



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA FACTORÍA BRAYAN’S CAR”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Industrial**

**Autora:**

Bach. Anaiz Garcia Araujo

**Asesor:**

Mg. Ing. Julio Cubas Rodríguez

Trujillo - Perú

2020

## DEDICATORIA

*Al gran arquitecto del universo por todas las bendiciones recibidas y ser mi guía en cada paso que doy.*

*A mis queridos Padres, un profundo agradecimiento por su inmenso amor, sacrificio y su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.*

*A todas las personas que de alguna manera confiaron en mí e hicieron posible el desarrollo del presente trabajo.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a nuestra institución y maestros por sus esfuerzos para que finalmente pueda cumplir mis anhelos y lograr desarrollar esta tesis de manera que represente el pilar de mi formación empresarial.*

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1. Realidad problemática</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1.1. Base Teórica</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1.2. Definiciones Conceptuales</b> .....	<b>28</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	<b>30</b>
<b>1.3. Objetivos</b> .....	<b>30</b>
<b>1.3.1. Objetivo general</b> .....	<b>30</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos</b> .....	<b>31</b>
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	<b>31</b>
<b>1.5. Variables</b> .....	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>33</b>
<b>2.1. Tipo de Investigación</b> .....	<b>33</b>
<b>2.2. Población y muestra</b> .....	<b>33</b>
<b>2.3. Materiales, Instrumentos y Métodos</b> .....	<b>33</b>
<b>2.4. Procedimiento</b> .....	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>77</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>80</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>84</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>86</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables .....	32
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
Tabla 3: Instrumentos y métodos de procesamiento de datos .....	35
Tabla 4: Causas raíz del área de Producción .....	40
Tabla 5: Identificación de indicadores.....	42
Tabla 6: Propuesta de mejora seleccionadas.....	43
Tabla 7: Porcentaje de mantenimiento preventivo actual.....	44
Tabla 8: Indicadores actuales de mantenimiento de los equipos de producción .....	44
Tabla 9: Inventario de los equipos de producción .....	46
Tabla 10: Códigos de los equipos de producción .....	47
Tabla 11: Resultados del análisis de criticidad de los equipos de producción .....	49
Tabla 12: Incremento del Porcentaje de horas de mantenimiento preventivo.....	54
Tabla 13: Indicadores actuales de mantenimiento de los equipos de producción ...	55
Tabla 14: Porcentaje de procedimientos de mantenimiento actual.....	55
Tabla 15: Costo por hora de la empresa .....	56
Tabla 16: Pérdida por la falta de un procedimiento de mantenimiento .....	57
Tabla 17: Reducción de la pérdida por falta de un procedimiento de mantenimiento .....	59
Tabla 18: Incremento del porcentaje de procedimientos de mantenimiento .....	59
Tabla 19: Pérdida por falta de equipos y herramientas.....	60
Tabla 20: Equipos predictivos para el mantenimiento de los equipos.....	61
Tabla 21: Equipos y herramientas adicionales .....	62

Tabla 22: Reducción de la pérdida por falta de equipos y herramientas .....	63
Tabla 23: Pérdida por falta de personal de mantenimiento .....	64
Tabla 24: Reducción de la pérdida por falta de personal de mantenimiento .....	65
Tabla 25: % de colaboradores de mantenimiento con la mejora .....	65
Tabla 26: Pérdida por mantenimiento externo.....	66
Tabla 27: Cronograma de capacitaciones en temas de mantenimiento .....	67
Tabla 28: Reducción de la pérdida por mantenimiento externo .....	68
Tabla 29: Incremento de la rentabilidad .....	69
Tabla 30: Inversión para el plan de mantenimiento preventivo .....	69
Tabla 31: Inversión para la propuesta del procedimiento de mantenimiento .....	70
Tabla 32: Inversión de la propuesta de adquisición de equipos y herramientas.....	70
Tabla 33: Inversión de la propuesta de contratación de personal .....	71
Tabla 34: Inversión para el desarrollo de las capacitaciones.....	71
Tabla 35: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año .....	73
Tabla 36: Estado de resultados anual.....	74
Tabla 37: Flujo de caja anual .....	75
Tabla 38: Indicadores económicos .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa de la baja rentabilidad en el área de producción de la empresa Factoría Brayan’s Car. ....	39
Figura 2: Diagrama de Pareto del área de producción.....	41
Figura 3: Plan de mantenimiento propuesto para los equipos de producción .....	51
Figura 4: Horas para el mantenimiento preventivo .....	53
Figura 5: Procedimiento de mantenimiento propuesto.....	58
Figura 6: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr7 .....	77
Figura 7: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr9 .....	77
Figura 8: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr6.....	78
Figura 9: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr5.....	78
Figura 10: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr4 .....	79

## **RESUMEN**

En el presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción sobre la rentabilidad de la empresa Factoría Brayan’s Car.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de los procesos de mantenimiento de los equipos del área de producción, encontrando que los principales problemas son: La falta de un plan de mantenimiento para los equipos de producción, la falta de un procedimiento definido para el área de mantenimiento, la falta de equipos y herramientas para los mantenimientos, la falta de personal de mantenimiento y la falta de capacitación originó que muchas de las fallas fueran atendidas por personal externo.

Se desarrolló la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción utilizando las siguientes herramientas: Plan de mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, adquisición de equipos y herramientas, contratación de personal y un cronograma de capacitación; generando un ahorro anual de S/ 229,145.30.

Para finalizar se desarrolló una evaluación económica / financiera de la propuesta de mejora en un periodo de 2 años, dando como resultado que el proyecto es RENTABLE ya que se obtuvo un: VAN de S/ 201,913.00, TIR de 86.5%, B/C de 1.38 y un PRI de 13.36 meses.

**PALABRAS CLAVE: Gestión de mantenimiento, producción, rentabilidad.**



## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

La industria metalmecánica cumple un rol muy importante en la estructura productiva de la economía, al ser proveedora de bienes de capital como maquinaria, equipo e instalaciones, así como proporcionar artículos y suministros, para diversos sectores industriales y otros sectores como la minería, construcción, transporte, pesca, electricidad, lo cual convierte a esta industria en una actividad generadora de importantes eslabonamientos productivos y de empleo (Mariátegui, 2020).

La Metalmecánica cuenta con más de 60 años dentro del sector industrial. Su desarrollo comenzó con la creación de este sector y desde allí se generó todo el avance que comprende: materiales, maquinaria, sistemas de producción, entre otros. Esta rama abarca las máquinas industriales y herramientas proveedoras de partes a las demás industrias metálicas, siendo el metal y las aleaciones de hierro su insumo básico para la utilización en bienes de capital productivo (Metalmind, 2017).

El desarrollo del país depende de gran cantidad de actividades que hacen crecer su economía, una de las actividades importantes para el desarrollo, es el crecimiento industrial, el cual se ha vuelto muy importante para la progresión económica del país, es por ello que una de las industrias más significativas del Perú, lo constituye la industria Mecánica-eléctrica, quienes realizan actividades de transformación, es decir agregan valor a materias primas que son incorporados o complementadas por medio de diferentes procesos.

Entre los países más desarrollados en la rama metalmecánica se encuentran Estados Unidos, Japón, China, Alemania y España, los cuales mantienen filiales multinacionales en varias naciones para la importación de las maquinarias y la puesta en marcha de su tecnología de vanguardia, para un mayor desarrollo industrial (La Cámara, 2019).

En el ámbito local, se observa que las exportaciones del sector Metalmecánico en los últimos dos años han registrado un crecimiento promedio de 14,4%, dejando en claro que es uno de los sectores que ha ayudado a recuperar el crecimiento sostenido de nuestras exportaciones totales registradas en años anteriores (La Cámara, 2019).

Los mercados de destino para estos productos son Estados Unidos, Chile, Ecuador, Bolivia, México, Colombia y Brasil, los cuales representan el 75% de los destinos de las exportaciones totales peruanas del sector Metalmecánico (La Cámara, 2019).

En el Perú, el sector metalmecánico representó, en el 2017, el 13,6% del total de valor agregado del sector manufactura y 1,7% del PBI de la economía peruana. De otro lado, las exportaciones en este mismo año ascendieron a 534 millones de dólares, cifra que representó el 4,6% del valor total de las exportaciones no tradicionales. (Mariátegui, 2020).

La actividad metalmecánica peruana es uno de los sectores industriales que genera mayor nivel agregado a la industria nacional, creció 10,2% entre enero y octubre de 2018, impulsado por la mayor demanda interna, específicamente por el crecimiento de la inversión pública y privada. Entre las actividades industriales más

dinámicas del sector destacan la mayor producción de motores, generadores, transformadores (132,8%), motocicletas (22,8%), partes, piezas y accesorios para vehículos (15,3%), carrocerías para vehículos automotores (8,5%), otros productos elaborados de metal (7,1%), motores y turbinas (6,8%), artículos de cuchillería, herramienta de mano y artículos de ferretería (6,7%), productos metalmecánico para uso estructural (6,6%), otros hilos y cables eléctricos (6,3%) y pilas, baterías y acumuladores (3,9%) (Mariátegui, 2020).

Por el contrario, otras ramas industriales registraron deterioros en su actividad productiva, tales como firmas dedicadas a la fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal (-1,5%), bombas, compresores, grifos y válvulas (-5,2%), maquinaria para minería (-10,1%), maquinaria para uso doméstico (-12,0%), otros tipos de maquinaria para uso general (13,5%), entre otros (Mariátegui, 2020).

Sin embargo, muchas empresas metalmecánicas dentro de la región la libertad, no cuentan con técnicas, estrategias ni mediadas, ni condiciones necesarias para realizar una buena eficiencia productiva, además la falta de información y el poco acceso a nuevas tecnologías, hacen que se involucre el deterioro y la pérdida de materiales, equipos y mercancías, dando como resultado la mala distribución, el mal manejo que provocan tiempos muertos en el proceso.

Tal es el caso de la empresa Brayan’s Car, dedicada a la fabricación de todo tipo de estructuras y componentes metálicos, que nace con la finalidad de ofrecer a las personas productos de calidad, con la garantía de su trabajo.

Sin embargo, la empresa actualmente ha tenido pérdidas económicas en el área de producción tales como:

Los equipos de producción en el año 2019, registró un total de 1104 fallas lo que generó un tiempo total de reparaciones (TTR) para el mantenimiento correctivo de 4854 horas, con lo cual se obtuvo una disponibilidad de 87% que a su vez generó una pérdida anual de S/107,791.00.

En el área de mantenimiento, se generó tiempos de demora para determinar el problema que hay que solucionar, es por ello que el 2019 se determinó que en promedio se demoró 10 minutos por falla y esto generó una pérdida anual de S/4,086.00.

El mantenimiento de los equipos de producción generó un tiempo perdido de 185 horas adicionales por no disponer de equipos y herramienta, lo que representó una pérdida por las 31 penalidades de los trabajos entregados fuera del plazo planificado de S/35,048.00.

El personal de mantenimiento generó un tiempo de demora de 368 horas, lo que representó una pérdida anual de S/8,172.00.

Las fallas atendidas por personal externo fueron del 67,6% (746 fallas) y esto generó un costo anual de S/194,458.00.

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes tesis:

Gonzaga y Mostacero. (2019). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento para aumentar la rentabilidad en la empresa Factoría Industrial S.A.C.”, tuvo como objetivo aumentar

la rentabilidad de la empresa Factoría Industrial S.A.C. mejorando la situación actual del Área de Logística y Producción, utilizando las siguientes herramientas y técnicas: MRP II, ABC, Layout de Planta y TPM. Esta tesis concluye: Las propuestas de mejora incrementaron las ventas de sus productos en un 20%, logrando a su vez reducir el número de trabajadores de 58 a 54 (ahorro anual de S/ 22,800.00), adicional a ello se obtuvo un VAN de S/ 23,702.00, un TIR de 43.5%, B/C de 1.20 y un ROI de S/ 1764.75; lo cual indica que el proyecto es RENTABLE.

Bolaños. (2018). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa de transportes e Inversiones JOB S.A.C. – Trujillo”, tuvo como objetivo general determinar el impacto en la rentabilidad de la empresa de Transportes e Inversiones JOB S.A.C. a través la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, utilizando las siguientes herramientas y técnicas: plan de mantenimiento preventivo y la adquisición de un software, procedimientos, Clasificación ABC. Esta tesis concluye: Con la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento se logró incrementar la disponibilidad de 91.9% a 95.1%, incrementando las ventas en un 3.2% (S/103, 928) y la rentabilidad sobre las ventas de 15% a 16.4%.

Alvites y Chavesta. (2018). Universidad Señor de Sipán, en su tesis titulada “Plan de mejora en la gestión del área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la Empresa de Transportes Serpiente de Oro S.R.L Trujillo – 2018”, tuvo como objetivo el desarrollo de un plan de mejora en la gestión del área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes

Serpiente de Oro S.R.L. Se realizó el análisis de la situación actual del área de mantenimiento, hallando que los principales problemas que afectan a la rentabilidad actual son: la falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para unidades, la falta de un proceso de mantenimiento, la falta de gestión de la documentación de mantenimiento que ocasiona una pérdida de S/5, 209.00; la falta de orden, limpieza y mala manipulación en el taller que originan pérdidas de repuestos generando pérdidas de S/ 55,934.00. Se elaboró el plan de mejora en la gestión del área de mantenimiento el cual consiste en un plan de mantenimiento preventivo, cuáles son los procedimientos, clasificación ABC, codificación de repuestos gestión de la documentación y un programa de capacitación. Esta tesis concluye: Con las mejoras realizadas se logró incrementar la rentabilidad de 92.4% a 95%, incrementando las ventas en un 2.59% (S/59,082.72).

Paredes (2017). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.”, tuvo como objetivo general el desarrollo de propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L, para ello utilizó las siguientes herramientas: plan de mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, formatos para mejorar la gestión de la documentación, adquisición de equipos de monitoreo, compra de herramienta y un plan de capacitaciones. Esta tesis concluye: Estas mejoras lograron incrementar la disponibilidad de los equipos de 91.4% a 95.7%., generando ingresos por un monto total S/ 2, 006,983 durante los 8 años en los

cuales se proyectó el flujo de caja, además se obtuvo un VAN de S/ 442,747 TIR de 62,9%, B/C de 1.6 y un PRI de 2.65 años por lo cual se determinó que el proyecto es RENTABLE.

Jave y Chávez. (2018). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), en su tesis titulada “Propuesta de mejora en las áreas de abastecimiento y mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa CMC Arenado y Pintura E.I.R.L”, tuvo como objetivo principal general realizar una propuesta de mejora en las áreas de abastecimiento y mantenimiento con la finalidad de aumentar la rentabilidad de la empresa CMC arenado y pintura industrial E.I.R.L, para ello utilizó las siguientes herramientas: programa de mantenimiento preventivo para la reducción del número de fallas de los equipos y sus costos de mantenimiento correctivo, y para el área de abastecimiento la aplicación de la metodología 5S y un sistema de ABC de almacenes para reducir tiempos ociosos, costos; así como el aprovechamiento de la redistribución de planta. Esta tesis concluye: se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de \$ 9 079 604.26 pesos chilenos y un TIR de 141% el cual es mayor a la tasa de costo de oportunidad, así también un PRI de 1.54 meses y el beneficio costo es mayor a uno.

Campos. (2018). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en su tesis titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L.” propone un nuevo plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en La Empresa de Transportes Sayvan E.I.R.L, para ello utilizó como herramienta de mejora: el análisis de criticidad de factor

crítico para determinar los sistemas del volquete más críticos y analizando los modos y efectos de falla de cada sistema y actividades de Mantenimiento establecidas que mitigan los defectos que surgieron como el más concurrente. Esta tesis concluye: el costo de implementación del plan de mantenimiento preventivo es S/144 397, 4 y el beneficio para la compañía es S / 52 623, 48, permitiendo incrementar la rentabilidad de la empresa a 36.4%.

### **1.1.1. Base Teórica**

#### **1.1.1.1. Gestión de la Producción**

La gestión de la producción (o gestión de las operaciones) es una de las tradicionales áreas funcionales de la gestión e incluye las funciones de análisis, elección e implementación de las tecnologías y procesos productivos más eficientes en la combinación y transformación de los factores productivos (inputs) para obtención del máximo de bienes y servicios (outputs), tanto en términos de cantidad como de calidad. Este concepto puede aplicarse a empresas industriales, a empresas comerciales y de servicios pudiendo, en estos dos últimos casos ser designada por gestión de las operaciones (Nunes, 2016).

Actividades que integran la gestión de la producción

- En este sentido, la gestión de la producción incluye actividades como:
- La definición de los objetivos de producción y de la estrategia para conseguirlos, teniendo en cuenta los objetivos y las estrategias globales de la organización;



- La elección, especificación e implementación del proceso productivo más adaptado al producto a producir y a la estrategia de producción definida;
- La definición de la capacidad productiva a instalar de acuerdo con las necesidades de la producción.
- La elección de los equipamientos productivos y de las tecnologías más eficientes y que mejor se adapten al producto a producir, las cantidades definidas y al proceso productivo escogido;
- La concepción del layout industrial en el cual se define la disposición de los equipamientos, de los materiales y de los puestos de trabajo bien como el flujo de materiales a lo largo del proceso productivo;
- La definición de la política de control de calidad en la producción, incluyendo la definición de los puntos de control;
- La definición y concretización de la política de manutención de los equipos;
- La definición de las funciones en el área de producción;
- La gestión corriente de todo el proceso productivo.
- La gestión de la producción puede aún incluir áreas con las cuales trabaja directamente como las compras de materiales y materias primas, la logística de materiales e de producto acabado y la gestión de stocks (Nunes, 2016).

#### **1.1.1.2.Mantenimiento Industrial**

El mantenimiento industrial está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e

instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento (Olarte, Botero, & Cañon, 2010).

El objetivo general del mantenimiento industrial es el de planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos de producción.

Los objetivos específicos del mantenimiento industrial son los siguientes:

- Realizar listados de los equipos que conforman el proceso de producción.
- Asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos listados.
- Realizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales, técnicas y operacionales de cada uno de los equipos codificados.
- Generar listados codificados con cada una de las actividades de mantenimiento eléctrico, mecánico, de lubricación, de instrumentación, de metrología y civil en todas las áreas de la empresa.
- Asignar las tareas de mantenimiento requeridas con su correspondiente fecha de inicio y frecuencia de ejecución para cada uno de los equipos codificados.
- Listar los repuestos, herramientas y tipo de personal requerido para la ejecución del mantenimiento.
- Realizar órdenes de trabajo del mantenimiento programado sistematizado.
- Digitalizar la información de las órdenes de trabajo en el correspondiente software de mantenimiento.

- Generar informes que permitan controlar el manejo del presupuesto para la mano de obra propia y contratada, los repuestos y los materiales empleados en el mantenimiento (Olarte, Botero, & Cañon, 2010).

### **Ventajas del mantenimiento industrial**

Una buena programación del mantenimiento hace que las empresas cuenten con las siguientes ventajas:

- Elaboración de productos de alta calidad y a bajo costo.
- Satisfacción de los clientes con respecto a la entrega del producto en el tiempo acordado.
- Reducción de los riesgos en accidentes de trabajo ocasionados por el mal estado de las máquinas o sus componentes.
- Disminución de costos provocados por paradas del proceso de producción cuando se presentan reparaciones imprevistas.
- Detección de fallas producidas por el desgaste de piezas permitiendo una adecuada programación en el cambio o reparación de las mismas.
- Evita los daños irreparables en las máquinas.
- Facilita la elaboración del presupuesto acorde con a las necesidades de la empresa (Olarte, Botero, & Cañon, 2010).

### **Pérdidas por la falta de mantenimiento programado**

Cuando en las empresas no se cuenta con un mantenimiento bien planeado, las pérdidas se pueden presentar por los siguientes inconvenientes:

- Paradas del proceso de producción.

- Averías inesperadas de los equipos.
- Daños en la materia prima.
- Elaboración de productos defectuosos (Olarte, Botero, & Cañon, 2010).
- Incumplimiento en los tiempos de entrega de los productos.
- Accidentes laborales (Olarte, Botero, & Cañon, 2010).

### **1.1.1.3. Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo es un concepto que abarca todo tipo de operaciones destinadas a la conservación de equipos e instalaciones a través de la revisión periódica y reparación profesional, para garantizar así su buen funcionamiento, su fiabilidad y su durabilidad (Contreras, 2016).

Precisamente, el objetivo fundamental del mantenimiento preventivo es prolongar la vida útil de los equipos, previniendo a tiempo las fallas e incidencias que se puedan presentar por falta de mantenimiento. Generalmente consiste en el cambio de piezas que presentan desgaste, el cambio de lubricantes, calibración, pintura y demás materiales anticorrosivos (Contreras, 2016).

Este tipo de mantenimiento se hace por recomendaciones de los fabricantes después de un determinado tiempo de uso, por normas de uso de carácter legal o por inspección de técnicos expertos. La prevención en el mantenimiento de cualquier tipo de herramienta resulta fundamental para garantizar su buen funcionamiento y alargar su vida útil (Contreras, 2016).

### **Características principales**

Como se ha dicho, el mantenimiento preventivo permite detectar fallas a tiempo y corregirlas mediante inspecciones periódicas realizadas por expertos.

De esta forma, las empresas impiden que se presenten paros de planta afectando la producción, y evitan la depreciación y hasta pérdida total de equipos.

Las características principales del mantenimiento preventivo son las siguientes:

- Se realiza de forma periódica y rutinaria.
- Es un tipo de mantenimiento cuyas tareas y presupuestos son planificadas. Tiene un tiempo de inicio y de culminación.
- Se realiza en condiciones de control total para evitar accidentes, mientras el equipo está parado.
- Ofrece la posibilidad de actualizar la configuración técnica de los equipos. (Contreras, 2016).

### **Tipos principales de mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo se subdivide en tres tipos: programado, predictivo y de oportunidad.

#### 1. Mantenimiento programado

Este tipo de mantenimiento es planificado y presupuestado, dado que las revisiones o inspecciones a los equipos se realizan según parámetros de tiempo, horas de funcionamiento, kilometraje, consumo, entre otros factores. (Contreras, 2016).

#### 2. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo determina en qué momento debe realizarse la reparación de acuerdo a consejos de mantenimiento y al tiempo máximo de utilización recomendado antes de someterse a reparación.

Este mantenimiento puede contarse dentro del tipo preventivo, pero tiene algunas diferencias sustanciales: el mantenimiento predictivo se realiza en función del estado del equipo, del seguimiento y la programación del mantenimiento de esas lecturas resultantes.

En cambio, el mantenimiento preventivo como tal determina el momento en que el equipo será inspeccionado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante o también del ciclo de vida útil que promedio tiene un equipo (Contreras, 2016).

### 3. Mantenimiento de oportunidad

Por lo general, se realiza cuando se saca de funcionamiento un equipo con este propósito, como por ejemplo la turbina de una central hidroeléctrica.

Pero también puede ser un barco, un horno industrial o un carro que no está en uso. De esta forma se aprovecha su tiempo de descanso (Contreras, 2016).

#### Ventajas del MP

Entre las ventajas que presenta el mantenimiento preventivo se encuentran las siguientes:

- Costo reducido con relación al mantenimiento correctivo.
- Se reducen significativamente los riesgos por fallas o fugas en los equipos.
- Prolonga la vida útil de los equipos.

- Hay menor tiempo de inactividad no planificado causado por falla de los equipos.
- Se generan menos errores en las operaciones cotidianas.
- Mejora sustancialmente la fiabilidad de los equipos.
- Se producen menos costos en reparaciones causadas por fallas inesperadas de los equipos, las cuales deben corregirse rápidamente.
- Permite mejorar el control sobre el funcionamiento del equipo y su productividad, así como la programación del mantenimiento que será aplicado en este (Contreras, 2016).

#### Desventajas del MP

En realidad, el mantenimiento preventivo tiene muy pocas desventajas. Algunas de estas son las siguientes:

- El mantenimiento de los equipos debe ser realizado por personal especializado que generalmente está fuera de la empresa, por lo cual tiene que ser contratado.
- La empresa debe ceñirse a las recomendaciones del fabricante para programar las labores de mantenimiento. Por esto puede ocurrir que se deba cambiar una pieza cuando quizás puede tener una mayor vida útil (Contreras, 2016).

#### **1.1.1.4.Capacitación**

La capacitación de los empleados es aquella información, aprendizaje básico que se le da al personal de una empresa para complementar los conocimientos y

formación que ha llevado y así poder desempeñar su labor dentro de ella. Está orientada a la ya existente capacidad de los empleados para realizar sus labores dentro de una empresa, la cual está encaminada hacia un cambio positivo en los conocimientos, habilidades y actitudes del empleado (Restrepo, 2017).

La importancia de la formación o capacitación de personal radica principalmente en su objetivo: mejorar los conocimientos y competencias de quienes integran una empresa, porque es a través de esas personas, de sus ideas, de sus proyectos, de sus capacidades y del desarrollo de sus labores como se desarrollan las organizaciones.

La capacitación es importante para una compañía porque es necesario aportar un personal mejor preparado, adiestrado, el cual hará que se desarrolle correctamente en sus actividades relacionadas a su puesto de trabajo. Con esto se espera que cada personal se encuentre en un puesto acorde a su perfil profesional (Restrepo, 2017).

La formación o capacitación se debe realizar sin importar el nivel jerárquico y se desarrolla de acuerdo al cargo de cada trabajador. Para que se lleve a cabo de manera adecuada es necesario realizar una detección de necesidades de formación para el puesto específico con el fin de encontrar los problemas actuales (Restrepo, 2017).

Existen herramientas empleadas para determinar los problemas y las necesidades de formación o capacitación, estas son:



- Evaluación de desempeño: con esta herramienta es posible descubrir a los empleados que vienen ejecutando sus tareas por debajo de un nivel satisfactorio y también averiguar qué sectores de la empresa reclaman una atención inmediata de capacitación.
- Observación: sirve para verificar dónde hay evidencia de trabajo ineficiente, daños de equipo, atrasos en el cronograma, pérdida de materia prima, número elevado de problemas disciplinarios, alto índice de ausentismo, rotación elevada, entre otros.
- Cuestionarios: consiste en investigaciones mediante cuestionarios y listas de verificación que evidencian las necesidades de capacitación.
- Solicitudes de supervisores y gerentes: muchas veces cuando la necesidad es muy alta, los propios gerentes y supervisores solicitan los programas de formación.
- Entrevistas con supervisores y gerentes: son contactos directos con supervisores y gerentes respecto de los problemas solucionables.
- Reuniones interdepartamentales: discusiones en reuniones acerca de asuntos que conciernen a objetivos organizacionales, problemas operativos, planes para determinados objetivos y otros asuntos administrativos (Restrepo, 2017).
- Examen de empleados: estos exámenes determinarán el proceso de las tareas a realizar por cada empleado y su desempeño.

- **Modificación del trabajo:** cuando se introduzcan modificaciones parciales o totales a la rutina del trabajo, es necesario capacitar previamente a los empleados en los nuevos métodos y procesos de trabajo.
- **Entrevistas de salida:** aunque suene poco importante, cuando un empleado sale de una empresa, es el momento apropiado para conocer su opinión acerca de la empresa y su funcionamiento, también para conocer el desempeño y forma de trabajo de sus compañeros (Restrepo, 2017).

#### **1.1.1.5. Rentabilidad**

##### **a. Definición de VAN**

También llamado VAN económico. Es el valor creado por el proyecto en un periodo determinado.

##### a) Cómo se calcula:

Descontando los flujos de caja libre al WACC.

##### b) Cómo se interpreta:

Un VAN del proyecto, descontado a un WACC del 10%, igual a 10 millones de euros, significa que el proyecto genera una rentabilidad del 10% anual que es la media ponderada de lo que los accionistas y suministradores de deuda exigen por su apoyo y financiación, más 10 millones de euros valorados en euros del momento cero, ya que son cantidades que han sido actualizadas a ese momento temporal. Una vez retribuidos accionistas y prestamistas según las tasas exigidas, los 10 millones de euros de VAN es la cuantificación de la creación. (Ortega, 2013).

c) Valores de VAN

1. VAN del proyecto  $> 0$

El proyecto crea valor. Desde el punto de vista del modelo, el proyecto debe aceptarse, ya que genera una rentabilidad igual a la tasa de descuento utilizada, el WACC, más un plus valorado en unidades monetarias del momento actual que se corresponderá con el valor que tome el VAN y que servirán para la devolución y retribución de la deuda y para el pago al accionista (Ortega, 2013).

2. VAN del proyecto  $< 0$

El proyecto destruye valor. En este caso el proyecto debería rechazarse ya que no genera la rentabilidad que se le exige para retribuir a accionistas y devolver y retribuir igualmente la deuda que los suministradores de la misma han aportado.

3. VAN del proyecto  $= 0$

El proyecto no crea ni destruye valor. El proyecto genera una rentabilidad exactamente igual a la tasa de descuento utilizada, en este caso el WACC. Su aceptación o no dependerá de lo seguros que estemos tanto en estimación de los flujos de caja previsto, como de la tasa de descuento. Incluso cualquier variación a la baja de los primeros o al alza del segundo, podría dar al traste con el cumplimiento de las tasas exigidas (Ortega, 2013).

**b. Definición de TIR**

También llamado TIR financiero. Indica la rentabilidad en términos porcentuales que genera el proyecto para el accionista en un periodo

determinado, después de haberse devuelto y retribuido convenientemente la deuda.

Cómo se calcula:

Partiendo de los flujos de caja para el accionista que genere el proyecto.

Cómo se interpreta:

Una TIR del accionista igual al 10%, significa que el proyecto genera un 10% anual de rentabilidad para el accionista (Ortega, 2013).

Valores de la TIR:

1. TIR del accionista  $> K_e$

Deberíamos aceptar la inversión, ya que la rentabilidad del accionista está por encima del coste del equity, es decir de la rentabilidad mínima exigida por el accionista.

2. TIR del accionista  $< K_e$

Deberíamos rechazar la inversión, ya que la rentabilidad del accionista está por debajo del coste del equity

3. TIR del accionista  $= K_e$

La inversión genera exactamente la rentabilidad que el accionista le exige a la inversión (Ortega, 2013).

### **1.1.2. Definiciones Conceptuales**

a) Disponibilidad: La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté

disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad de un Ítem no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar.

- b)** Mantenimiento industrial: El mantenimiento industrial está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento.
- c)** Mantenimiento preventivo: Tareas de inspección, control y conservación de un equipo/componente con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.
- d)** Mantenimiento: Conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y tareas eficaces para evitar paros imprevistos, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los usuarios de las máquinas. Se busca alargar su vida de forma rentable manteniéndolas en su condición de diseño.
- e)** Maquinaria: conjunto de máquinas que realizan trabajos para una misión o fin.
- f)** Modo de falla: Un evento singular que causa una falla funcional.
- g)** MTBF: Es el tiempo medio entre fallas.
- h)** MTTF: Es el tiempo medio que transcurre para que se produzca una falla funcional.
- i)** Plan de Mantenimiento: Relación detallada de las actuaciones de

Mantenimiento que necesita un ítem o elemento y de los intervalos temporales con que deben efectuarse.

- j) Rentabilidad: Relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho; cuando se trata del rendimiento financiero; se suele expresar en porcentajes.
- k) Requerimiento: Es la cantidad necesaria solicitada por un área sección de una empresa, teniendo en cuenta el Nivel de Stock Inicial y el Stock de Seguridad.
- l) TTF: Es el tiempo que transcurre para que ocurra una falla funcional.
- m) TTR: Es el tiempo que transcurre para que se haga una reparación.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción sobre la rentabilidad de la empresa Factoría Brayan’s Car?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción sobre la rentabilidad de la empresa Factoría Brayan’s Car.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de los procesos de mantenimiento de los equipos del área de producción de la empresa Factoría Brayan’s Car.
- Desarrollar la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción de la empresa Factoría Brayan’s Car.
- Realizar una evaluación económica financiera de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción de la empresa Factoría Brayan’s Car.

### **1.4. Hipótesis**

La aplicación de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción incrementa la rentabilidad de la empresa Factoría Brayan’s Car.

### **1.5. Variables**

#### **Variable independiente**

Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento

#### **Variable dependiente**

Rentabilidad de la empresa Factoría Brayan’s Car

#### **1.5.1. Operacionalización de Variables**

A continuación, se presenta la tabla 1, la operacionalización de variables

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

Variables	Definición Conceptual	Indicador	Fórmula
INDEPENDIENTE: - Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento	El plan de mantenimiento es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.	% de horas de mantenimiento preventivo	$N^{\circ}$ de horas de mantenimiento x 100% / $N^{\circ}$ de horas totales
		% de procedimientos de mantenimiento	$N^{\circ}$ de procedimientos de mantenimiento x 100% / $N^{\circ}$ de procedimientos totales
		% fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas para mantenimientos	$N^{\circ}$ fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas para mantenimientos / $N^{\circ}$ fallas totales
		% de trabajadores de mantenimiento de los equipos	$N^{\circ}$ de trabajadores dedicados al mantenimiento de los equipos x 100% / $N^{\circ}$ de trabajadores totales
		% horas de capacitación en temas de mantenimiento	$N^{\circ}$ horas de capacitación en temas de mantenimiento x 100% / $N^{\circ}$ horas totales de capacitación
DEPENDIENTE: - Rentabilidad de la empresa Factoría Brayan's Car	Relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho; cuando se trata del rendimiento financiero; se suele expresar en porcentajes.	Rentabilidad sobre las ventas	$(Utilidad\ neta / Ventas\ netas) \times 100\%$
		VAN	$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} - I_0$
		TIR	$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$

Fuente: Elaboración propia



## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de Investigación**

#### **2.1.1. Por la orientación**

Aplicada

#### **2.1.2. Por el diseño**

Propositivo, por cuanto se fundamenta en una necesidad del área de mantenimiento de la empresa, una vez que se tome la información necesaria de la situación actual, se realizará una propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento.

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

Se tomó como población todos los procesos de la empresa.

#### **2.2.2. Muestra**

Se tomó como muestra el proceso de mantenimiento de los equipos del área de producción.

### **2.3. Materiales, Instrumentos y Métodos**

#### **2.3.1. Materiales, Instrumentos y Métodos de Recolección de datos**

Para poder realizar la recolección de datos se usaron las técnicas de entrevistas y encuestas para determinar si la Factoría realizaba bien su proceso productivo; y que tanto conocimiento cuenta el personal. Por otro lado, se entrevistó al jefe de producción para poder conocer cuáles eran las fallas y problemas que presentaba esta área.

En la tabla 2 se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 2

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuentes</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Procedimiento</b>
Análisis documental	Hojas de producción, registros, cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa	Obtener información para tener una idea de la situación actual de la empresa	Revisar data de mantenimiento de los equipos (véase anexos 2 al 9) y las ventas de la empresa (Véase anexo 10)
Encuestas	Cuestionario de preguntas, Lapicero	10 trabajadores del área de producción	Determinar que causa raíz impacta más en los problemas del área.	Aplicar la encuesta a los trabajadores del área de producción (véase anexo 1)
Observación	Hojas de registro  Cámara  Cronómetro  Lapicero	10 trabajadores del área de producción	Identificar los problemas y fallas.	Observar el proceso productivo y tomar tiempos y anotar problemas que se identifiquen en ese momento (véase anexo 11)

Fuente: Elaboración propia

## 2.3.2. Instrumentos y métodos para procesar datos

### Técnicas de estadística descriptiva

Los datos obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 3

*Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se realizó para plasmar las causas raíces de los problemas de producción
Matriz de Priorización:	Se priorizan las causas raíces de mayor a menor impacto
Diagrama de Pareto:	Se aplica el Diagrama de Pareto con la finalidad de terminar las causas raíces que ocasionan el problema en un 80% de impacto.
Diagrama de flujo	Permite tener estructurado el proceso de mantenimiento a los equipos de producción.
Matriz de Indicadores	Se formula indicadores para la medición de las causas raíces principales

Fuente: Elaboración propia

### Procesamiento de información

Para el procesamiento de la información se hizo uso de:

- Hoja de cálculo Excel (véase el anexo 12), este programa fue de mucha utilidad para el desarrollo de las tablas y gráficos estadísticos los cuales son parte de la presente tesis

## **2.4. Procedimiento**

El procedimiento para el desarrollo del trabajo en la empresa es:

1. Entrevista con el administrador de la empresa para obtener el permiso necesario para el desarrollo del presente trabajo
2. Levantamiento de información de producción de la empresa
3. Observación del área de producción y la gestión del mantenimiento.
4. Entrevista con los trabajadores del área de producción.
5. Identificación de problemas del área de producción.
6. Aplicación de encuesta a los trabajadores del área de producción
7. Análisis de las causas principales
8. Desarrollo de las propuestas de mejora área el área de producción.
9. Evaluación del impacto económico de las propuestas de mejora.
10. Comparación de los resultados del diagnóstico y de las mejoras
11. Discusión de resultados y conclusiones.

### **2.4.1. Diagnóstico de la Realidad Actual de la Empresa**

#### **2.4.1.1. Datos de la empresa**

- RUC: 10439159664
- Razón Social: Oscar Villacorta Villanueva
- Nombre Comercial: Factoría Brayan's Car

- Tipo Empresa: Persona natural con negocio
- Condición: Activo
- Actividades Comerciales: Producción de piezas de metal.
- Dirección Legal: Av. Camino Real Mz.32 Lt 5
- Distrito / Ciudad: Trujillo
- Provincia: Trujillo
- Departamento: la Libertad, Perú

#### **2.4.1.2. Rubro de la empresa**

Factoría Brayan’s Car es una empresa dedicada a la elaboración de piezas industriales metalmecánicas para diversas empresas que tiene equipos, maquinarias, autos u otros componentes metálicos.

#### **2.4.1.3. Visión**

Convertirnos en la mejor empresa en la elaboración de piezas metalmecánicas para el 2030 en el mercado peruano.

#### **2.4.1.4. Misión**

Elaborar piezas, repuestos, componentes y accesorios metalmecánicos de óptima calidad y para la Industria en general que cumplan con las expectativas y requerimientos de nuestros clientes.

#### **2.4.1.5. Principales Competidores**

- Envases en metal S.A.C.

- Metalpren S.A.
- Indura Perú S.A.
- Tubos y perfiles metálicos S.A.
- Fametal S.A.
- Industrial Gameda S.A.
- E y C Metalikas S.A.C.
- Factoría Palacios S.A.C.
- Factoría Industrial S.A.C.

**2.4.1.6. Proveedores:**

- Ferretería Industrial Indoamerica
- Ferretería Industrial Alejandra S.A.C
- Corporación Industrial Ronny S.A.C.

## 2.4.2. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

### a) Priorización de Causas Raíz

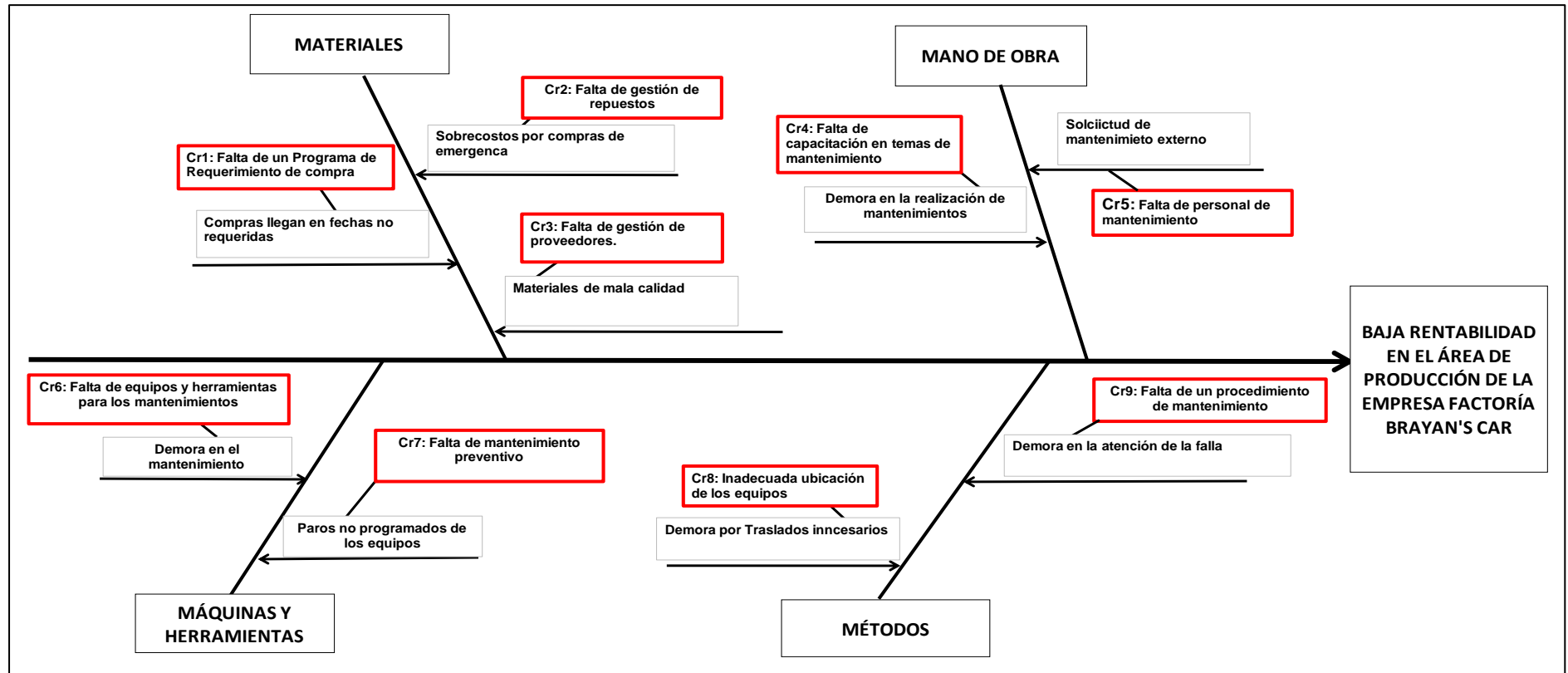


Figura 1. Diagrama de Ishikawa de la baja rentabilidad en el área de producción de la empresa Factoría Brayan's Car

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la figura 1, se determinó a través del diagrama de Ishikawa las causas raíces de la baja rentabilidad el área de producción de la empresa Factoría Brayan’s car.

Luego de identificar las principales causas de los problemas que enfrenta la empresa, se aplicó una encuesta (véase anexo 1) al personal de empresa responsable de la gestión de producción. Los resultados obtenidos son:

Tabla 4  
*Causas raíz del área de Producción*

CR	Causa Raíz	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% Frecuencia acumulada
Cr7	Falta de mantenimiento preventivo	30	30	17%
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	29	59	34%
Cr6	Falta de equipos y herramientas para los mantenimientos	28	87	51%
Cr5	Falta de personal de mantenimiento	26	113	66%
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	26	139	81%
Cr3	Falta de gestión de proveedores.	11	150	87%
Cr2	Falta de gestión de materiales	9	159	92%
Cr8	Inadecuada ubicación de los equipos	7	166	97%
Cr1	Falta de un Programa de Requerimiento de compra	6	172	100%
<b>TOTAL</b>		<b>172</b>		

Fuente: Resultados de la encuesta (véase anexo 13)



De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 4, priorizamos en base a la ley de Pareto 20 - 80, es decir, para trabajar con las causas raíces que representan el 80% de los problemas la baja rentabilidad en la empresa Factoría Brayan’s Car. A continuación, se muestra el diagrama de Pareto.

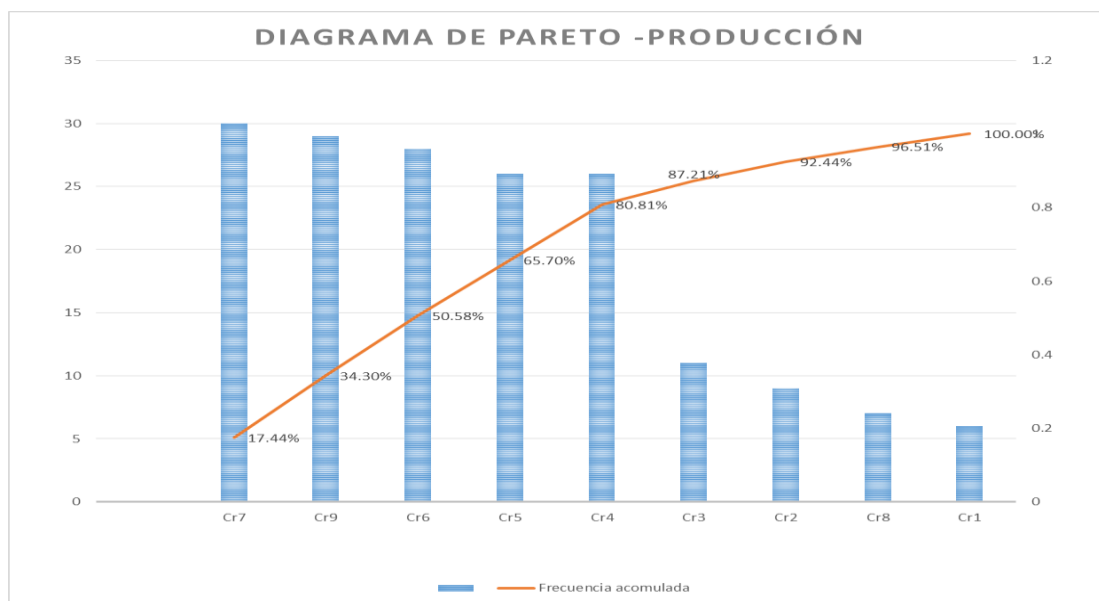


Figura 2. Diagrama de Pareto del área de producción

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la figura 2, se determinó que las causas de la baja rentabilidad en el área de producción de la empresa Factoría Brayan’s Car a las cuales se les va a dar una solución son:

- Cr7 - Falta de mantenimiento preventivo
- Cr9 - Falta de un procedimiento de mantenimiento
- Cr6 - Falta de equipos y herramientas para los mantenimientos
- Cr5 - Falta de personal de mantenimiento
- Cr4 - Falta de capacitación en temas de mantenimiento.

## b) Identificación de Indicadores

A través de los indicadores se medirán y se seleccionarán las herramientas que mejorarán la gestión de mantenimiento, así como también se mostrará la inversión que representan estas herramientas de mejora.

Tabla 5

### Identificación de indicadores

Causa	Descripción	Indicador	Fórmula	VALOR ACTUAL	Pérdidas actuales (S./anual)	VALOR META	Pérdidas esperadas (S./anual)	Beneficio	Propuesta de mejora	Inversión
Cr7	Falta de mantenimiento preventivo	% de horas de mantenimiento preventivo	$N^{\circ}$ de horas de mantenimiento x 100% / $N^{\circ}$ de horas totales	0.0%	S/ 107,790.6	33.6%	S/ 36,827.33	S/ 70,963.2	Plan de mantenimiento preventivo	S/. 180.00
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	% de procedimientos de mantenimiento	$N^{\circ}$ de procedimientos de mantenimiento x 100% / $N^{\circ}$ de procedimientos totales	0.0%	S/ 4,086.0	20.0%	S/ 1,225.80	S/ 2,860.2	Procedimiento de mantenimiento	S/. 180.00
Cr6	Falta de equipos y herramientas para los mantenimientos	% fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas para mantenimientos	$N^{\circ}$ fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas para mantenimientos / $N^{\circ}$ fallas totales	6.0%	S/ 35,048.0	4.1%	S/ 15,511.00	S/ 19,537.0	Adquisición de equipos y herramientas	S/. 11,650.00
Cr5	Falta de personal de mantenimiento	% de trabajadores de mantenimiento de los equipos	$N^{\circ}$ de trabajadores dedicados al mantenimiento de los equipos x 100% / $N^{\circ}$ de trabajadores totales	0.0%	S/ 8,172.0	4.3%	S/ 1,225.80	S/ 6,946.2	Contratación de personal	S/. 25,200.00
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	% horas de capacitación en temas de mantenimiento	$N^{\circ}$ horas de capacitación en temas de mantenimiento x 100% / $N^{\circ}$ horas totales de capacitación	0.0%	S/ 194,458.0	100.0%	S/ 65,619.39	S/ 128,838.6	Cronograma de capacitación	S/. 24,000.00
<b>TOTAL</b>							S/ 349,554.6	S/ 120,409.3	S/ 229,145.3	S/. 61,210.00

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3. Descripción de la propuesta de mejora

En la siguiente tabla se muestra las propuestas de mejora a desarrollar para dar solución a las causas raíces identificadas.

Tabla 6

*Propuesta de mejora seleccionadas*

Causa	Descripción	Propuesta de mejora
Cr7	Falta de mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento preventivo
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	Procedimiento de mantenimiento
Cr6	Falta de equipos y herramientas para los mantenimientos	Adquisición de equipos y herramientas
Cr5	Falta de personal de mantenimiento	Contratación de personal
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	Cronograma de capacitación

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se llevará a cabo el desarrollo de las propuestas de mejora seleccionadas para cada causa raíz.

#### 2.4.3.1. Causa Raíz 7: Falta de mantenimiento preventivo

La empresa debido a que tiene pocos años en el mercado, no tiene implementado un plan de mantenimiento para los equipos de producción.

##### 2.4.3.1.1. Diagnóstico de Costos Perdidos

Debido a que no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo el % de horas de mantenimiento preventivo es de 0%, ya que solo tuvo un total de 4854 horas de mantenimiento correctivo en todos los equipos de producción, así como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

*Porcentaje de mantenimiento preventivo actual*

	ACTUAL	%
<b>Mantenimiento correctivo (horas)</b>	4854	100%
<b>Mantenimiento preventivo(horas)</b>	0	0%
<b>Total</b>	4854	100%

Fuente: Datos proporcionados por la empresa ( Anexo 2 al 9)

Tabla 8

*Indicadores actuales de mantenimiento de los equipos de producción – Año 2019*

INDICADORES ANUALES									
EQUIPO	Nº PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	PÉRDIDA ANUAL	
TORNO PARALELO 1	72	280	2216	2496	3.89	31	88.8%	S/.	6,218
TORNO PARALELO 2	85	480	2016	2496	5.65	24	80.8%	S/.	10,659
TORNO REVOLVER 1	95	410	2086	2496	4.32	22	83.6%	S/.	9,105
TORNO REVOLVER 2	67	430	2066	2496	6.42	31	82.8%	S/.	9,549
DOBLADORA	20	75	2421	2496	3.75	121	97.0%	S/.	1,665
FRESADORA 1	67	389	2107	2496	5.81	31	84.4%	S/.	8,638
FRESADORA 2	67	400	2096	2496	5.97	31	84.0%	S/.	8,883
TALADRO RADIAL	79	300	2196	2496	3.80	28	88.0%	S/.	6,662
ÉSMERIL DE BANCO 1	83	230	2266	2496	2.77	27	90.8%	S/.	5,108
ÉSMERIL DE BANCO 2	70	200	2296	2496	2.86	33	92.0%	S/.	4,441
MÁQUINA DE SOLDAR 1	92	250	2246	2496	2.72	24	90.0%	S/.	5,552
MÁQUINA DE SOLDAR 2	92	280	2216	2496	3.04	24	88.8%	S/.	6,218
MANDRINADORA	70	405	2091	2496	5.79	30	83.8%	S/.	8,994
CORTADORA	60	380	2116	2496	6.33	35	84.8%	S/.	8,438
PRENSA HIDRÁULICA	85	345	2151	2496	4.06	25	86.2%	S/.	7,661
Total	1104	4854	32586	2496	4.48	34.53	87.0%	S/.	107,791

Fuente: Datos proporcionados por la empresa ( anexo 2 al 9)

Además, la empresa en el año 2019, tuvo un total de 1104 fallas lo que generó un tiempo total de reparaciones (TTR) para el mantenimiento correctivo de 4854 horas con lo cual se obtuvo una disponibilidad de 87%.. Cabe mencionar que la pérdida anual es el costo lucro cesante por el tiempo pedido debido al mantenimiento correctivo, y esto se determinó multiplicando el costo por hora de la empresa el cual fue en el 2019 de S/22.21 por las 4854 horas de mantenimiento correctivo, dando como resultado una pérdida anual de S/107,791.00 , así como se muestra en la tabla 8.

#### **2.4.3.1.2. Solución propuesta**

Para dar solución a esta causa raíz se procedió a elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la empresa Brayan's Car.

Para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo se tendrá que seguir los siguientes pasos:

##### 1) Inventario de los equipos

Como primer paso para el desarrollo de un plan de mantenimiento se tiene que tener identificado los equipos con los que cuenta la empresa actualmente, es por ello que se procedió a realizar un inventario de equipos.

Tabla 9

*Inventario de los equipos de producción*

N°	NOMBRE DEL EQUIPO	N° DE EQUIPOS	MARCA
1	TORNO PARALELO	2	Heller
2	TORNO REVOLVER	2	Heller
3	DOBLADORA	1	Newton
4	FRESADORA	2	Newton
5	TALADRO RADIAL	1	Bosch
6	ÉSMERIL DE BANCO	2	Stanley
7	MÁQUINA DE SOLDAR	2	Lincoln Electric
8	MANDRINADORA	1	Singer
9	CORTADORA	1	Singer
10	PRENSA HIDRÁULICA	1	Hechiza
	Total	15	

Fuente: Elaboración propia

2) Codificación de los equipos

Se procedió a codificar los equipos de producción con la finalidad de usar estos códigos para los diferentes formatos de mantenimiento.

Tabla 10

*Códigos de los equipos de producción*

<b>Lista de equipos</b>	<b>Nº de equipos</b>	<b>Código</b>
TORNO PARALELO	2	TORP- 1
TORNO REVOLVER	2	TORR - 4
DOBLADORA	1	DOBL - 5
FRESADORA	2	FRES - 7
TALADRO RADIAL	1	TALR- 8
ÉSMERIL DE BANCO	2	ESBA- 10
MÁQUINA DE SOLDAR	2	MASO - 12
MANDRINADORA	1	MAND - 13
CORTADORA	1	CORT-14
PRENSA HIDRÁULICA	1	PRHI- 15

Fuente: Elaboración propia

3) Elaboración de documentación para el mantenimiento

Para la adecuada gestión del mantenimiento se procedió a elaborar los siguientes formatos:

- Historia de revisiones e inspecciones (véase anexo 14).
- Registro de mantenimientos realizados (véase anexo 15).
- Formato de plan de mantenimiento preventivo por equipo (véase anexo 16).
- Orden de trabajo (véase anexo 17).

4) Análisis de criticidad de los equipos

Para determinar a qué equipo se les va a realizar el plan de mantenimiento preventivo se tuvo que realizar un análisis de criticidad de los equipos.

Al realizar este análisis de criticidad se tuvo en cuenta los siguientes factores:

A. Factor de velocidad de manifestación de la falla

Período P-F (Potencial failure – Functional failure): es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se detecta una falla potencial y el momento en que esta se transforma en falla funcional.

B. Factor de seguridad del personal y del ambiente

El foco es evaluar las consecuencias que la falla podría ocasionar sobre las personas y su impacto sobre el ambiente.

C. Factor de costos de parada de producción

Permite establecer criterios para la categorización de los equipamientos conforme a las consecuencias sobre el proceso de producción y satisfacción de la demanda.

D. Factor de costos de reparación

Permite determinar criterios de clasificación de las fallas de acuerdo con los costos directos de reparación.

Cabe mencionar que estos factores tienen un determinado peso:

Velocidad de manifestación de falla: 30%, Seguridad del Personal y Ambiente: 10%, Costos de la parada de producción: 30%, Costos de Reparación: 30%.

Luego de sumar todos los factores por equipo se procede a determinar la criticidad en base a los siguientes criterios:

- Crítico: Si obtiene un puntaje mayor a 80.



- Semi crítico: Si obtiene un puntaje entre 50 y 80.
- No crítico: Si obtiene un puntaje menor a 50.

En el anexo 18 se muestra el análisis de criticidad desarrollado en los equipos de producción:

Asimismo, en la tabla 11, se muestra que luego del análisis de criticidad se obtuvo que de los 10 tipos de equipos con los que cuenta la empresa sólo 2 son no críticos, 3 semí-críticos y 5 son críticos.

Tabla 11

*Resultados del análisis de criticidad de los equipos de producción*

<b>Resultado de Criticidad</b>		
TORNO PARALELO	<b>64</b>	<b>Semi-crítico</b>
TORNO REVOLVER	<b>94</b>	<b>Crítico</b>
DOBLADORA	<b>45</b>	<b>No crítico</b>
FRESADORA	<b>64</b>	<b>Semi-crítico</b>
TALADRO RADIAL	<b>94</b>	<b>Crítico</b>
ÉSMERIL DE BANCO	<b>45</b>	<b>No crítico</b>
MÁQUINA DE SOLDAR	<b>79</b>	<b>Semi-crítico</b>
MANDRINADORA	<b>94</b>	<b>Crítico</b>
CORTADORA	<b>94</b>	<b>Crítico</b>
PRENSA HIDRÁULICA	<b>94</b>	<b>Crítico</b>

Fuente: Análisis de criticidad (anexo 18)

##### 5) Elaboración de un programa de Mantenimiento Preventivo

A continuación, se procedió a realizar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos Críticos y Semí – críticos.

Este plan de mantenimiento preventivo fue realizado teniendo en cuenta las recomendaciones de los proveedores y el mecánico de la empresa.





También se determinó que para el desarrollo de todas las actividades de mantenimiento será necesario un total de 1474 horas, así como se muestra en la figura 4.

MAQUINA / EQUIPO	DESCRIPCION	Nº OT	MINUT OS POR OT	TOTAL EN MINUT OS	MINUT OS POR EQUIPO	Nº EQUIPOS	TIEMPO TOTAL PARA TODO LOS EQUIPOS (MINUT OS)
<b>TORNOS PARALELO Y REVOLVER</b>	Lubricación de ruedas de cambio	48	40	1920	3900	4	15600
	Lubricación de motores	4	220	880			
	Cambio de aceite	1	330	330			
	Limpieza de filtros de lubricación	1	330	330			
	Revisión parte mecánica	4	44	176			
	Revisión parte eléctrica	4	44	176			
	Revisión general	1	88	88			
<b>FRESADORA</b>	Lubricar tornillos de traslación de mesas	48	330	15840	19580	2	39160
	Lubricar caja transmisora de cardán	12	220	2640			
	Cambio de aceite	1	330	330			
	Aplicar grasa a los cojinetes del motor	1	330	330			
	Revisión parte mecánica	4	44	176			
	Revisión parte eléctrica	4	44	176			
	Revisión general	1	88	88			
<b>TALADRO RADIAL</b>	Cambio de aceite	1	330	330	1540	1	1540
	Aplicar grasa a los cojinetes del motor	1	220	220			
	Aplicar grasa a los cojinetes del husillo	1	220	220			
	Cambio de aceite de los depósitos	1	330	330			
	Revisión parte mecánica	4	44	176			
	Revisión parte eléctrica	4	44	176			
	Revisión general	1	88	88			
<b>MÁQUINA DE SOLDAR</b>	Limpieza y revisión de estructura	48	25	1200	2100	2	4200
	Revisión parte mecánica	4	100	400			
	Revisión parte eléctrica	4	100	400			

	Revisión general	1	100	100			
<b>MANDRINAD ORA</b>	Lubricación de rodamientos	2	330	660	11000	1	11000
	Lubricación de pivote de puerta	48	165	7920			
	Lubricación de motor	4	330	1320			
	Cambio de aceite	1	330	330			
	Limpieza de filtros de lubricación	1	330	330			
	Revisión parte mecánica	4	44	176			
	Revisión parte eléctrica	4	44	176			
	Revisión general	1	88	88			
<b>CORTADORA</b>	Limpieza del equipo	48	330	15840	16940	1	16940
	Cambio de aceite	1	330	330			
	Aplicar grasa a los cojinetes del motor	1	330	330			
	Revisión parte mecánica	4	44	176			
	Revisión parte eléctrica	4	44	176			
	Revisión general	1	88	88			
<b>PRENSA HIDRÁULICA</b>	Limpieza del equipo	48	330	15840	16764	1	16764
	Cambio de aceite	1	330	330			
	Aplicar grasa a los resortes	1	330	330			
	Revisión parte mecánica	4	44	176			
	Revisión general	1	88	88			
<b>REVISABLE CADA 2 MESES</b>		383	8032	71824	71824	12	88440
						<b>horas</b>	<b>1474</b>

Figura 4. Horas para el mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

Con el plan de mantenimiento preventivo propuesto se logró incrementar el % de horas de mantenimiento preventivo de 0% a 34%, así como se muestra en la tabla 12.

Debido a que es una tesis propositiva y no se trata de una aplicación real se procedió a realizar una proyección en el Excel, donde se propuso reducir el número de fallas en un 34%, llegando a incrementar la disponibilidad a 91.7%.

Tabla 12

*Incremento del Porcentaje de horas de mantenimiento preventivo*

	<b>ACTUAL</b>	<b>%</b>	<b>CON LA MEJORA</b>	<b>%</b>
<b>Mantenimiento correctivo (horas)</b>	4854	100%	2912	66%
<b>Mantenimiento preventivo(horas)</b>	0	0%	1474	34%
<b>Total</b>	4854	100%	4386	100%

Fuente: Elaboración propia

Además, permitió reducir el número de fallas de 1004 a 662 con lo cual se logró incrementar la disponibilidad de los equipos de producción de 87% a 91.7%, con lo cual se redujo la pérdida anual de S/107,791.00 a S/36,827.00, así como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13

*Indicadores actuales de mantenimiento de los equipos de producción*

CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO								
DESCRIPCIÓN	Nº PARADAS	TTR	TTF	TIEMP O DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	PÉRDIDA ANUAL
TORNO PARALELO 1	43	168	2328	2496	3.89	54	93.3%	S/. 3,731
TORNO PARALELO 2	51	288	2208	2496	5.65	43	88.5%	S/. 6,395
TORNO REVOLVER 1	57	246	2250	2496	4.32	39	90.1%	S/. 5,463
TORNO REVOLVER 2	40	258	2238	2496	6.42	56	89.7%	S/. 5,729
DOBLADORA	12	45	2451	2496	3.75	204	98.2%	S/. 999
FRESADORA 1	40	233	2263	2496	5.81	56	90.6%	S/. 5,183
FRESADORA 2	40	240	2256	2496	5.97	56	90.4%	S/. 5,330
TALADRO RADIAL	47	180	2316	2496	3.80	49	92.8%	S/. 3,997
ÉSMERIL DE BANCO 1	50	138	2358	2496	2.77	47	94.5%	S/. 3,065
ÉSMERIL DE BANCO 2	42	120	2376	2496	2.86	57	95.2%	S/. 2,665
MÁQUINA DE SOLDAR 1	55	150	2346	2496	2.72	43	94.0%	S/. 3,331
MÁQUINA DE SOLDAR 2	55	168	2328	2496	3.04	42	93.3%	S/. 3,731
MANDRINADORA	42	243	2253	2496	5.79	54	90.3%	S/. 5,396
CORTADORA	36	228	2268	2496	6.33	63	90.9%	S/. 5,063
PRENSA HIDRÁULICA	51	207	2289	2496	4.06	45	91.7%	S/. 4,597
Total	662	2912	34528	2496	4.95	70	91.7%	S/. 36,827

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.3.2.Causa Raíz 7: Falta de un procedimiento de mantenimiento

La empresa actualmente tiene procedimientos para las áreas de Producción y logística, sin embargo, no cuenta con procedimientos en el área de mantenimiento, es por ello que el porcentaje de procedimientos de mantenimiento actual es de 0%, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14

*Porcentaje de procedimientos de mantenimiento actual*

Áreas	Nº de procedimientos actuales
Logística	2
Producción	2
Mantenimiento	0
Total de procedimientos	4
% de procedimientos de mantenimiento	0%

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.3.2.1. Diagnóstico de Costos Perdidos

Debido a que no cuenta con un procedimiento definido para el área de mantenimiento, no se registran los detalles de las posibles causas de las fallas que se dan en los equipos de producción, esto genera tiempos de demora a la hora de realizar los mantenimientos, ya que el mecánico tiene que preguntar a los operarios acerca de las posibles causas de las fallas para determinar el problema que hay que solucionar.

En el año 2019, se determinó que en promedio se demora 10 minutos (véase estudio de tiempos en el anexo 11) por fallas debido a la falta de un procedimiento de mantenimiento y esto generó un tiempo total perdido de 184 horas y al multiplicar este valor por el costo por hora de la empresa el cual fue de S/22.00, nos dio una pérdida de S/4,086.00; así como se muestra en la tabla 16.

Tabla 15

*Costo por hora de la empresa*

	<b>2019</b>
<b>Utilidad Neta</b>	S/. 723,622.48
<b>Días de año</b>	312
<b>Horas al día</b>	8
<b>Horas en el año</b>	32586
<b>Costo por hora</b>	S/. 22.21

Fuente: Datos proporcionados por el área contable



Tabla 16

*Pérdida por la falta de un procedimiento de mantenimiento*

	Actual
Número de fallas	1104
Tiempo promedio en consultas a operarios de los problemas de equipo por falta de historial y documentación	10
Tiempo total por falta de procedimiento de mantenimiento (horas)	184
Pérdida anual	S/. 4,086.00

Fuente: Elaboración propia

**2.4.3.2.2. Solución propuesta**

Para dar solución a esta causa raíz se procedió a elaborar un procedimiento de mantenimiento para la empresa Brayan's Car.

Cabe mencionar que este procedimiento de mantenimiento contiene lo que se debe hacer ante un mantenimiento preventivo y correctivo.

A continuación, en la figura 5, se presenta el diagrama del procedimiento de mantenimiento para la empresa Brayan's Car.

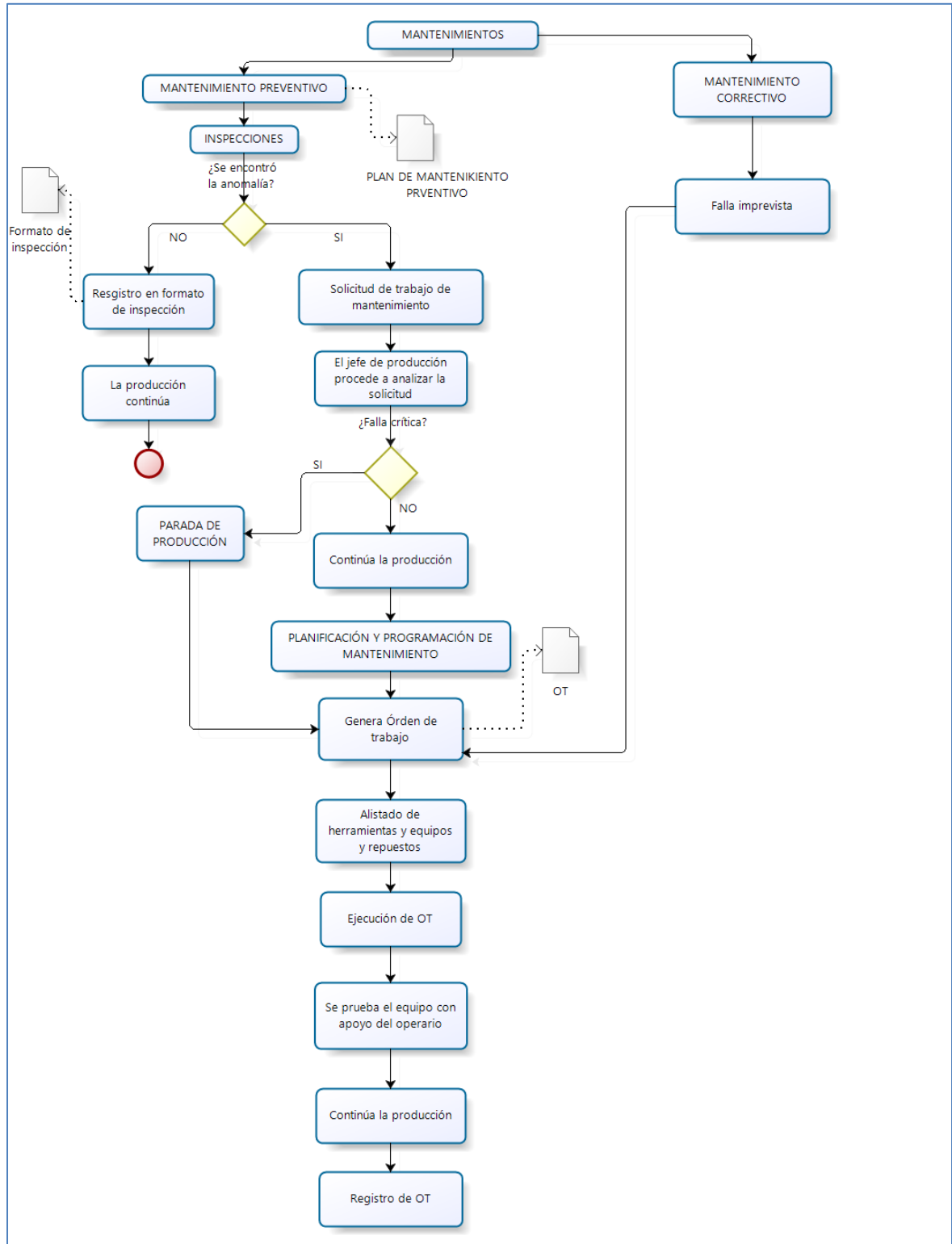


Figura 5. Procedimiento de mantenimiento propuesto

Fuente: Elaboración propia

Con el procedimiento de mantenimiento propuesto para la empresa se espera reducir el tiempo para determinar la falla de 10 a 5 minutos, esto a su vez redujo el tiempo perdido de 184 a 55.2 horas, reduciendo la pérdida anual de S/4,086.00 a S/1,225.80, así como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17

*Reducción de la pérdida por falta de un procedimiento de mantenimiento*

	Actual	Con la mejora
Número de fallas	1104	662
Tiempo promedio en consultas a operarios de los problemas de equipo por falta de historial y documentación	10	5
Tiempo total por falta de procedimiento de mantenimiento (horas)	184	55.2
Pérdida anual	S/. 4,086.00	S/. 1,225.80

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello el procedimiento de mantenimiento propuesto incrementó el % de procedimientos de mantenimiento de 0% a 20%, así como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18

*Incremento del porcentaje de procedimientos de mantenimiento*

Áreas	N° de procedimientos actuales	N° de procedimientos con la mejora
Logística	2	2
Producción	2	2
Mantenimiento	0	1
Total de procedimientos	4	5
% de procedimientos de mantenimiento	0%	20%

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3.3. Causa Raíz 6: Falta de equipos y herramientas para los mantenimientos

La empresa actualmente no tiene herramientas y equipos adecuados para atender las fallas de los equipos de producción y esto genera demoras en el desarrollo de los mantenimientos.

#### 2.4.3.3.1. Diagnóstico de Costos Perdidos

En el año 2019 se tuvo un total de 1104 fallas de las cuales 66 fallas fueron atendidas con demoras por la falta de equipos y herramientas, generando un tiempo perdido de 185 horas lo que representó una pérdida por las 31 penalidades de los trabajos entregados fuera del plazo planificado de S/35,048.00, así como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19

#### *Pérdida por falta de equipos y herramientas*

Meses	Número de fallas	Fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas	% Fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas	Horas de demora por falta de herramientas y/o equipos	Nº de penalidades por entrega de trabajos fuera de tiempo	Pérdida por penalidades
Enero	95	8	8.4%	11	4	S/ 3,465.00
Febrero	73	8	11.0%	18	2	S/ 3,628.00
Marzo	102	7	6.9%	19	3	S/ 2,857.00
Abril	89	5	5.6%	13	2	S/ 4,093.00
Mayo	114	5	4.4%	13	2	S/ 2,818.00
Junio	102	5	4.9%	14	1	S/ 2,716.00
Julio	93	5	5.4%	11	4	S/ 1,504.00
Agosto	95	6	6.3%	19	3	S/ 1,073.00
Septiembre	85	3	3.5%	18	2	S/ 1,898.00
Octubre	88	6	6.8%	20	4	S/ 3,092.00
Noviembre	69	3	4.3%	11	2	S/ 3,503.00
Diciembre	99	5	5.1%	18	2	S/ 4,401.00
Total	1104	66	6.0%	185	31	S/ 35,048.00

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.3.3.2. Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se procedió a determinar los equipos y herramientas necesarios para complementar el plan de mantenimiento preventivo propuesto.

Los equipos predictivos necesarios para hacer un seguimiento de las condiciones y parámetros de los equipos son lo que se muestran en la tabla 20.

Tabla 20

*Equipos predictivos para el mantenimiento de los equipos*

LISTA DE EQUIPOS	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Vibrómetro	S/ 1,800.00	1	S/ 1,800.00
Termógrafo	S/ 2,000.00	1	S/ 2,000.00
Multímetro	S/ 550.00	1	S/ 550.00
Viscosímetro	S/ 1,000.00	1	S/ 1,000.00
	<b>TOTAL</b>		<b>S/ 5,350.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar el costo de los equipos predictivos es de S/5,350.00

Asimismo, se consideró necesario adquirir una laptop y herramientas adicionales, los cuales se muestran en la tabla 21.

Tabla 21

*Equipos y herramientas adicionales*

EQUIPOS	COSTO	CANTIDAD	TOTAL
Laptop	S/ 1,800.00	1	S/ 1,800.00
Andamio para herramientas	S/ 1,200.00	1	S/ 1,200.00
Banco de trabajo de metal	S/ 1,300.00	1	S/ 1,300.00
Tornillo de Banco	S/ 450.00	1	S/ 450.00
Juego de llaves STANLEY	S/ 250.00	2	S/ 500.00
Set de herramientas eléctricas	S/ 350.00	3	S/ 1,050.00
TOTAL			S/ 6,300.00

Fuente: Elaboración propia

Con la adquisición de herramientas y equipos adecuados para el desarrollo del mantenimiento preventivo de los equipos de producción, se espera reducir el número de penalidades por los trabajos entregados fuera del plazo planificado de 31 a 14, con lo cual se reduce la pérdida de S/35,048.00 a S/15,511.00.

Adicional a ello se logró reducir el % de fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas de 6% a 4.1%, así como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

*Reducción de la pérdida por falta de equipos y herramientas*

Meses	Número de fallas	Fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas	% Fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas	Horas de demora por falta de la herramienta y/o equipo	N° de penalidades por entrega de trabajos fuera de tiempo	Pérdida por penalidades
Enero	57	4	7.0%	5.5	2	S/ 1,732.50
Febrero	44	4	9.1%	9.0	1	S/ 1,814.00
Marzo	61	2	3.3%	5.4	1	S/ 952.33
Abril	53	2	3.8%	5.2	1	S/ 2,046.50
Mayo	68	2	2.9%	5.2	1	S/ 1,409.00
Junio	61	2	3.3%	5.6	0	S/ 0.00
Julio	57	2	3.5%	4.4	2	S/ 752.00
Agosto	57	2	3.5%	6.3	1	S/ 357.67
Septiembre	51	1	2.0%	6.0	1	S/ 949.00
Octubre	53	3	5.7%	10.0	2	S/ 1,546.00
Noviembre	41	1	2.4%	3.7	1	S/ 1,751.50
Diciembre	59	2	3.4%	7.2	1	S/ 2,200.50
Total	662	27	4.1%	73.5	14	S/ 15,511.00

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.3.4. Causa Raíz 7: Falta de personal de mantenimiento

La empresa no tiene personal que tenga conocimientos del mantenimiento y operatividad de los quipos industriales que tienen en el área de producción, es por ello que muchas de las fallas fueron atendidas por personal externo.

Cabe mencionar que, debido a que no existe un mecánico para el mantenimiento de los equipos el porcentaje de trabajadores del área de mantenimiento actual es de 0%.

##### 2.4.3.4.1. Diagnóstico de Costos Perdidos

La falta de personal de mantenimiento generó un tiempo de demora por la espera del mecánico.

En el año 2019, se tuvo un tiempo promedio de espera por falla de 20 minutos (véase estudio de tiempos en el anexo 11), y al multiplicarlo por las 104 fallas se obtuvo un tiempo total perdido de 368 horas, lo que representó una pérdida de S/8,172.00, así como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23

*Pérdida por falta de personal de mantenimiento*

	Actual
Número de fallas	1104
Tiempo promedio desde que falla el equipo hasta que se atiende la falla (min)	20
Tiempo total por falta de personal de mantenimiento(horas)	368
Pérdida anual	S/. 8,172.01

Fuente: Elaboración propia

**2.4.3.4.2. Solución propuesta**

Para dar solución a esta causa raíz se consideró necesario contratar un mecánico que se encargue del mantenimiento de los equipos de producción.

En el anexo 19 , se presenta le perfil de puesto del nuevo colaborador para el área de mantenimiento.

Con la contratación del encargado del mantenimiento de los equipos industriales, se espera reducir el tiempo promedio de espera del mecánico por falla de 20 a 5 minutos, reduciendo la pérdida de S/8,172.00 a S/1,225.80 y esto



a su vez incrementó el % de trabajadores de mantenimiento a 4%; así como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 24

*Reducción de la pérdida por falta de personal de mantenimiento*

	Actual	Con la mejora
Número de fallas	1104	662
Tiempo promedio desde que falla el equipo hasta que se atiende la falla (min)	20	5
Tiempo total por falta de personal de mantenimiento(horas)	368	55.2
Pérdida anual	S/. 8,172.01	S/. 1,225.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

*% de colaboradores de mantenimiento con la mejora*

Áreas	N° de colaboradores antes de la mejora	N° de colaboradores después de la mejora
Administración	1	1
Logística	4	4
Producción	18	18
Mantenimiento	0	1
Contabilidad	2	2
N° total de colaboradores	24	23
% de personal de mantenimiento	0%	4%

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.3.5. Causa Raíz 4: Falta de capacitación en temas de mantenimiento

La empresa nunca ha brindado capacitaciones a ninguna de las áreas de la empresa Brayan's Car, es por ello que el % de horas de capacitación en temas de mantenimiento es de 0%:

### 2.1.1.1.1. Diagnóstico de Costos Perdidos

La falta de capacitación originó que muchas de las fallas fueran atendidas por personal externo, es por ello que el 67,6% (746 fallas) de las fallas fueron atendidas de manera externa, generando un costo de S/194,458.00, así como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26

*Pérdida por mantenimiento externo*

Meses	Número de fallas	Fallas atendidas por los operarios	Fallas atendidas de manera externa	% de fallas atendidas de manera externa	Pérdida por mantenimiento externo
Enero	95	26	69.0	72.6%	S/ 12,564.00
Febrero	73	23	50.0	68.5%	S/ 7,928.00
Marzo	102	43	59.0	57.8%	S/ 10,030.00
Abril	89	31	58.0	65.2%	S/ 17,217.00
Mayo	114	35	79.0	69.3%	S/ 24,685.00
Junio	102	32	70.0	68.6%	S/ 18,904.00
Julio	93	29	64.0	68.8%	S/ 11,166.00
Agosto	95	27	68.0	71.6%	S/ 21,438.00
Septiembre	85	28	57.0	67.1%	S/ 6,859.00
Octubre	88	19	69.0	78.4%	S/ 24,160.00
Noviembre	69	34	35.0	50.7%	S/ 15,434.00
Diciembre	99	31	68.0	68.7%	S/ 24,073.00
Total	1104	358	746.0	67.6%	S/ 194,458.00

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3.5.1. Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se consideró necesario realizar un cronograma de capacitaciones en temas de mantenimiento dirigido al nuevo mecánico y a los operarios de los equipos.

A continuación, se presenta el cronograma de capacitaciones propuesto.

Tabla 27

*Cronograma de capacitaciones en temas de mantenimiento*

N°	TEMA DE CAPACITACIÓN	CRONOGRAMA												HORAS	COSTO	
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
1	Mantenimiento preventivo de equipos industriales	X													5	S/. 4,500
2	Gestión del Mantenimiento			X											5	S/. 4,500
3	Indicadores de Mantenimiento					X									5	S/. 4,500
4	Técnicas predictivas								X						5	S/. 4,500
5	Manejo de equipos industriales									X					5	S/. 4,500
6	Costos de Mantenimiento Industrial											X			5	S/. 4,500
<b>TOTAL</b>														<b>30</b>	<b>S/. 27,000.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 27, el cronograma de capacitaciones está conformado por 6 temas, los cuales se desarrollarán en 30 horas y tendrá un costo de S/27,000.00.

Adicional a ello se elaboró los siguientes formatos:

- Formato para el registro de la capacitación (véase anexo 20).
- Formato para la evaluación de la capacitación (véase anexo 21).

Con el cronograma de capacitación propuesto, se espera incrementar el indicador del % de % horas de capacitación en temas de mantenimiento a un 100%.

Adicional a ello, el cronograma de capacitación permitió reducir el porcentaje de fallas atendidas de manera externa de 67,6% a 37.9%, reduciendo la pérdida por el mantenimiento externo de S/194,458.00 a S/65,619.39, así como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28

*Reducción de la pérdida por mantenimiento externo*

Meses	Número de fallas	Fallas atendidas por los operarios	Fallas atendidas de manera externa	% de fallas atendidas de manera externa	Pérdida por mantenimiento externo
Enero	57	35	22	38.6%	S/ 4,005.91
Febrero	44	25	19	43.2%	S/ 3,012.64
Marzo	61	41	20	32.8%	S/ 3,400.00
Abril	53	33	20	37.7%	S/ 5,936.90
Mayo	68	44	24	35.3%	S/ 7,499.24
Junio	61	38	23	37.7%	S/ 6,211.31
Julio	57	36	21	36.8%	S/ 3,663.84
Agosto	57	35	22	38.6%	S/ 6,935.82
Septiembre	51	31	20	39.2%	S/ 2,406.67
Octubre	53	31	22	41.5%	S/ 7,703.19
Noviembre	41	25	16	39.0%	S/ 7,055.54
Diciembre	59	37	22	37.3%	S/ 7,788.32
Total	662	411	251	37.9%	S/ 65,619.39

Fuente: Elaboración propia

### Impacto en la rentabilidad

Con las propuestas de mejora se generó un ahorro anual de S/229,145.30 y esto a su vez permitió incrementar la rentabilidad sobre las ventas de la empresa de 28% a 33.86%, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 29

#### *Incremento de la rentabilidad*

	2019	Con las propuestas de mejora	Impacto
<b>Ventas (soles)</b>	S/ 2,584,366	S/ 2,813,511	9%
<b>Utilidad neta</b>	S/ 723,622	S/ 952,768	S/ 229,145
<b>Rentabilidad</b>	28.00%	33.86%	6%

Fuente: Datos 2019 proporcionados por el área contable de la empresa.

### 3.1 Evaluación Económica

#### a) Inversión para la propuesta de mejora

Para el desarrollo de las propuestas de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción de la empresa Brayan's Car, es necesario realizar la inversión que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30

#### *Inversión para el plan de mantenimiento preventivo*

Inversión - Plan de mantenimiento preventivo	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Impresiones	Unidad	40	S/ 3.00	S/ 120.00		
Alquiler de Proyector	Horas	2	S/ 30.00	S/ 60.00		
	Total			S/ 180.00		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 30, la inversión total para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo es de S/180. 00.

Tabla 31

*Inversión para la propuesta del procedimiento de mantenimiento*

Inversión - Procedimiento de mantenimiento	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Impresiones	Unidad	40	S/ 3.00	S/ 120.00		
Alquiler de Proyector	Horas	2	S/ 30.00	S/ 60.00		
	Total			S/ 180.00		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 31, la inversión total para el desarrollo del procedimiento de mantenimiento es de S/180.00.

Tabla 32

*Inversión de la propuesta de adquisición de equipos y herramientas*

Inversión - Adquisición de equipos y herramientas	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Vibrometro	Und	2	S/. 1,800.00	S/. 3,600.00	5	S/. 60.00
Termógrafo	Und	2	S/. 2,000.00	S/. 4,000.00	5	S/. 66.67
Multimetro	Und	1	S/. 550.00	S/. 550.00	5	S/. 9.17
Viscosimetro	Und	1	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00	5	S/. 16.67
Laptop	Und	1	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00	5	S/. 30.00
Andamio para herramientas	Und	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00		
Banco de trabajo de metal	Und	1	S/. 1,300.00	S/. 1,300.00		
Tornillo de Banco	Und	1	S/. 450.00	S/. 450.00		
Juego de llaves STANLEY	Und	2	S/. 250.00	S/. 500.00		
Set de herramientas eléctricas	Und	3	S/. 350.00	S/. 1,050.00		
	Total			S/. 15,450.00		S/. 182.50

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 32, la inversión total para la adquisición de equipos y herramienta para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo es de S/15,450.00 y se tiene una depreciación mensual de S/182.50.

Tabla 33

*Inversión de la propuesta de contratación de personal*

<b>Inversión - Contratación de personal</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo total</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Depreciación mensual</b>
Mecánico para los mantenimientos	Unidad	1	S/ 25,200.00	S/ 25,200.00		
	Total			S/ 25,200.00		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 33, la inversión total para la contratación del mecánico se hará una inversión de S/25,200.00 y se tiene una depreciación mensual de S/119.17.

Tabla 34

*Inversión para el desarrollo de las capacitaciones*

<b>Inversión - Cronograma de capacitación</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo total</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Depreciación mensual</b>
Capacitación	Horas	30	S/. 900.00	S/. 27,000.00		
Alquiler de Proyector	Horas	30	S/. 30.00	S/. 900.00		
Break	Und	6	S/. 350.00	S/. 2,100.00		
	Total			S/. 30,000.00		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 34, la inversión total para el desarrollo de las capacitaciones se hará una inversión de S/30,000.00.

**b) Ahorro implementando la propuesta**

1. Con el plan de mantenimiento preventivo propuesto se logró reducir el número de fallas de 1004 a 662 con lo cual se incrementó la disponibilidad de los equipos de producción de 87% a 91.7%, y esto a su vez permitió reducir la pérdida anual de S/107,791.00 a S/36,827.00.
2. Con el procedimiento de mantenimiento se logró reducir el tiempo para determinar la falla de 10 a 5 minutos, esto a su vez redujo el tiempo perdido de 184 a 55.2 horas, reduciendo la pérdida anual de S/4,086.00 a S/1,225.80.
3. Con la adquisición de herramientas y equipos adecuados para el desarrollo del mantenimiento preventivo de los equipos de producción, se espera reducir el número de penalidades por los trabajos entregados fuera del plazo planificado de 31 a 14, con lo cual se reduce la pérdida de S/35,048.00 a S/15,511.00.
4. Con la contratación del encargado del mantenimiento de los equipos industriales, se espera reducir el tiempo promedio de espera del mecánico por falla de 20 a 5 minutos, reduciendo la pérdida de S/8,172.00 a S/1,225.80
5. El cronograma de capacitación propuesto, permitió reducir el porcentaje de fallas atendidas de manera externa de 67,6% a 37.9%, reduciendo la pérdida por el mantenimiento externo de S/194,458.00 a S/65,619.39.

Adicional a ello estos beneficios lograron incrementar la rentabilidad de la empresa de 28% a 33.86%, así como se muestra en la tabla 28. A continuación en la tabla 35 se detalla los ingresos obtenidos con las propuestas de mejora para cada causa raíz.



Tabla 35

*Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año*

CR	DESCRIPCIÓN	AHORRO ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Cr7	Falta de mantenimiento preventivo	S/. 70,963	S/. 5,689	S/. 6,300	S/. 7,743	S/. 7,496	S/. 6,200	S/. 5,284	S/. 5,266	S/. 5,565	S/. 5,225	S/. 4,994	S/. 5,358	S/. 5,844	S/. 70,963
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	S/. 2,860	S/. 229	S/. 254	S/. 312	S/. 302	S/. 250	S/. 213	S/. 212	S/. 224	S/. 211	S/. 201	S/. 216	S/. 236	S/. 2,860
Cr6	Falta de equipos y herramientas para los mantenimientos	S/. 19,537	S/. 1,566	S/. 1,734	S/. 2,132	S/. 2,064	S/. 1,707	S/. 1,455	S/. 1,450	S/. 1,532	S/. 1,439	S/. 1,375	S/. 1,475	S/. 1,609	S/. 19,537
Cr5	Falta de personal de mantenimiento	S/. 6,946	S/. 557	S/. 617	S/. 758	S/. 734	S/. 607	S/. 517	S/. 515	S/. 545	S/. 511	S/. 489	S/. 524	S/. 572	S/. 6,946
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	S/. 128,839	S/. 10,328	S/. 11,437	S/. 14,059	S/. 13,609	S/. 11,257	S/. 9,593	S/. 9,560	S/. 10,104	S/. 9,487	S/. 9,067	S/. 9,728	S/. 10,610	S/. 128,839
<b>INGRESO TOTAL</b>		<b>S/. 229,145</b>	S/. 18,369	S/. 20,342	S/. 25,004	S/. 24,203	S/. 20,021	S/. 17,061	S/. 17,003	S/. 17,970	S/. 16,873	S/. 16,126	S/. 17,302	S/. 18,871	S/. 229,145

Fuente: Elaboración propia

### c) Estado de resultados

Para el desarrollo del estado de resultados de las mejoras se procedió a realizar un flujo de caja proyectado.

En los ingresos para el primer año se tomó los ingresos de las mejoras y los años siguientes se tomo como proyección un incremento del 2% anual.

Asimismo para el calculo de los indicadores económicos se utilizó como dato el COK de 18% anual, el cual fue proporcionado por la empresa.

Inversión total: S/ 31,562.

Costo de oportunidad anual: 18% anual      Tasa mensual: 1.39%

Tabla 36

*Estado de resultados anual*

<b>Anual</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ingresos		S/ 229,145	S/ 233,728	S/ 233,728	S/ 233,728	S/ 233,728
Costos Operativos		S/ 126,030	S/ 128,550	S/ 128,550	S/ 128,550	S/ 128,550
Depreciación		S/ 2,190	S/ 2,190	S/ 2,190	S/ 2,190	S/ 2,190
Utilidad bruta		S/ 100,925	S/ 102,988	S/ 102,988	S/ 102,988	S/ 102,988
Gav		S/ 13,749	S/ 14,024	S/ 14,024	S/ 14,024	S/ 14,024
Utilidad antes de impuestos		S/ 87,177	S/ 88,964	S/ 88,964	S/ 88,964	S/ 88,964
Impuesto a la renta		S/ 25,717	S/ 26,244	S/ 26,244	S/ 26,244	S/ 26,244
Utilidad después de impuestos		S/ 61,460	S/ 62,720	S/ 62,720	S/ 62,720	S/ 62,720

Fuente: Elaboración propia

#### d) Flujo de caja

Tabla 37

##### Flujo de caja anual

Anual	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de						
impuestos		S/ 61,460	S/ 62,720	S/ 62,720	S/ 62,720	S/ 62,720
Depreciación		S/ 2,190	S/ 2,190	S/ 2,190	S/ 2,190	S/ 2,190
Flujo neto de efectivo	<b>-S/ 71,010</b>	S/ 63,650	S/ 64,910	S/ 64,909	S/ 64,908	S/ 64,907

Fuente: Elaboración propia

#### e) Cálculo del TIR/VAN

Tabla 38

##### Indicadores económicos

Anual	0	1	2	3	4	5
Flujo neto Efectivo	<b>-S/ 71,010</b>	S/ 63,650	S/ 64,910	S/ 64,909	S/ 64,908	S/ 64,907
Ingresos totales		S/ 229,145	S/ 233,728	S/ 233,728	S/ 233,728	S/ 233,728
Egresos totales		S/ 165,496	S/ 168,819	S/ 168,819	S/ 168,819	S/ 168,819
<b>VAN ingresos</b>	<b>S/ 727,024</b>					
<b>VAN egresos</b>	<b>S/ 525,109</b>					
<b>PAYBACK</b>	<b>13.36</b>	<b>meses</b>				
<b>VAN</b>	<b>S/ 201,913</b>					
<b>TIR</b>	<b>86.5%</b>	<b>&gt; COK</b>	<b>18%</b>	<b>ANUAL</b>		
<b>B/C</b>	<b>1.38</b>					

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 37, se hizo una evaluación económica de 5 años de horizonte de tiempo. Los resultados de la evaluación económica son:

- Un VAN positivo de S/ 201,913.
- Un TIR de 86.5% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 18%.
- Un B/C de 1.38, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/ 0.38.
- Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 13.36 meses

Por lo antes mencionado se concluye que la presente investigación es **RENTABLE**.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

1. Con el plan de mantenimiento preventivo propuesto se logró reducir la pérdida anual de S/107,791.00 a S/36,827.00.

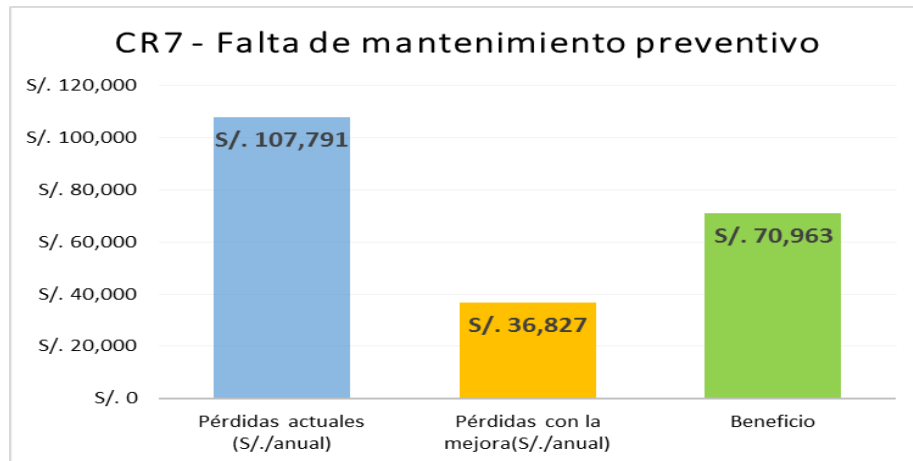


Figura 6. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr7

Fuente: Elaboración propia

2. Con el procedimiento de mantenimiento se logró reducir el tiempo para determinar la falla de 10 a 5 minutos, esto a su vez redujo la pérdida anual de S/4,086.00 a S/1,225.80.

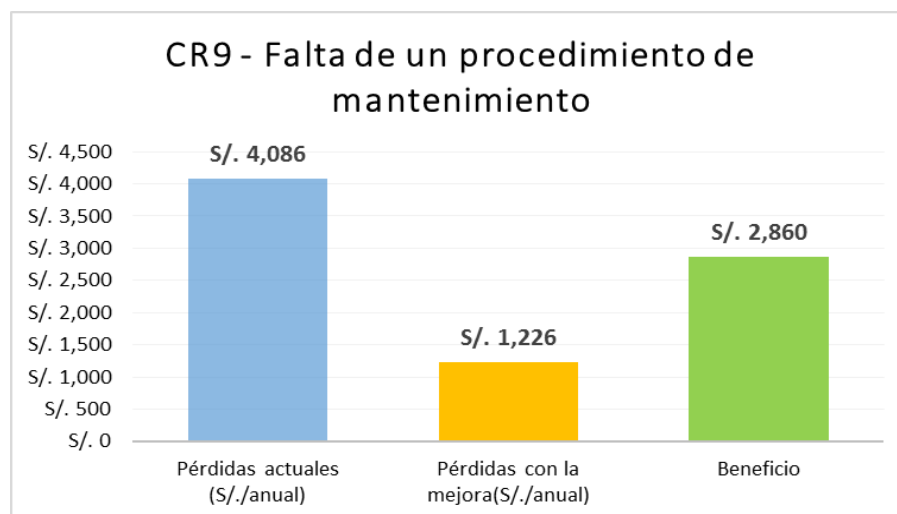


Figura 7. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr9

Fuente: Elaboración propia

3. Con la adquisición de herramientas y equipos adecuados para el desarrollo del mantenimiento preventivo de los equipos de producción, se redujo la pérdida anual de S/35,048.00 a S/15,511.00.

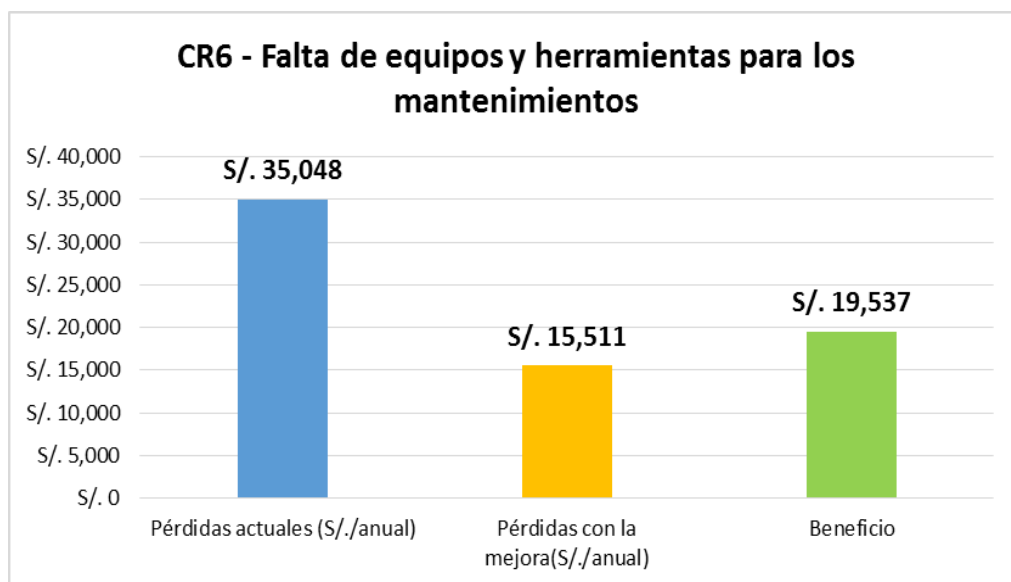


Figura 8. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr6

Fuente: Elaboración propia

4. Con la contratación del encargado del mantenimiento de los equipos industriales, se redujo la pérdida anual de S/8,172.00 a S/1,225.80

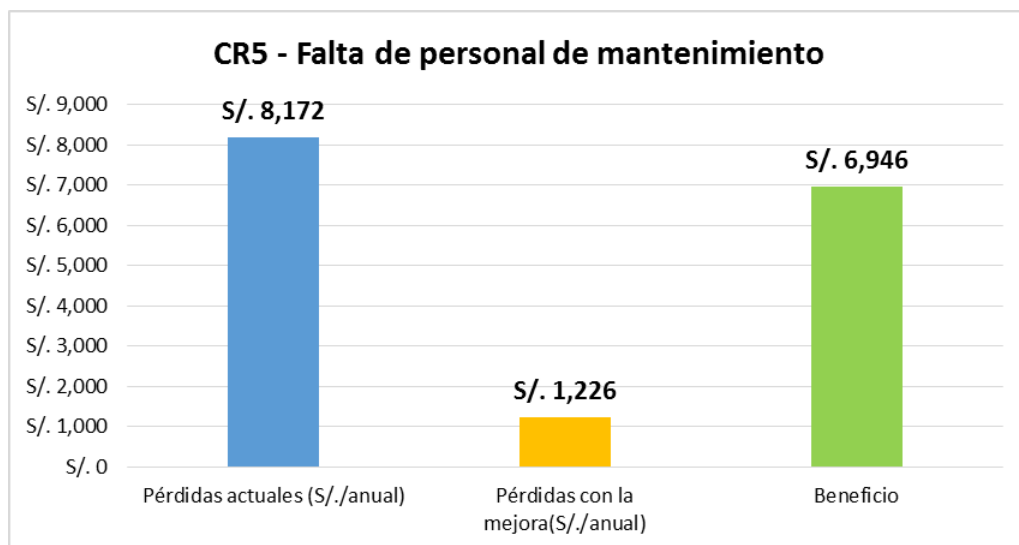


Figura 9. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr5

Fuente: Elaboración propia

5. El cronograma de capacitación propuesto, permitió reducir el porcentaje de fallas atendidas de manera externa de 67,6% a 37,9%, reduciendo la pérdida por el mantenimiento externo de S/194,458.00 a S/65,619.39.

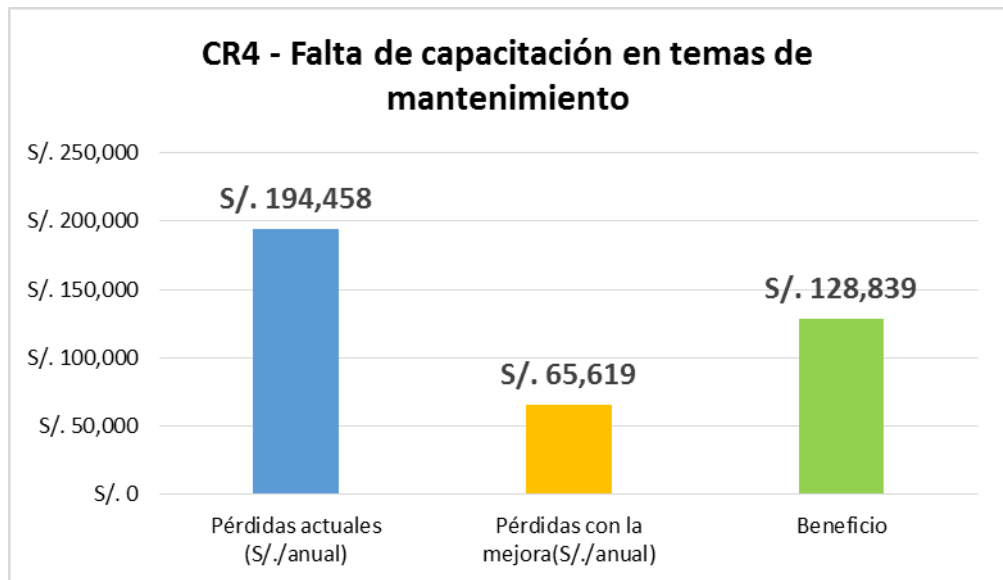


Figura 10. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr4

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1 Discusión**

En la presente investigación se ha recolectado información para solucionar los problemas del área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa Brayan’s Car, por lo cual fue comparada con los resultados de las otras investigaciones que hayan aplicado mejoras similares.

Una limitación para llevar a cabo la comparación de los resultados del estudio realizado en la empresa Brayan’s Car fue la falta de estudios realizados en metalmecánicas y que hayan aplicado mejoras similares, es por ello que se comparó con estudios en donde hayan realizado mejoras similares a pesar de no pertenece al mismo rubro.

Bolaños (2018), en su tesis mediante la aplicación de las siguientes herramientas: plan de mantenimiento preventivo y la adquisición de un software, procedimientos, Clasificación ABC; en su actual gestión de mantenimiento logró incrementar la rentabilidad de la empresa de 15% a 16.4%, determinando así que el plan de mantenimiento preventivo permite reducir el número de fallas de las unidades de transporte logrando también incrementar la disponibilidad de las unidades de transporte, asimismo se puede apreciar que la capacitación también es de vital importancia para lograr que un plan de mantenimiento funcione de manera adecuada. Alvites y Chavesta (2018), en su investigación también lograron incrementar la rentabilidad de la empresa de transportes de 92.4% a 95%, aplicado mejoras en su gestión de mantenimiento tales como: plan de mantenimiento preventivo, cuáles son los procedimientos, clasificación ABC,



codificación de repuestos gestión de la documentación y un programa de capacitación, logrado determinar al igual que en el estudio anterior que el plan de mantenimiento acompañado de mejoras en los procedimientos y un programa de capacitación son la base para lograr una reducción de fallas de los equipos y que esta su vez permite mejorar la disponibilidad y generar ahorros sustanciales para la empresa permitiendo así incrementar la rentabilidad de la empresa.

Campos (2018), a través de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de los equipos también logro incrementar la rentabilidad de la empresa a 36.4%.

En el caso de nuestra investigación mediante la aplicación de herramientas como: Plan de mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, adquisición de equipos y herramientas, contratación de personal y un permitiendo a su vez incrementar también la rentabilidad de la empresa de 28% a 29.28%., cabe mencionar que este resultado fue el esperado ya que así lo corroboran los estudios detallados anteriormente.

Asimismo este estudio es de vital importancia, ya que como mencione anteriormente no existen muchas investigaciones realizadas en metalmecánicas es por ello, que este estudio para servir de referencia para las futuras investigaciones en donde deseen realizas mejoras en la gestión de los equipos de producción de una empresa del rubro metalmecánico.

## **4.2 Conclusiones**

El efecto de propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos de producción es el incremento de la rentabilidad de la empresa Factoría Brayan's Car de 28% a 33.86%.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de los procesos de mantenimiento de los equipos del área de producción de la empresa Factoría Brayan's Car, encontrando que los principales problemas son: La falta de un plan de mantenimiento para los equipos de producción ocasionó una pérdida anual de S/107,791.00, la falta de un procedimiento definido para el área de mantenimiento generó una pérdida de S/4,086.00, la falta de equipos y herramientas para los mantenimientos de los equipos de producción generó un tiempo perdido de 185 horas, lo que representó una pérdida por las penalidades de los trabajos entregados fuera del plazo planificado de S/35,048.00, la falta de personal de mantenimiento generó una pérdida de S/8,172.00 y la falta de capacitación originó que muchas de las fallas fueran atendidas por personal externo generando una pérdida de S/194,458.00.

Se desarrolló la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción de la empresa Factoría Brayan's Car, la cual consistió en la aplicación de: Plan de mantenimiento preventivo, procedimiento de mantenimiento, adquisición de equipos y herramientas, contratación de personal y un cronograma de capacitación; generando un ahorro anual de S/229,145.30.

Se realizó la evaluación económica / financiera de la propuesta de mejora en un periodo de 5 años, dando como resultado que el proyecto es RENTABLE ya que se obtuvo un: VAN de S/ 201,913.00, TIR de 86.5%, B/C de 1.38 y un PRI de 13.36 meses.

## REFERENCIAS

- Alvites, R., & Chavesta, J. (2018). *Plan de mejora en la gestión del área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la Empresa de Transportes Serpiente de Oro S.R.L Trujillo – 2018*. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4653>
- Bolaños, S. (2018). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes e Inversiones Job S.A.C*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13738>
- Campos, I. (2018). *ropuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L.* Obtenido de [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1751/1/TL\\_CamposVeraIllarec.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1751/1/TL_CamposVeraIllarec.pdf)
- Contreras, S. (2016). *Mantenimiento Preventivo*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/mantenimiento-preventivo/>
- Gonzaga, C., & Mostacero, B. (2019). *Propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento para aumentar la rentabilidad en la empresa Factoría Industrial S.A.C*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13743/Gonzaga%20S%c3%a1nchez%2c%20Celia%20Mar%c3%ada%20-%20Mostacero%20Chapilliquen%2c%20Bryan%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jave, H., & Chávez, S. (2018). *Propuesta de mejora en las áreas de abastecimiento y mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa CMC Arenado y Pintura E.I.R.L*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14623>
- La Cámara. (2019). *Metalmecánica es clave para el desarrollo*. Obtenido de [https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874_3/comercio%20exterior.pdf)

- Mariátegui, L. (2020). *Industria metal mecánica, motor del desarrollo*. Obtenido de <https://rpp.pe/columnistas/leandromariategui/industria-metal-mecanica-motor-del-desarrollo-noticia-1245757>
- Metalmind. (2017). *Qué es la Metalmecánica y su Importancia Dentro del Sector Industrial*. Obtenido de <http://www.metalmind.com.co/importancia-de-la-metalmecanica>
- Nunes, P. (2016). *Gestión de la Producción*. Obtenido de <https://knoow.net/es/cieeconcom/gestion/gestion-la-produccion/>
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>
- Ortega, J. (2013). *¿Interpretamos bien los resultados del VAN y la TIR? (Parte II)*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=87566813&lang=es&site=ehost-live>
- Paredes, F. (2017). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar E.I.R.L.*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11565?show=full>
- Restrepo, L. (2017). *Importancia de la formación y la capacitación de los empleados*. Obtenido de <https://mdc.org.co/importancia-de-la-formacion-y-la-capacitacion-de-los-empleados/>

## **ANEXOS**

Anexo 1: Encuesta aplicada en el área de Producción

**Encuesta de las causas raíces de los problemas actuales en la empresa FACTORÍA  
BRAYAN'S CAR**

Área : Producción

Problema : Baja rentabilidad

Nombre: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_

Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el problema.

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1
Ninguno	0

EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN LA RENTABILIDAD:

Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación			
		Alto	Regular	Bajo	Ninguno
Cr1	Falta de un Programa de Requerimiento de compra				
Cr2	Falta de gestión de materiales				
Cr3	Falta de gestión de proveedores.				
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento				
Cr5	Falta de personal de mantenimiento				
Cr6	Falta de equipos y herramientas para los mantenimientos				
Cr7	Falta de mantenimiento preventivo				
Cr8	Inadecuada ubicación de los equipos				
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 : Datos de mantenimiento de los equipos de Torno paralelo 1 y 2

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo		TORNO PARALELO 1	
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	9	20	175
Febrero	4	20	177
Marzo	12	29	175
Abril	5	23	186
Mayo	9	21	170
Junio	6	24	198
Julio	3	24	180
Agosto	4	18	210
Setiembre	3	22	189
Octubre	7	17	180
Noviembre	6	35	186
Diciembre	4	27	190
Total	72	280	2216

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo		TORNO PARALELO 2	
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	7	51	178
Febrero	6	28	185
Marzo	10	54	148
Abril	8	30	180
Mayo	10	23	183
Junio	8	26	160
Julio	5	48	161
Agosto	5	48	155
Setiembre	5	56	171
Octubre	9	28	160
Noviembre	6	50	170
Diciembre	6	38	165
Total	85	480	2016

Fuente: La empresa



Anexo 3 : Datos de mantenimiento de los equipos de Torno revolver 1 y 2

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo		TORNO REVOLVER 1	
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	8	25	185
Febrero	5	30	180
Marzo	10	42	155
Abril	8	38	185
Mayo	12	35	190
Junio	12	30	167
Julio	8	33	163
Agosto	5	44	162
Setiembre	5	25	178
Octubre	6	35	170
Noviembre	7	32	179
Diciembre	9	41	172
Total	95	410	2086

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo		TORNO REVOLVER 2	
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	4	28	181
Febrero	3	33	188
Marzo	12	41	177
Abril	4	41	183
Mayo	9	38	186
Junio	9	33	163
Julio	6	36	164
Agosto	3	43	157
Setiembre	6	28	163
Octubre	6	33	163
Noviembre	1	35	173
Diciembre	6	41	168
Total	69	430	2066

Fuente: La empresa

Anexo 4 : Datos de mantenimiento de los equipos de la dobladora y fresadora 1

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo		DOBLADORA	
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	4	12	218
Febrero	1	8	200
Marzo	0	0	192
Abril	2	12	200
Mayo	6	9	183
Junio	6	4	225
Julio	0	0	221
Agosto	2	6	180
Setiembre	2	4	215
Octubre	0	0	215
Noviembre	1	11	183
Diciembre	2	9	189
Total	26	75	2421

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo		FRESADORA 1	
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	8	49	173
Febrero	3	35	176
Marzo	7	47	179
Abril	5	36	174
Mayo	5	18	179
Junio	9	30	181
Julio	4	26	173
Agosto	5	30	183
Setiembre	5	37	175
Octubre	1	15	169
Noviembre	6	30	175
Diciembre	9	36	170
Total	67	389	2107

Fuente: La empresa

Anexo 5 : Datos de mantenimiento de los equipos de la fresadora 2 y taladro radial

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo		FRESADORA 2	
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	6	49	163
Febrero	4	42	175
Marzo	0	0	160
Abril	8	34	182
Mayo	9	45	180
Junio	5	31	188
Julio	6	26	183
Agosto	12	60	179
Setiembre	6	36	164
Octubre	5	37	182
Noviembre	3	40	175
Diciembre	3	0	165
Total	67	400	2096

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo		TALADRO RADIAL	
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	4	16	173
Febrero	7	26	185
Marzo	7	26	168
Abril	2	33	190
Mayo	7	28	188
Junio	5	23	196
Julio	9	25	191
Agosto	7	20	185
Setiembre	6	31	176
Octubre	8	28	190
Noviembre	6	12	181
Diciembre	5	32	173
Total	73	300	2196

Fuente: La empresa

Anexo 6 : Datos de mantenimiento de los equipos del ésmiril de banco 1 y 2

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo			
ÉSMERIL DE BANCO 1			
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	7	16	172
Febrero	7	13	220
Marzo	7	23	183
Abril	6	23	205
Mayo	9	25	215
Junio	6	18	175
Julio	9	17	167
Agosto	6	17	169
Setiembre	8	20	185
Octubre	6	21	190
Noviembre	5	16	185
Diciembre	7	21	200
Total	83	230	2266

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo			
ÉSMERIL DE BANCO 2			
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	6	14	185
Febrero	4	14	186
Marzo	8	11	173
Abril	5	13	215
Mayo	9	18	193
Junio	5	18	201
Julio	6	25	196
Agosto	5	14	192
Setiembre	6	17	177
Octubre	7	17	195
Noviembre	4	20	188
Diciembre	5	19	195
Total	70	200	2296

Fuente: La empresa

Anexo 7 : Datos de mantenimiento de las máquinas de soldar 1 y 2

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo MÁQUINA DE SOLDAR 1			
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	6	17	195
Febrero	10	19	187
Marzo	6	24	195
Abril	6	26	180
Mayo	6	14	189
Junio	8	21	195
Julio	6	23	225
Agosto	9	24	170
Setiembre	10	17	177
Octubre	10	13	183
Noviembre	6	27	170
Diciembre	9	25	180
Total	92	250	2246

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo MÁQUINA DE SOLDAR 2			
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	7	28	166
Febrero	7	26	214
Marzo	7	23	177
Abril	7	22	201
Mayo	4	25	209
Junio	8	20	179
Julio	9	23	161
Agosto	8	16	169
Setiembre	8	17	179
Octubre	7	35	184
Noviembre	9	23	183
Diciembre	11	22	194
Total	92	280	2216

Fuente: La empresa

Anexo 8 : Datos de mantenimiento de mandrinadora y cortadora

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019				Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo MANDRINADORA				Equipo CORTADORA			
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento	Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	7	34	176	Enero	4	33	190
Febrero	3	34	173	Febrero	3	25	203
Marzo	4	33	176	Marzo	5	37	171
Abril	8	39	173	Abril	5	28	195
Mayo	5	24	182	Mayo	5	26	203
Junio	4	25	176	Junio	4	38	173
Julio	9	34	201	Julio	4	25	155
Agosto	9	35	163	Agosto	7	33	163
Setiembre	5	39	170	Setiembre	3	33	173
Octubre	5	34	165	Octubre	6	31	163
Noviembre	6	38	163	Noviembre	4	33	163
Diciembre	5	36	173	Diciembre	10	38	164
Total	70	405	2091	Total	60	380	2116

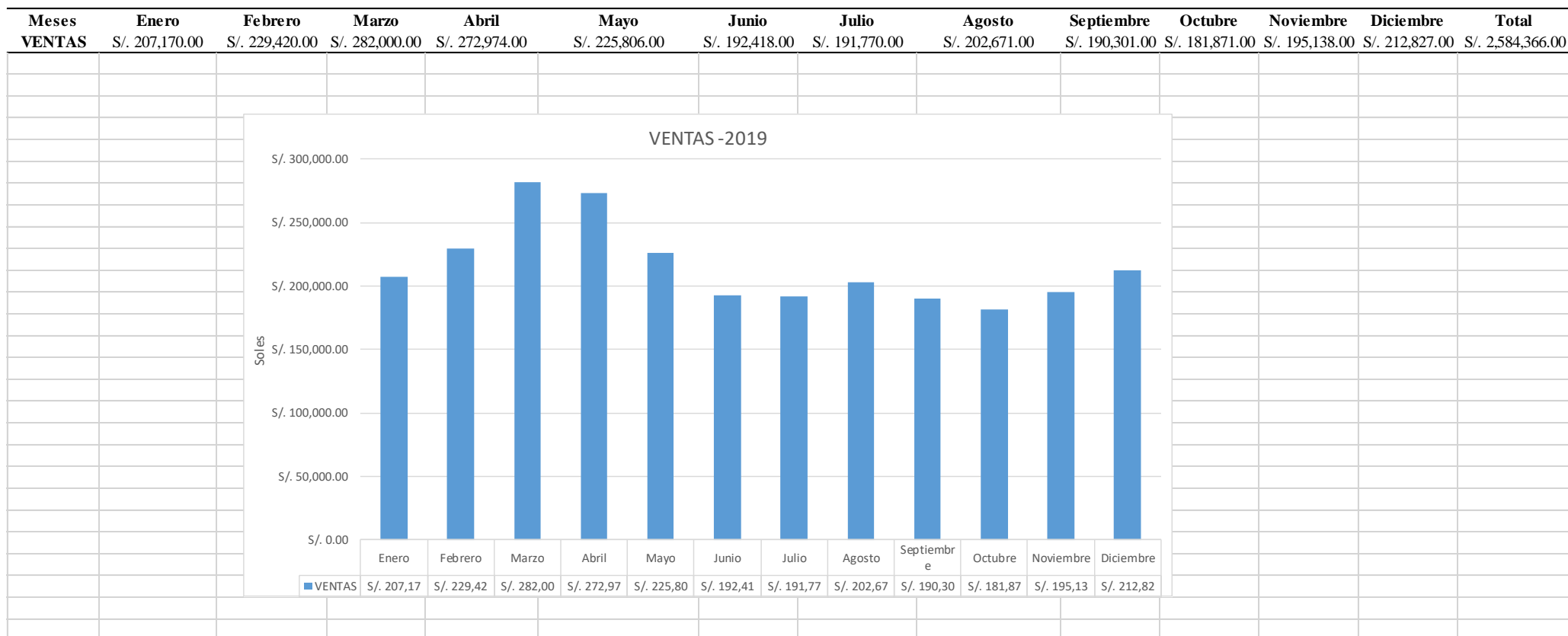
Fuente: La empresa

Anexo 9 : Datos de mantenimiento de la prensa hidráulica

Datos de tiempos de mantenimiento y funcionamiento - ACUM 2019			
Equipo	PRENSA HIDRÁULICA		
Meses	Número de Paradas por fallas en el equipo	Tiempo total de reparaciones	Tiempo total que el equipo estuvo en funcionamiento
Enero	8	33	173
Febrero	6	28	179
Marzo	7	22	190
Abril	6	21	185
Mayo	9	29	166
Junio	7	26	183
Julio	9	24	168
Agosto	8	25	186
Setiembre	7	27	174
Octubre	5	30	171
Noviembre	5	35	195
Diciembre	8	45	181
Total	85	345	2151

Fuente: La empresa

Anexo 10: Datos de ventas realizadas en el año 2019



Fuente: Contabilidad de la empresa



Anexo 11: Estudio de tiempos realizado en la empresa

N <sup>a</sup>	Actividad	TIEMPO (SEGUNDOS)																				VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			TIEMPO PROMEDIO (seg)
1	Tiempo de consultas a operarios de los problemas de equipos por falta de historial y documentación	9.9	9.9	10.2	9.8	10.1	10.2	9.97	9.95	10.00	9.9	9.8	10.2	10.3	9.7	10.4	9.9	9.9	10.1	10.1	9.8	10.00	100	10.00
2	Tiempo desde que falla el equipo hasta que se atiende la falla (min)	20.2	20.4	20.3	19.9	19.9	20.2	19.6	19.8	19.9	20.3	20.1	20.3	20.0	20.4	19.4	19.8	20.3	19.8	20.0	19.5	20.00	100	20.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Hoja de cálculo Excel

EQUIPO	N° PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MITR	MTBF	DISPONIBILIDAD	PÉRDIDA ANUAL
TORNO PARALELO 1	72	280	2216	2496	3.89	31	88.8%	S/. 6,218
TORNO PARALELO 2	85	480	2016	2496	5.65	24	80.8%	S/. 10,659
TORNO REVOLVER 1	95	410	2086	2496	4.32	22	83.6%	S/. 9,105
TORNO REVOLVER 2	67	430	2066	2496	6.42	31	82.8%	S/. 9,549
DOBLADORA	20	75	2421	2496	3.75	121	97.0%	S/. 1,665
FRESADORA 1	67	389	2107	2496	5.81	31	84.4%	S/. 8,638
FRESADORA 2	67	400	2096	2496	5.97	31	84.0%	S/. 8,883
TALADRO RADIAL	79	300	2196	2496	3.80	28	88.0%	S/. 6,662
ÈSMERIL DE BANCO 1	83	230	2266	2496	2.77	27	90.8%	S/. 5,108
ÈSMERIL DE BANCO 2	70	200	2296	2496	2.86	33	92.0%	S/. 4,441
MÁQUINA DE SOLDAR 1	92	250	2246	2496	2.72	24	90.0%	S/. 5,552
MÁQUINA DE SOLDAR 2	92	280	2216	2496	3.04	24	88.8%	S/. 6,218
MANDRINADORA	70	405	2091	2496	5.79	30	83.8%	S/. 8,994
CORTADORA	60	380	2116	2496	6.33	35	84.8%	S/. 8,438
PRENSA HIDRÁULICA	85	345	2151	2496	4.06	25	86.2%	S/. 7,661
<b>Total</b>	<b>1104</b>	<b>4854</b>	<b>32586</b>	<b>2496</b>	<b>4.48</b>	<b>34.53</b>	<b>87.0%</b>	<b>S/. 107,791</b>

REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE FALLAS	40%
--------------------------------	-----

CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO		ACTUAL	%	CON LA MEJORA	%
Mantenimiento correctivo (horas)	4854	100%	2912	66%	
Mantenimiento preventivo (horas)	0	0%	1474	34%	
<b>Total</b>	<b>4854</b>	<b>100%</b>	<b>4386</b>	<b>100%</b>	

DESCRIPCIÓN	N° PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MITR	MTBF	DISPONIBILIDAD	PÉRDIDA ANUAL
TORNO PARALELO 1	43	168	2328	2496	3.89	54	93.3%	S/. 3,731
TORNO PARALELO 2	51	288	2208	2496	5.65	43	88.5%	S/. 6,395
TORNO REVOLVER 1	57	246	2250	2496	4.32	39	90.1%	S/. 5,463
TORNO REVOLVER 2	40	258	2238	2496	6.42	56	89.7%	S/. 5,729
DOBLADORA	12	45	2451	2496	3.75	204	98.2%	S/. 999
FRESADORA 1	40	233	2263	2496	5.81	56	90.6%	S/. 5,183
FRESADORA 2	40	240	2256	2496	5.97	56	90.4%	S/. 5,330
TALADRO RADIAL	47	180	2316	2496	3.80	49	92.8%	S/. 3,997
ÈSMERIL DE BANCO 1	50	138	2358	2496	2.77	47	94.5%	S/. 3,065
ÈSMERIL DE BANCO 2	42	120	2376	2496	2.86	57	95.2%	S/. 2,665
MÁQUINA DE SOLDAR 1	55	150	2346	2496	2.72	43	94.0%	S/. 3,331
MÁQUINA DE SOLDAR 2	55	168	2328	2496	3.04	42	93.3%	S/. 3,731
MANDRINADORA	42	243	2253	2496	5.79	54	90.3%	S/. 5,396
CORTADORA	36	228	2268	2496	6.33	63	90.9%	S/. 5,063
PRENSA HIDRÁULICA	51	207	2289	2496	4.06	45	91.7%	S/. 4,597
<b>Total</b>	<b>662</b>	<b>2912</b>	<b>34528</b>	<b>2496</b>	<b>4.95</b>	<b>70</b>	<b>91.7%</b>	<b>S/. 36,827</b>


Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Resultado de las encuestas

RESULTADOS DE ENCUESTAS												
Causa raiz	Descripcion	Personal encuestado										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cr1	Falta de un Programa de Requerimiento de compra	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
Cr2	Falta de gestión de materiales	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	9
Cr3	Falta de gestión de proveedores.	0	0	2	2	1	1	1	2	1	1	11
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	26
Cr5	Falta de personal de mantenimiento	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	26
Cr6	Falta de equipos y herramientas para los mantenimientos	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	28
Cr7	Falta de mantenimiento preventivo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Cr8	Inadecuada ubicación de los equipos	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	29
TOTAL												172


Fuente: Los colaboradores de la empresa

Anexo 14: Formato de historial de revisiones e inspecciones

<b>Historial de Revisiones e Inspecciones</b>		
<b>Nombre de Máquina/Equipo:</b>		
<b>Área:</b>		
<b>TAREA (descripción, horas, repuestos, costo, etc)</b>	<b>Hora y fecha</b>	
	Inicio:	
	Finalización:	
	Inicio:	
	Finalización:	
	Inicio:	
	Finalización:	
<b>Elaborado por:</b>		


Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Formato de Registro de mantenimientos realizados

<b>Registro de mantenimientos realizados</b>			
<b>Máquina/ Equipo</b>	<b>Área</b>	<b>Mantenimiento Correctivo</b>	<b>Mantenimiento Preventivo</b>
<b>Fecha:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Nombre y firma de quien reporta</b>		<b>Nombre y firma de quien recibe</b>	


Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Formato del plan de mantenimiento preventivo por equipo

<b>Plan de Mantenimiento Preventivo</b>			
<b>Nombre de Máquina/Equipo:</b>		<b>Área:</b>	
<b>Código:</b>		<b>Marca:</b>	
Tarea			Periodicidad
<b>Fecha:</b>		<b>Fecha:</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Formato de Orden de trabajo

<b>ORDEN DE TRABAJO N°</b>	
Equipo:	Area:
Solicitante:	
Nivel de prioridad:	
Fecha de emisión:	Fecha de atención:
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>	
<b>REPUESTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS</b>	
<b>MANTENIMIENTO</b>	
Hora de inicio:	Hora de fin:
Mecánico que atendió la OT:	
<b>OBSERVACIONES</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Análisis de criticidad de los equipos de producción

NOMBRE DEL EQUIPO	VELOCIDAD				SEGURIDAD				COSTO DE PARADA			COSTO DE REPARACIÓN		
	Muy corto, no da tiempo para detener la máquina.	Corto, es posible detener la máquina.	Suficiente, es posible programar la intervención.	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto temporal sobre las personas y ambiente.	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	Clasificación A: RELATIVAMENTE BAJO	Clasificación B: MEDIANO	Clasificación C: ELEVADO
TORNO PARALELO	1				1						1			1
TORNO REVOLVER	1				1						1			1
DOBLADORA				1			1	1						1
FRESADORA	1				1						1		1	
TALADRO RADIAL	1				1						1			1
ÉSMERIL DE BANCO				1			1	1						1
MÁQUINA DE SOLDAR	1				1						1		1	
MANDRINADORA	1				1						1			1
CORTADORA	1				1						1			1
PRENSA HIDRÁULICA	1				1						1			1
<b>Factores</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.9</b>	<b>1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

**FACTORES:**

De Velocidad de manifestación de falla	30
De Seguridad del Personal y Ambiente	10
De Costos de la parada de producción	30
De Costos de Reparación	30

Criticidad	Rango
Crítico	>80
Semi crítico	50-80
No crítico	<50

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 19: Perfil de puesto para el área de mantenimiento

### **PERFIL DE TÉCNICO MECÁNICO - ELECTRICISTA**

Brayan's Car, importante empresa del rubro metalmecánico dedicada a la fabricación y de estructuras de acero, requiere de una persona responsable y proactiva para formar parte de nuestro equipo de colaboradores.

#### **FUNCIONES:**

- Identificar y plantear mejoras tanto en gestión como en actividades operativas de mantenimiento.
- Definir cronogramas y secuencias para la ejecución de trabajos de mantenimiento.
- Coordinar la disponibilidad de repuestos y materiales necesarios para la ejecución de los planes de mantenimiento.
- Coordinar la disponibilidad de información técnica requerida para ejecución de actividades (especificaciones, manuales, planos)
- Otras funciones indicadas por su superior inmediato.

#### **FORMACION:**

- Técnico
- Experiencia en mantenimiento mecánico y eléctrico de Equipos Industriales.
- Conocimientos en Gestión de almacenes, Conocimientos de Office Nivel Usuario.
- Capacidad Orden y Organización, de Adaptación, Desarrollo de Otros, Identidad y Sentido de Pertenencia, Liderazgo, Orientación al logro y los resultados, Trabajo en Equipo, Vocación de Servicio al Cliente Interno y Externo, Aprendizaje continuo y adaptación al Cambio, Proactivo, Disposición para Trabajo en Equipo, Tolerancia y Cooperación.

#### **EXPERIENCIA:**

- Experiencia acreditada en el mantenimiento de equipos industriales mínima de 2 años.
- Sueldo mensual: S/1,800.00

Cabe mencionar que el costo anual del técnico mecánico electricista es de S/25,200.00.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Formato para el registro de la capacitación.

REGISTRO DE CAPACITACIÓN							
MARCAR X							
INDUCCIÓN		CAPACITACIÓN		ENTRENAMIENTO		SIMULACRO DE EMERGENCIA	
TEMA							
FECHA							
TEMA			EXPOSITOR				
Nº HORAS							
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	Nº DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21: Formato de evaluación de la capacitación

<b>EVALUACIÓN DE LA CAPACITACIÓN</b>						
<b>TEMA :</b>						
<b>FECHA DE LA CAPACITACIÓN:</b>						
<b>NOMBRE DEL EXPOSITOR:</b>						
Esta evaluación tiene como objetivo medir las fortalezas y oportunidades de mejoramiento del servicio de capacitación, de tal forma que basados en sus apreciaciones podamos optimizarlo. Agradecemos su contribución, diligenciando el siguiente cuestionario						
<b>1.SOBRE EL DOCENTE</b>						
<b>ITEM A EVALUAR</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.Conocimiento y dominio del tema						
2.Habilidad para comunicarse y transmitir ideas						
3.Habilidad para responder preguntas individuales, sin afectar las grupales						
4.Habilidad para orientar la realización de los talleres						
5.Habilidad para identificar las expectativas de los participantes y acordar los objetivos del seminario						
6.Habilidad para orientar al grupo hacia los objetivos del seminario						
7.Utilización de las ayudas educativas						
8.Puntualidad						
9.Presentación personal						
<b>2.SOBRE EL CURSO</b>						
<b>ITEM A EVALUAR</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.Cumplimiento del programa propuesto						
2.Contenido temático teniendo en cuenta su utilidad práctica						
3.Utilidad material para el logro de los objetivos planteados						
4.Utilidad de los talleres						
5.Logro de los objetivos propuestos						
6.La metodología utilizada dentro del curso le permite identificar mejoras a realizar en el diseño de este servicio						
<b>3.SOBRE LA LOGÍSTICA DEL CURSO</b>						
<b>ITEM A EVALUAR</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Horario del curso						
2.Salón donde se realizó el curso						
3.Atención general recibida						
4.Entrega oportuna del material necesario						
<b>4.OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES</b>						

Fuente: Elaboración propia