejora del plan de mantenimiento para una empresa de transporte público* (Tesis de Grado). Universidad ECCI, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1953/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Céspedes, D. y Rojas, F. (2020). *Diseño de un plan de requerimiento de materiales y sistema de gestión de inventarios para reducir los costos operativos en la línea de producción de abrazaderas de la Factoría Sánchez S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6504>
- Cortés, A. (2018). *Proceso de refinación del petróleo para la obtención de combustibles marinos*. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/41815071.pdf>
- Cueva, A. y Medina, K. (2019). *Diseño de un sistema de gestión de almacén e inventario para reducir los costos operativos en el área de almacén de la empresa CCA-Perú SAC Cajamarca 2018* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14943>
- Domenech, J. (2010). Diagrama de Pareto.
- Flores, R. y Flores, N. (2017). *Propuesta de mejora en el área de logística para reducir los costos operativos generados en los almacenes de la empresa carrocería Metalbus S.A.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <file:///D:/ACASTILLOJ/DESCARGAS/Flores%20Espejo,%20Rosy%20Katherin%20e%20E%2080%93%20Flores%20Espejo,%20Natalie%20Marylin.pdf>

- FLW Protocol (2016), “Mass Balance”, *Guidance on FLW Quantification Methods*, capítulo 8, Food Loss and Waste Protocol [Protocolo sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos]. Recuperado de http://flwprotocol.org/wp-content/uploads/2016/06/FLW_Guidance_Chapter8_Mass_Balance.pdf.
- García, R. (2005). *Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill.
- Gómez, M. (2019). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la empresa ensamblajes S.A.* (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41226/1/TRABAJO%20DE%20TITULACI%C3%93N%20DE%20MICHEL%20ANGELO%20G%C3%93MEZ%20PAZMI%C3%91O.pdf>
- González, B. y Reyes, C. (2017). *Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad en el molino de la empresa Avikonor S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13106>
- INEI (2021). *Indicadores Económicos*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/10_boletin_quincenal_2021.pdf
- Livaque, A. y Peña, D. (2020). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa de alimentos balanceados KIME E.I.R.L.- Chiclayo 2019* (Tesis de Grado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8031/Livaque%20Gonzales%2C%20Alexander%20%26%20Pe%C3%B1a%20Figueroa%2C%20Dany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Recuperado de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- Olivares, F. y Tam, C. (2017). *Propuesta de un sistema de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes Rodrigo Carranza S.A.C.*

- (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12316>
- Orihuela, S., Angulo, J. y Jimenez, J. (2020). *Aplicación del balance de línea para incrementar la productividad de la línea de producción de espárrago verde en La Asociación Agrícola Compositan Alto – La Libertad 2020* (Tesis de Grado). Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/838>
- Peinado, J. y Reis, A. (2007). *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)* Centro universitario positivo. Curitiba- Brazil 2007.
- Petroperú (2022). *Asfaltos*. Recuperado de <https://asfaltos.petroperu.com.pe/caracteristicas.php>
- Pérez, A., Rodríguez, A., & Molina, M. (2002). Factores determinantes de la rentabilidad financiera de las pymes. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 31(112), 395-429.
- Repsol (2020). *Informe de Gestión Integrado*. Recuperado de <https://www.repsol.com/content/dam/repsol-corporate/es/sostenibilidad/informes/2020/informe-gestion-integrado-2020.pdf>
- Universidad Privada Telesup (2017). *Balanceo de Línea y Control de Producción*. Recuperado de <https://utelesup.edu.pe/blog-ingenieria-industrial-y-comercial/balanceo-de-linea-y-control-de-produccion/#:~:text=El%20objetivo%20fundamental%20de%20un,recursos%20e%20incluso%20inversiones%20econ%C3%B3micas>
- Vélez, L. (2020). *Procesos y características de materiales de construcción*. Recuperado de <http://propiedadesmaterialesdeconstruccion.blogspot.com/2010/05/procesos-y-caracteristicas-de.html>
- Yuqui, J. (2017). *Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3130>

ANEXOS

ANEXO N° 1.

Costo de mezcla asfáltica Premium

Costos directos

Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad/ M³	Costo
Asfalto Pen 60/70	M ³	3,743.000	0.096	358.260
Arena zarandeada de ½"	M ³	13.500	0.271	3.658
Arena chancada de ½"	M ³	14.500	0.271	3.929
Cemento (filler)	M ³	2,400.000	0.001	2.753
Piedra gravilla de ½"	M ³	28.000	0.361	10.115
			1.000	S/ 378.714
Transporte				
Transporte del PEN de Conchán	S/	206.452	0.096	19.760
Transporte agregados	S/	25.806	0.903	23.307
				S/ 43.067
Mano de obra directa	H-H	S/ 7.83	0.042	S/ 0.331

TOTAL COSTOS DIRECTOS S/ 422.112

Costos indirectos

Mano de obra indirecta	H-H	S/ 26.25	0.042	1.108
Gratificaciones				4.976
Vacaciones				2.488
Essalud				0.221
Mantenimiento				9.468
Electricidad				2.595

TOTAL COSTOS INDIRECTOS S/ 20.856

TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN M³ S/ 442.97

Margen	24.35%	S/ 107.880
Valor venta		S/ 550.848
IGV	18.00%	S/ 99.153
Precio de venta M²		S/ 650.000

ANEXO N° 2.
Costo imprimante

Costos directos

Materiales	Unidad	Costo unitario	Cantidad/ M³	Costo
Asfalto Pen 60/70	M3	3,743.000	0.040	149.720
Arena zarandeada de ½"	M3	13.500	0.959	12.947
Cemento (filler)	M3	2,400.000	0.001	2.710
			1.000	S/ 165.376
Transporte				
Transporte del PEN	S/	206.452	0.040	8.258
Transporte agregados	S/	25.806	0.959	24.748
				S/ 33.006
Mano de obra directa	H-H	7.833	0.042	S/ 0.331

TOTAL COSTOS DIRECTOS *40,000 M3/Año referencial* **S/ 198.713**

Costos indirectos

Mano de obra	H-H	26.250	0.042	1.108
Gratificaciones				4.976
Vacaciones				2.488
Essalud				0.221
Mantenimiento				6.008

TOTAL COSTOS INDIRECTOS **S/ 14.801**


TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN M3 **S/ 213.515**


ANEXO N° 3.
Planilla

Planilla Mano de obra directa	Cantidad	Costo/ HH	Total
Operarios	10	7	70.000
Mecánicos	2	12	24.000
Total	12		94.000
Costo HH ponderado			S/ 7.833
Planilla Mano de obra indirecta			
Jefe de planta	1	25	25.000
Jefe de calidad	1	25	25.000
Jefe logística	1	25	25.000
Supervisor	2	15	30.000
Total	5		
Costo HH ponderado			S/ 26.250
Total planilla			S/ 34.083

ANEXO N° 4.
Tarjetas maestras del plan de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Transportador colector	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventastecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO (X) NEUMÁTICO HIDRÁULICO	Experiencia comprobada en el trabajo. Conocimientos básicos de electricidad . Uso de EPP	Material de limpieza Grasa para lubricar rodajes Multitester Agua caliente Limpiador químico
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Motor eléctrico Tornillo sinfín Motorreductor Chumaceras	Ajustar bornes Medir aislamiento Limpiar y engrasar chumaceras	
OBSERVACIONES		
Es aconsejable levantar la cubierta del transportador periódicamente (asegurándose de que la alimentación eléctrica esté bloqueada antes de abrir la cubierta) y verifique que el tornillo helicoidal no tenga grietas, cualquier reducción del diámetro exterior, alas dobladas o deformadas o acumulación de material .		


PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Tolva	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventastecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO MECÁNICO (X) NEUMÁTICO (X) HIDRÁULICO	Experiencia comprobada en el trabajo. Conocimientos básicos de electricidad . Uso de EPP	Material de limpieza Grasa para lubricar rodajes Multitester Agua caliente Limpiador químico
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Dispositivos neumáticos de apertura/cierre	Limpieza interna. Limpieza de dispositivos neumáticos Verificación de su funcionamiento Lubricación	
OBSERVACIONES		
Limpieza y verificación del funcionamiento de dispositivos neumáticos.		


PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Transportador alimentador	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventatecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO (X) NEUMÁTICO HIDRÁULICO	Experiencia comprobada en el trabajo. Conocimientos básicos de electricidad . Uso de EPP	Material de limpieza Grasa para lubricar rodajes Multitester Agua caliente Limpiador químico
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Motor eléctrico Banda de salida Motorreductor Chumaceras	Medición de aislamiento Ajuste de bornes Limpieza y engrase de chumaceras	
OBSERVACIONES		
El mantenimiento preventivo de bandas transportadoras garantiza que se identifique si hay piezas que están ocasionando desgaste y llevar a cabo cambios necesarios antes de que se empiecen a presentar cualquier tipo de problemas o errores. Así mismo, se evita problemas de retrasos de producción o daños de las máquinas que impliquen mayores inversiones.		


PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Celda de carga	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventastecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO NEUMÁTICO HIDRÁULICO	Conocimiento básico de electrónica	Multitester Pinza eléctrica Equipo de limpieza
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Medidor de tensión	Limpieza Verificación de precisión de pesada Calibración anual	
OBSERVACIONES		
Limpieza sumamente cuidadosa. Evitar contacto con humedad.		


PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Tambor mezclador	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventastecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO (X) NEUMÁTICO HIDRÁULICO	Experiencia comprobada en el trabajo. Conocimientos básicos de electricidad . Uso de EPP	Material de limpieza Grasa para lubricar rodajes Multitester Agua caliente Limpiador químico
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Motor eléctrico Banda Motoreductor	Limpieza Engrase Ajuste de bornes Medición del aislamiento	
OBSERVACIONES		
Cuando el motor alcanza la velocidad más alta, tambor mezclador la velocidad de rotación debe ser inferior a 15rpm. de lo contrario, el cuerpo del tambor y las cuchillas mezcladoras serán prematuros desgastado. durante el trabajo, la velocidad de rotación del tambor debe ser ajustada por el sistema de operación. durante la descarga, la velocidad de rotación del tambor también debe ajustarse a más de 10 rpm para garantizar la calidad del material de mezcla.		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Quemador	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventastecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO NEUMÁTICO HIDRÁULICO	Experiencia comprobada en el trabajo. Conocimientos básicos de electricidad . Uso de EPP	Equipo de limpieza Multitester Verificación de chispa y llama
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Fotocelda para quemador Bujía Boquilla de pulverización Presostato Bomba de combustible Blower Transformador de ignición Visor Solenoides Motor eléctrico	Comprobación de componentes de seguridad y control. Limpieza y ajuste quemador. Limpieza de cabezal de combustión Limpieza de electrodos Limpieza de fotorresistencia Verificación de chispa y llama	
OBSERVACIONES		
El mantenimiento es indispensable para el buen funcionamiento del quemador y evita asimismo el consumo de combustible excesivos y por lo tanto, la emisión de agentes contaminantes.		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Elevador	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventastecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO (X) NEUMÁTICO HIDRÁULICO	Experiencia comprobada en el trabajo. Conocimientos básicos de electricidad . Uso de EPP	Material de limpieza Grasa para lubricar rodajes Multitester Agua caliente Limpiador químico
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Motor eléctrico Banda	Limpieza Engrase Ajuste de bornes Medición del aislamiento	
OBSERVACIONES		
El mantenimiento preventivo de bandas transportadoras garantiza que se identifique si hay piezas que están ocasionando desgaste y llevar a cabo cambios necesarios antes de que se empiecen a presentar cualquier tipo de problemas o errores. Así mismo, se evita problemas de retrasos de producción o daños de las máquinas que impliquen mayores inversiones.		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Extractor Barber Greene	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventatecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO (X) NEUMÁTICO HIDRÁULICO	Experiencia comprobada en el trabajo. Conocimientos básicos de electricidad . Uso de EPP	Material de limpieza Grasa para lubricar rodajes Multitester Agua caliente Limpiador químico
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Motor eléctrico	Limpieza	
Bomba de agua	Engrase	
Motoreductor	Ajuste de bornes Medición del aislamiento	
OBSERVACIONES		
El mantenimiento preventivo de bandas transportadoras garantiza que se identifique si hay piezas que están ocasionando desgaste y llevar a cabo cambios necesarios antes de que se empiecen a presentar cualquier tipo de problemas o errores. Así mismo, se evita problemas de retrasos de producción o daños de las máquinas que impliquen mayores inversiones.		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Bomba de asfalto	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventatecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO (X) NEUMÁTICO HIDRÁULICO (X)	Experiencia comprobada en el trabajo. Conocimientos básicos de electricidad . Uso de EPP	Material de limpieza Grasa para lubricar rodajes Multitester Agua caliente Limpiador químico
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Engranajes Eje Motor Cámara de la bomba	Limpieza de tuberías Engrase Ajuste de bornes Medición del aislamiento Verificar alineamiento de la bomba	
OBSERVACIONES		
Las actividades de mantenimiento de la bomba se centran en la verificación de empaques y sellos mecánicos para fugas, así como la validación y funcionamiento correcto del motor. Adicionalmente, es necesario considerar el rendimiento, la fiabilidad y la eficiencia durante el período de vida útil, el cual se ve afectado por el entorno ambiental al que es expuesta.		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Sistema de control de la planta	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventastecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO (X) NEUMÁTICO HIDRÁULICO (X)	Conocimientos de electricidad y electrónica. Conocimiento de embobinado del motor Conocimiento sólido del funcionamiento Uso de EPP	Multitester Pinzas de corriente Líquido de limpieza de contactos Blower Desengrasante dieléctrico
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Sistema de control de los equipos de fabricación de asfalto.	Test de disparo de los elementos de protección Limpieza con aspiradora y líquido di eléctrico Ajuste de bornes Medición del aislamiento	
OBSERVACIONES		
Hacer mantenimiento de tablero de control eléctrico de manera regular: Por lo menos cada 3 meses es necesario revisar que todo en nuestro tablero se encuentre de manera correcta. Revisar los componentes del tablero de control eléctrico: Con el tiempo los componentes del tablero suelen aflojarse, empezar a oxidarse, desprenderse, entre otros.		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
DATOS GENERALES		
EQUIPO :	Caldero	
Marca	Barber Greene	
Contacto	ventastecnicas@barbergreen.com	
TIPO DE FUNCIONAMIENTO	FORMACIÓN NECESARIA	MATERIALES
ELECTRICO (X) MECÁNICO (X) NEUMÁTICO HIDRÁULICO	Experiencia comprobada en operación y control de calderos. Capacitación y actualización permanente.	Escobillas de fibra dura, no metálica Solución desincrustante Neutralizante alcalino Kit de análisis de dureza del agua
SERVICIOS DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTES	ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	
Quemador	Retirar hollín	
Cámara de combustión	Monitorear la calidad del agua	
Circuito de humos	Inspeccionar y corregir deficiencias del aislamiento	
Caja de humos	Regeneración de resina de ablandamiento de agua	
Retorno de agua/Salida de agua/Circuito	Verificación de chispa y llama.	
Válvulas de seguridad	Control de válvulas de seguridad	
OBSERVACIONES		
Limpieza, verificación de chispa y llama. Verificación de dispositivos de control de temperatura máxima/mínima. Verificación de funcionamiento de sonda de temperatura. Verificación de dureza del agua.		

ANEXO N° 5.
Pruebas de calidad de asfalto en laboratorio externo

LABORATORIO DE INGENIERIA **WBG**

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE.
La mezcla asfáltica en caliente esta compuesta de los siguientes materiales:
Piedra Chancada.
Arena fina: Zarandada y Chanca.
Asfalto, Filler.


1.- AGREGADO GRUESO:


1.- Requerimientos para los Agregados Gruesos		
Ensayos	Norma	Requerimientos
Durabilidad (al sulfato de sodio)	MTC E 209	12% max.
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% max.
Abrasion Los Angeles	MTC E 207	40% max.
Particulas chatas y alargadas	MTC E 221	10% max.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/90
Salas solubles	MTC E 219	0.50 % max.
Absorcion	MTC E 206	1.0% max.
Adherencia	MTC E 519	95

2.- AGREGADO FINO:

2.- Requerimientos para los Agregados Finos		
Ensayos	Norma	Requerimientos
Indice de Durabilidad	MTC E 214	3.5 min.
Equivalente de Arena	MTC E 209	60 % min.
Adherencia (Riedel Weber)	MTC E 220	Grado 4 min.
Indice de Plasticidad (malla 40)	MTC E 111	N. P.
Indice de Plasticidad (malla 200)	MTC E 111	Max. 4
Salas solubles	MTC E 219	0.50% max.
Absorcion	MTC E 206	0.50% max.

* Deben estar libre de terrones de Areilla
** Particulas delezables menos del 1% Ensayo MTC E 212
*** No deben contener materia organica




Wilser Briones Gallardo
 INGENIERO CIVIL
 R.CIP. 22269

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
 Urb. Santa María – Calle Caluide N° 411 Trujillo – Telf.: 949823808 - 949823878

ANEXO N° 6.
Capacitación en procesos de asfalto



CACP PERÚ
ASESORÍA Y CAPACITACIÓN

CORPORACIÓN DE ASESORAMIENTO Y CAPACITACIÓN PROFESIONAL

CURSO:

TECNOLOGÍA DEL ASFALTO Y MEZCLAS ASFÁLTICAS

Lugar:  **AUDITORIO CENTRAL CACP PERÚ**

COSTO S/. 120



HORARIO: DOMINGO
9:00 AM
7:00 PM

INICIO 29 ABRIL

ORGANIZA  **CACP PERÚ ASESORÍA Y CAPACITACIÓN**

Informes e Inscripciones

Tel:  953620444 / 920029799
Fijo: 043-604932
Email: info@cacperu.com Web: <http://cacperu.com>
Av. Pacífico - Urb. Casuarinas 2da Etapa Mz. E1 Lt. 06 - 2do. Nivel
(Costado de la I.E. Señor de la Vida - USP) - Nuevo Chimbote

 **CACP PERÚ**

BENEFICIOS

-  Certificado de Especialización Profesional expedido por La Corporación de Asesoramiento y Capacitación "CACP PERÚ"
-  Videoconferencias en formato DVD calidad HD
-  Material Impreso full color.
-  Incluye envío de materiales a todo el Perú hasta su domicilio (Olva Courier).

40 HORAS ACADÉMICAS

 **CACP PERÚ ASESORÍA Y CAPACITACIÓN**

Tel:  953620444 / 920029799
Fijo: 043-604932
Email: info@cacperu.com Web: <http://cacperu.com>
Av. Pacífico - Urb. Casuarinas 2da Etapa Mz. E1 Lt. 06 - 2do. Nivel
(Costado de la I.E. Señor de la Vida - USP) - Nuevo Chimbote

 **CACP PERÚ**



Telf: 953620444 / 920029799

Fijo: 043-604932

Email: info@cacperu.com Web: http://cacperu.com

Av. Pacífico - Urb. Casuarinas 2da Etapa Mz. E1 Lt. 06 - 2do. Nivel
(Costado de la I.E. Señor de la Vida - USP) - Nuevo Chimbote



CACP PERÚ



■ PRESENTACIÓN:

Los indicadores de desarrollo económico de nuestro País están impulsados mayormente por la dinámica del Sector Construcción en Infraestructura y/u obras civiles como consecuencia de decisiones de inversión de parte del Sector Público (Gobierno Central, Gobierno Regional y/o Gobierno Local) y del Sector Privado. Así la Corporación de Asesoramiento y Capacitación Profesional CACP PERÚ, dedicado a brindar capacitación, asesoramiento y consultoría a través de su Área Académica, presenta el Curso de Especialización Profesional en: "TECNOLOGÍA DE ASFALTO Y MEZCLAS ASFÁLTICAS.", el cual es promovido por nuestra organización.

■ DIRIGIDO:

Gerentes y administradores de proyectos de la construcción y jefes de área. Ingenieros civiles y arquitectos residentes y supervisores de obras. Profesionales relacionados con proyectos constructivos. Bachilleres y estudiantes de Pregrado.

■ CERTIFICA:

Los participantes que cumplan satisfactoriamente con los requisitos Académicos y Administrativos del programa recibirán la certificación de la especialización profesional en: "TECNOLOGÍA DE ASFALTO Y MEZCLAS ASFÁLTICAS.", expedido por la Corporación de Asesoramiento y Capacitación Profesional CACP S.R.L.

40 HORAS
ACADEMICAS

HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

■ MODALIDAD PRESENCIAL

Esta modalidad consiste en que el alumno asista como mínimo al 90% de las clases teóricas - prácticas. Se les brindará un manual en físico por clase y la información en digital estará disponible en el aula virtual.

■ MODALIDAD VIRTUAL

El participante tendrá a su disposición todos los contenidos del programa en el aula virtual CACP PERÚ, entregándosele una clave y usuario al inicio del curso. Las clases podrán verlo ONLINE EN VIVO en el mismo horario que se lleva a cabo la modalidad presencial y realizar sus preguntas. Para acceder a todas las ventajas de esta modalidad, es imprescindible tener CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL USO DE INFORMÁTICA (manejo de navegadores, correo electrónico, uso de procesadores de texto, impresión de documentos, descarga de documentos, etc). Así como contar de una buena conexión a la red y una computadora con características convencionales de memoria y configuración. El material educativo, tales como el DVD con el contenido de las filmaciones de las conferencias, las diapositivas impreso por clase se le enviará a su domicilio.

- ✓ **Desarrollo de ACTIVIDADES NO PRESENCIALES**, a través de nuestro campus virtual CACP PERÚ con acceso las 24 horas del día, los 7 días de la semana y los 365 días del año.
- ✓ **VIDEOCONFERENCIAS** impartidas por docentes calificados por cada módulo.
- ✓ **MATERIALES DE ESTUDIO** a través de los cuales se ofrecen los contenidos del curso, realizados por los docentes de cada materia en PDF.
- ✓ **MATERIALES COMPLEMENTARIOS** como artículos, normatividad, casos, presentaciones, capítulos de libros y/o enlaces a sitios web de interés.
- ✓ **TUTORÍA ACADÉMICA PERMANENTE** donde contará, durante todo el módulo el desarrollo del diplomado con la posibilidad de comunicarse con el expositor responsable del módulo mediante correo electrónico a través de info@cacperu.com.
- ✓ **Acceso al INTRANET CACP PERÚ**, donde podrá visualizar sus calificaciones obtenidas.
- ✓ **FLEXIBILIDAD DE ESTUDIO** de acuerdo con su disponibilidad de tiempo.
- ✓ **EVALUACIONES EN LÍNEA** con respuesta única.
- ✓ **EQUIVALENCIA EN CURSO Y/O DIPLOMAS:** no se especifica la modalidad de estudio tomada.



ESTRUCTURA CURRICULAR

TEMA 1: LIGANTES ASFÁLTICOS

- ✓ 1.1 Obtención de los cementos asfálticos de petróleo (CAP PEN), clasificación y usos
- ✓ 1.2 Propiedades físicas y químicas de los asfaltos. Reología del Asfalto
- ✓ 1.3 Envejecimiento de los asfaltos
- ✓ 1.4 Asfaltos Modificados con Polimeros y Caucho
- ✓ 1.5 Ensayos de Laboratorio requeridos para ligantes asfálticos.

TEMA 2: DISEÑO DE MAC

- ✓ 2.1 Agregados para mezclas asfálticas.
- ✓ 2.2 Diseño de mezclas asfálticas en caliente (MAC), Método MARHALL
- ✓ 2.3 Equipos de Laboratorio necesarios
- ✓ 2.4 Controles de calidad en obra y ensayos de laboratorio.

TEMA 3: PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS MAC

- ✓ 3.1 Fabricación, transporte y proceso de extendido de las MAC
- ✓ 3.2 Segregación por peso y por temperatura de las MAC.
- ✓ 3.3 Compactación de las MAC.
- ✓ 3.4 Control de Calidad de las MAC


BENEFICIOS

- 1.- Horarios flexibles de acuerdo a tus necesidades a través del campus virtual (las 24h / 7d).
- 2.- Videoconferencias en formato DVD calidad HD.
- 3.- Material Impreso full color.
- 4.- Incluye envío de materiales a todo el Perú hasta su domicilio (Olva Courier)

INVERSIÓN:

COSTO	120.00
COSTO CORPORATIVO	100.00

N° CUENTA CORRIENTE EN SOLES

 **310-2283477035**

**En caso de realizar pago mediante el banco adicionar \$1.750 por cada Transacción*



Informes e Inscripciones

Telf.: 953620444 / 920029799
Fijo: 043-604932
Email: info@cacperu.com
Web: http://cacperu.com

Av. Pacífico - Urb. Casuarinas 2da Etapa Mz. E1 Lt. 06 - 2do. Nivel
(Costado de la I.E. Señor de la Vida - USP) - Nuevo Chimbote


ENVÍO DEL MATERIAL EN FÍSICO, SIN COSTO
ADICIONAL A NIVEL NACIONAL



CACP PERÚ

ANEXO N° 7.

Capacitación de Tecsup, para mecánicos, en mantenimiento preventivo


B

Inicio / Programas Académicos / Análisis Técnico y Mantenimiento Preventivo

Acerca del Programa

El Curso de Inspección Técnica y Entrega de Equipos, está orientado desarrollar en el estudiante los conocimientos y habilidades para una Inspección técnica de calidad, usada durante los mantenimientos preventivos, valorizaciones de equipos, pre entrega. Asimismo mostrar el proceso de entrega técnica. Durante las prácticas se tendrá la oportunidad trabajar en los equipos. Finalmente se tendrá una discusión en clase para demostrar lo aprendido.


Competencias a Desarrollar

▼


TEMARIO

Semana	Unidad	Contenido
1	Familiarización de Equipos	Máquinas de construcción con ayuda del specólogo. Manual de Operación y Mantenimiento. Equipos es básico para iniciar una inspección.
2	Inspección de Equipos.	Inspección de Equipos Pautas de Inspección. Principales errores de inspección. Herramientas y guías de inspección.
3	Entrega de Equipos	Entrega de Equipos. Proceso de Entrega Técnica. Formatos, documentos y fuentes de obtención.

Datos del Programa



Área de formación:
Mecánica y Aviación



Duración:
40 horas

[Regresar al Programa](#)

Mantenimiento Preventivo de Maquinaria Pesada Caterpillar

LABORATORIO DE INGENIERIA **WBG**

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

3.- USO GRANULOMÉTRICO EN LA GRADACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

TAMIZ		% QUE PASA		Variación permisible en % del Peso de los aridos	
		MAC 2	MAC 3	MAS	MENOS
25	1"			5	
19	3/4"	100		5	
12.5	1/2"	80 - 100		5	
9.5	3/8"	70 - 88	100	5	
4.75	N° 4	51 - 68	65 - 87	5	
2	N° 10	38 - 52	43 - 61	4	
0.425	N° 40	17 - 28	16 - 29	3	
0.18	N° 80	8 - 17	9 - 19	3	
0.075	N° 200	4 - 8	5 - 10	2	

CEMENTO ASFÁLTICO:

Este material estará clasificado por su penetración y su viscosidad. Para lo cual se debe tener en cuenta el clima del lugar de la obra.

AGREGADO GRUESO: PIEDRA CHANCADA D = 1/2"

2.- Requerimientos para el Agregado Grueso				
Ensayos	Norma	Requerimientos	Resultado	Observaciones
Durabilidad (al sulfato de sodio)	MTC E 209	12% max.	9.00%	Cumple
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% max.		Cumple
Abrasion Los Angeles	MTC E 207	40% max.	31.10%	Cumple
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% max.	7.50%	Cumple
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	88/93	Cumple
Salas solubles	MTC E 219	0.50 % max.		Cumple
Absorción	MTC E 206	Según diseño	0.85%	Cumple
Adherencia	MTC E 519	95	mas 95	Cumple

* Se aprecia que los agregados cumplen con las Especificaciones Técnicas. También se ha hecho el análisis de la mezcla no contiene terrones de arcilla ni partículas deleznable.



Wilsner Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. CIP 22269

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo – Telf.: 949823808 - 949823878

LABORATORIO DE INGENIERIA **WBG**

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

Determinación del Area Superficial Equivalente						
Abertura Tamiz		Peso que se Retiene	% Retiene Gradacion Original	% que Pasa Original	Constante de Area Superf K	Constante de Area Superf K
Pasa	Retiene					
1"	3/4"	0	0.0		0.00	
3/4"	1/2"	133	12.94	87.1	0.06	0.4
1/2"	3/8"	157	15.27	84.7	0.15	1.3
3/8"	N° 4	122	11.87	88.1	0.25	2.2
N° 4	N° 8	138	13.42	88.6	0.30	2.6
N° 10	N° 16	161	17.61	82.4	0.45	3.7
N° 60	N° 200	209	20.33	79.7	0.55	4.4
N° 200	Resto	88	8.56	91.4	0.65	5.9
TOTAL		1028				20.5

CALCULO DEL AGREGADO Kg / m2 (AG)

AG	Agregado Grueso (kg / m2)		
M	Area Superficial Equivalente (1/ m2)		
Pe	Densidad aparente Suelta (kg / m3)		

AG =	3.880	M	Pe
		1000	

AG =	3.68	20.5	1390
		1000	

CALCULO DEL PESO DE LOS AGREGADOS

Peso	Agregados	110.8	kg / m2
------	-----------	-------	---------

Peso de la Mezcla Asfáltica	2028		kg / m3
Carpeta de e = 2"	133.83		Kg / m2

CALCULO DEL ASFALTO Kg / m2

A =	Asfalto kg/ m2	Valor	
M =	Area Superficial Equivalente	20.5	u
T =	Factor de Tránsito	0.5	u
Ab =	Absorción Superficial	0.01	%
Pb =	Densidad del Asfalto	1	gr / cm3
K =	Factor de Corrección	2	u

A =	M . T . Ab . Pb		0.0513
	K		

Asfalto	0.0513
---------	--------



Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R.C.P. 22269

LABORATORIO DE INGENIERIA **WBG**

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

Carpetas de e = 2" pulg / m2		133.93	Kg. De Agregado
0.051345706	5.10 % de PEN 60/70)	6.88	Kg. De Asfalto
0.02	2% filler	2.68	

Peso de Agregados , Kg.	124.37
-------------------------	--------

Peso de la Piedra = 40 % de D = 1/2"	0.40	53.572	Kg
Peso de la Arena = 53 % 45 % zarandeada 8 % Chancada	0.83	70.85	Kg
Cemento Asfáltico PEN 60/70	0.051	6.83	Kg
Filler (cemento) : 2 %	0.02	2.68	Kg
P.Mezcla Asfáltica de e = 2"	1.00000	133.93	Kg

Materiales por m2 de Mezcla de 2 pulg. De Espesor				
Peso de los Materiales	Kg.	P. U. S. Kg / m3	Cantidad	Unidad
Piedra	53.57	1426	0.036	m3
Arena	70.85	1563	0.045	m3
Cemento Asfáltico PEN 60/70	6.83	1.0	6.83	litros
Filler (cemento)	2.68	1	2.68	Kg
PESO TOTAL	133.93			

Materiales por M3 de Mezcla				
Peso de los Materiales	Cantidad	N° de Capas de de espesor + e	Cantidad	Unidad
Piedra	53.6	15.14	811.20	m3
Arena	70.8	15.14	1072.91	m3
Cemento Asfáltico PEN 60/70	6.83	15.14	103.43	3.785
Filler (cemento)	2.68	0.00	0.00	Kg
				27.33 Gal / m3




Wilser Briones Gallardo
 INGENIERO CIVIL
 R. CIP 22269

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
 Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo – Telf.: 949823808 - 949823878

ANEXO N° 8.
Planta de asfalto



ANEXO N° 9.
Cargado de volquetes



ANEXO N° 10.
Mezcladora de asfalto



ANEXO N° 11. Transportadores

